

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНИ  
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Кафедра промислового та цивільного будівництва

## Кваліфікаційна робота/проект

другий магістерський рівень  
(рівень вищої освіти)

на тему: Удосконалення технології зведення трансформованих  
малоповерхових будівель з сендвіч-панелей

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1920-пцб-3  
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія  
(код і назва спеціальності)

освітньої програми промислове і цивільне будівництво  
(код і назва освітньої програми)

Рогінський М.Б.

(прізвище та ініціали)

Керівник доц., к.т.н., Мішук К.М.  
посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали

Рецензент доц., к.т.н. Данкевич Н.О.  
посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали

Запоріжжя  
2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю.М. Потєбні  
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Кафедра Промислового та цивільного будівництва  
Рівень вищої освіти другий (магістерський)  
(другий (магістерський) рівень)  
Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
(шифр і назва)  
Освітня програма «Промислове і цивільне будівництво»  
(шифр і назва)  
Спеціалізація \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

завідувач кафедри промислового та  
цивільного будівництва  
проф. І.А. Арутюнян  
" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2024 року

**ЗАВДАННЯ**  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ / ПРОЕКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Рогінський Михайло Борисович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи (проекту) Удосконалення технології  
зведення трансформованих малоповерхових будівель з сендвіч-панелей  
керівник роботи Мішук Катерина Миколаївна, доц., к.т.н.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від " \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ року № \_\_\_\_\_  
2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи грудень 2021 р.  
3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи існуюча технологія будівництва  
трансформованих будівель, її недоліки

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) зробити аналіз літературних джерел існуючих технологій  
будівництва малоповерхових трансформованих будівель, зробити  
порівняльну характеристику будівництва у вітчизняному виробництві та  
країні Євросоюзу, розробити методіку оптимального вибору технології  
вдантування будівель з сендвіч-панелей

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)  
Від восьми графічних аркушів формату А1

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи магістра

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання визнач	завдання проблема
Розділ 1	Мішук К.М., доц. кафедри		
Розділ 2	Мішук К.М., доц. кафедри		
Розділ 3	Мішук К.М., доц. кафедри		
Розділ 4	Мішук К.М., доц. кафедри		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розділ 1		
2	Розділ 2		
3	Розділ 3		
4	Розділ 4		

Студент Рогінський М.Б.  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи (проекту) Мішук К.М.  
(прізвище та ініціали)

**Нормоконтроль пройдено**

Нормоконтролер Данкевич Н.О.  
(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Рогінський М.Б. Удосконалення технології зведення трансформованих малоповерхових будівель з сендвіч-панелей.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник К.М. Мішук. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні Запорізького національного університету, кафедра промислового та цивільного будівництва, 2021.

Удосконалення технологій зведення малоповерхових житлових будівель спрямовано на зниження трудомісткості, тривалості та вартості будівництва, підвищення ступеня механізації та скорочення малопродуктивних ручних операцій та процесів.

Впровадження у практику будівельного виробництва нових інноваційних технологій перешкоджає відсутність нормативно-технічної бази, що дозволяє використовувати як проектувальникам, так і будівельним організаціям, нові конструктивно-технологічні рішення у масовому будівництві малоповерхових будівель різного призначення.

Удосконалення та розробка нових конструктивно-технологічних рішень швидкокомтованих будівель дозволяє організувати будівництво малоповерхових будівель на базі традиційних технологій та методів будівництва використанням в якості основи швидкокомтованих типів фундаментів, пристрій яких не пов'язаний з мокрими процесами (укладанням, твердінням бетону і т.п.), і максимально можливою обробкою та оснащенням внутрішніми інженерними комунікаціями та приладами у заводських умовах.

Одним із перспективних напрямів удосконалення швидкокомтованих будівель є створення трансформованих конструктивних систем. Основними організаційно-технологічними принципами, на яких базується система розробки та будівництва трансформованих малоповерхових житлових будівель є трансформованість будівлі за рахунок його конструктивного

рішення та трансформованість забудови за рахунок застосування та комбінації різних архітектурно-планувальних рішень.

Ключові слова: ШВИДКОМОНТОВАНІ ТРАНСФОРМОВАНІ МАЛОПВЕРХОВІ БУДІВЛІ, ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ.

Список публікацій магістранта:

1. Рогінський М.Б., Мішук К.М. Технологія зведення трансформованих малоповерхових будівель з сендвіч-панелей. *Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України* : матеріали I Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти, аспірантів та молодих вчених, 19-21 жовт. 2021р. Запоріжжя : Запорізький національний університет, 2021. С. 410-412.

#### ABSTRACT

Roginsky M.B. The perfect technology for the construction of transformed low-surface buildings from sandwich panels.

Qualitative vipuskna robot for improving the level of education of the master for specialty 192 Business and civil engineering, scientific superior K.M. Mishuk. Institute of Science and Technology of Zaporizhzhya National University, Department of Industrial and Civil Engineering, 2021.

The sophisticated technologies for the production of low-level living rooms are directly related to the reduction of labor, triviality and cost of production, the advancement of the steps of mechanization and speed of unproductive manual operations and processes.

At the same time, the practice of new innovative technologies for the transition to the normative and technical base, so that it is allowed to be victorious both for the designers and for the upcoming mass organizations, for the new design and technology

A perfect development of new constructive and technological solutions for high-quality construction, etc. , i with the maximum mobility of drawing and

equipped with internal engineering communes and attachments at the factory minds.

One of the promising strains is the highly sophisticated installation of modern construction systems. The main organizational and technological principles, which are based on the system of development and development of transforming low-top living conditions € transforming awakening for the development of the constructive development and transformation of the combination of forgetting for the architecture of stagnation

Key words: SHVIDKOMONTOVANI TRANSFORMOVANI MALOPVERKHOVI BUDIVLI, ORGANIZATION OF BUDIVELNYH PROCESSES.

List of publications of the master student:

1. Roginsky M.B., Mishuk K.M. Technology of building transforming low-surface rooms with sandwich panels. Relevant nutrition of the modern scientific and technical and social and economic development of the regions of Ukraine: materials of the 1st All-Ukrainian scientific and practical conference for health education, graduate students and young men, 19-21 2021 RUR Zaporizhzhya: Zaporizhzhya National University, 2021, pp. 410-412.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b>	
<b>1. АНАЛІЗ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ, ВІТЧИЗНЯНОГО І ЗАРУБІЖНОГО ДОСВІДУ БУДІВНИЦТВА ТА НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В ОБЛАСТІ МАЛОПВЕРХОВОГО ДОМОБУДУВАННЯ</b>	7
1.1 Нормативна база, досвід та перспективи розвитку малоповерхового будівництва в Україні	7
1.2 Закордонний досвід будівництва малоповерхових будівель	15
1.3 Формування основних підходів до вдосконалення технологій та скорочення термінів будівництва малоповерхових будівель	19
<b>2. ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ МОНТАЖУ ТМБ</b>	27
2.1 Особливості конструктивно-технологічних рішень ТМБ	27
2.2 Аналіз методу хронометражу для дослідження технологічних операцій під час зведення ТМБ	32
<b>3. ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗВЕДЕННЯ ТМБ СЕНДВИЧ-ПАНЕЛЕЙ</b>	37
3.1 Технологічні процеси зведення ТМБ	37
3.2 Особливості вибору монтажного крану для зведення ТМБ	43
3.3 Визначення чисельного та кваліфікаційного складу робітників для технологічного процесу монтажу при зведенні ТМБ	46
3.4 Визначення витрат праці робітників та машинного часу для проектування виробничих норм	54
3.5 Розробка погодинного графіку монтажу надземної частини ТМБ	58
<b>4. ВИРОБНИЦТВО І ЗАСТОСУВАННЯ ТМБ У ПРАКТИЦІ СУЧАСНОГО БУДІВНИЦТВА</b>	60
4.1 Організація виробництва з випуску продукції ТМБ	60
4.2 Композиційно-планувальні рішення будівництва ТМБ	62
4.3 Багатокритеріальна оцінка та вибір раціонального організаційно-технологічного варіанту зведення ТМБ	66
Висновки	
Список використаних джерел	

## ВСТУП

В даний час технологи будівництва малоповерхових будівель розвиваються в напрямку скорочення термінів будівництва. Співвідношення між трудовитратами у заводських умовах та на будівельному майданчику змінюється у бік скорочення при виробництві будівельно-монтажних робіт у процесі зведення.

Для більшості швидкокомтованих будівель, використовується традиційна техніка та обладнання, в тому числі і при зведенні фундаментів, а використання індустріальних елементів і конструкцій з високим ступенем збірності вузлових з'єднань елементів, дозволяє істотно скоротити роботи на будівельному майданчику при забезпеченні всесезонності та якості робіт. Проте масове будівництво малоповерхових будівель, що швидко зводяться, нових конструктивно-технологічних рішень в нашій країні стримує відсутність нормативної бази, організаційно-технічні складності в переобладнанні та перепрофілізації діючих підприємств з випуску не користується попитом продукції будівельного виробництва.

Однією з раціональних галузей застосування цієї технології можуть бути малоповерхові житлові будинки економічного класу. Це пояснюється збільшенням обсягів індивідуального будівництва, що дозволяє задіяти місцеві ресурси, у тому числі: трудові, будівельні матеріали, парк будівельних машин та засобів механізації, а також затребуваністю в швидкозведених ресурсозберігаючих житлових будинках з використанням екологічно чистих матеріалів та удосконалених конструкцій.

В даний час більшість проведених досліджень у сфері малоповерхового житлового будівництва відноситься до вирішення завдань у галузі вдосконалення існуючих конструктивно-технологічних рішень та традиційних технологій їх зведення.

Альтернативним та конкурентоспроможним рішенням в області вдосконалення технології зведення малоповерхових будівель є розробка



трансформованих малоповерхових будівель (ТМБ), що складаються з шарнірно-з'єднаних індустріальних елементів у заводських умовах, що транспортуються в цьому положенні і перетворюються на проектне положення у процесі монтажу. Вони мають високий рівень заводської готовності і, одночасно, відповідають раціональним умовам їх транспортування та монтажу.

**Об'єктом дослідження** є організаційно-технологічний процес зведення трансформованих малоповерхових будівель з сендвіч-панелей.

**Предметом дослідження** є параметри технологічних процесів монтажу трансформованих малоповерхових будівель з сендвіч-панелей.

**Метою роботи** обґрунтування раціональних параметрів технологічних процесів для вдосконалення технології зведення трансформованих малоповерхових будівель з сендвіч-панелей та організаційно-технологічних рішень з урахуванням їх конструктивно-технологічних особливостей.

Для досягнення поставленої мети визначено такі **завдання**:

- аналіз нормативної бази, наукових досліджень та досвіду будівництва трансформованих малоповерхових будівель з сендвіч-панелей різного призначення в Україні та за кордоном;

- формування основних підходів до вдосконалення технологій будівництва малоповерхових будівель з сендвіч-панелей;

- удосконалення конструктивно-технологічних рішень будівництва трансформованих малоповерхових будівель з сендвіч-панелей;

- визначення раціонального складу та послідовності технологічних процесів монтажу трансформованих малоповерхових будівель, процесів монтажу з урахуванням особливостей механізації робіт, чисельного та кваліфікаційного складу робітників;

- удосконалення технології зведення трансформованих малоповерхових житлових будівель із сендвіч панелей;

- багатокритеріальна оцінка зведення комплексу трансформованих малоповерхових будівель на вибір раціонального організаційно-технологічного рішення.

**Наукова новизна роботи** полягає в удосконаленні раціональних параметрів технологічних процесів монтажу ТМБ, що забезпечують розробку циклічно-збалансованих за ресурсами організаційно-технологічних моделей зведення ТМБ із сендвіч-панелей.

# **1 АНАЛІЗ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ, ВІТЧИЗНЕВОГО І ЗАРУБІЖНОГО ДОСВІДУ БУДІВНИЦТВА ТА НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В ОБЛАСТІ МАЛОПОВЕРХОВОЇ ЗАБУДОВИ**

## **1.1 Нормативна база, досвід та перспективи розвитку малоповерхового будівництва в Україні**

Розвиток малоповерхового будівництва в Україні визначено низкою нормативно-правових актів та державних програм. До них відносяться програма «Житло» та її підпрограми, Національний проект «Доступне та комфортне житло» та ін.

Реалізація цих проектів у будівельній галузі регламентована низкою нормативно-технічних документів, у тому числі актуалізованих останніми роками [99-104].

За останні 20 років відносна частка введення малоповерхового житла в Україні збільшилася більш ніж у 7 разів. В останні роки на малоповерхові будівлі стабільно припадає половина житлової площі, що вводиться в експлуатацію, а в 1990 р. вона становила трохи більше 6%. За прогнозами Уряду цей показник повинен у 2022 р. досягти 70% [115].

Виконана систематизація об'єктів малоповерхового будівництва за низкою робіт [1,4, 9, 14, 19-26, 31, 33-44, 62-68, 72-75 та ін.] дозволяє судити, що загалом малоповерхові будівлі за функціональним призначенням представляють 5 основних груп: житлові, громадські, складські, виробничі та допоміжні. Будівництво їх поширене практично у всіх регіонах країни - північних, центральних та південних [3, 19, 47, 59, 78, 95, 107 та ін].

Одним з перспективних напрямків розвитку малоповерхового домобудівництва є будівництво трансформованих швидкокомтованих

будівель. Назва «швидкокомтовані» для будівель носить дискусійний характер. Як правило, це будівлі високої заводської готовності, терміни будівництва яких на будівельному майданчику значно менше, ніж терміни їхнього заводського виготовлення або порівняно з нормованими показниками зведення об'єктів з близькими техніко-економічними показниками.

За результатами узагальнення та аналізу даних літературних джерел [4, 40, 44, 56, 64, 111 та ін.], до найбільш поширених типів малоповерхових швидкокомтованих будівель відносяться будівлі контейнерного та збірно-розбірного типів.

В опублікованих дослідженнях [111] розглянуто конструкцію швидкокомтованих будівель із сендвіч-панелей у порівнянні з іншими конструктивно-технологічними рішеннями. На рисунку 1.1 наведено порівняльну трудомісткість монтажу різних конструктивних систем за результатами узагальнення з літературних джерел [4, 62, 66].

Узагальнення та аналіз технологічних параметрів зведення малоповерхових будівель різних конструктивно-технологічних систем дозволили виявити найбільш характерні діапазони трудомісткості різних груп будівель: контейнерного типу, складених або трансформованих збірно-розбірних в процесі монтажу.

Найменшу питому трудомісткість монтажу (чол. – год./м<sup>2</sup>) мають будівлі контейнерного типу - з незнімною ходовою частиною (0,1...0,3) та без ходової частини (0,3...0,4). Для будівель збірно-розбірної конструкції (модульних будівель із блок-контейнерів, стійково-панельної та рамно-панельної конструкції) цей інтервал становить 0,7...0,9.

Будинки типу, що складаються (трансформуються) займають проміжне положення. Вони мають у 2...3 рази більшу трудомісткість порівняно з будинками контейнерного типу, але значно меншу, ніж збірно-розбірні. Узагальнені дані характерних об'єктів-представників цих типів будинків наведено в таблиці 1.1.

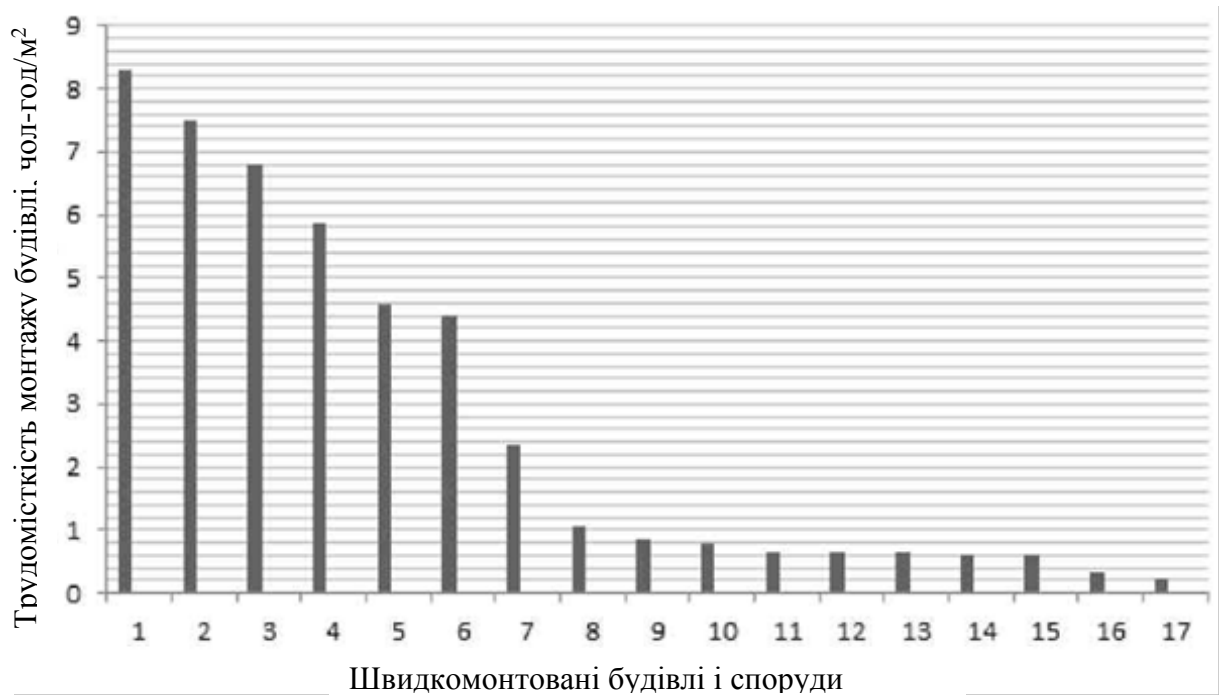


Рисунок 1.1 – Порівняльні показники трудомісткості монтажу малоповерхових будівель: 1 - технологія ДУП «МОСгіпроНІСільбуд» (елемент); 2 - монолітна технологія з легкого бетону (елемент); 3 – технологія ВАТ СВК «Мосенергобуд» (блок-секція); 4 - влаштування споруди на дерев'яному каркасі (елемент); 5 - металевий каркас з легкого сталевого профілю (елемент); 6 - блок-секційна технологія (блок-секція); 7 - конструкція будівлі, що швидко зводиться, з сендвіч-панелей; [111]; 8 - 223К-ТЗ-78 (збірно-розбірне); 9 - УІЗ-12 (збірно-розбірне); 10 - УСРЗ-12 (збірно-розбірне); 11 - КТБ-01-10 (збірно-розбірне); 12 - ПССОЕ – пакетно-складна секція з об'ємним елементом; 13 - ПССОЕ - пакетно-складна секція; 14 - КОТСС - комбінована об'ємно-тентова складна секція; 15 - "Вахта" (збірно-розбірне); 16 - ЦУБ-6 (контейнерне); 17 - "Універсал" (контейнерне)

Одним із завдань вдосконалення швидкокомтованих будівель контейнерного типу є створення будівель універсального призначення. У цих дослідженнях були використані такі переваги контейнерних будівель:

- високий ступінь заводської готовності, що дозволяє мінімізувати

трудомісткі процеси будівництва;

- заводське встановлення вбудованого технічного обладнання та інженерних систем для підключення до мереж;

- висока якість будівельних матеріалів, конструкцій та вузлів з'єднань.

Разом з тим, у цих роботах також виявлено і недоліки контейнерних типів будівель:

- менша гнучкість об'ємно-планувальних рішень порівняно зі збірно-розбірними варіантами;

- необхідність застосування кранового обладнання при монтажі.

Таблиця 1.1 - Узагальнені характеристики швидкокомтованих будівель заводського виготовлення [28, 40, 66]

Об'єкти-представники	Габаритні розміри базової конструкції, м			Інженерне обладнання		Трудмісткість монтажу
	довжина	ширина	висота	Системи опалення	Системи водопостачання	чол. – год/м <sup>2</sup>
<b>1. Контейнерні з незмінною ходовою частиною</b>						
Блок-контейнер БКП-1 (на шасі)	8	2,8	2,7	Електро-радіатори	Автономна з вбудованого баку 1200 л	0,1...0,3
Блок-контейнер БКП-3-01 (на шасі)	8	2,8	2,7	Електро-радіатори	Автономна з вбудованого баку 1200 л	0,1...0,3
<b>2. Контейнерні без ходової частини (перевозимі)</b>						
Блок-контейнери RosModul	6 и 9(до 12м)	2,4 (до 3м)	Негабаритні й груз	Електро-радіатори або водяне від зовнішніх мереж	Від зовнішньої мережі або автономна з вбудованих баків	0,3...0,4
Блок-контейнери BK-01	6	2,45	2,5	Те ж	Те ж	0,3...0,4
Блок-контейнери Containtx: 10,16,20,24,30-футові	2,9 4,8 6,0 7,5 9,1	2,4 2,4 2,4 2,4 2,4	2,5 2,5 2,5 2,5 2,5	Те ж	Те ж	0,3...0,4
Блок-контейнери mobi-con (базовий блок-контейнер БКС-700)	6	3	2,8	Те ж	Те ж	0,3...0,4
<b>3. Збірно-розбірні та модульні будівлі з блок-контейнерів</b>						

## продовження таблиці 1.1

Збірно-розбірні – стійково-панельні та рамно-панельні	Транспортний пакет	Те ж	Те ж	0,7...0,9
Збірно-розбірні модульні будівлі з блок-контейнерів	Транспортний пакет	Те ж	Те ж	1,6...2,0
4. Будівлі що складаються (трансформовані)				
ПССОЕ – пакетно-складна секція та пакетно-складна секція з об'ємним елементом*	Прольот 5,6 і 7,6м; площа - 26,88 і 36,48 м <sup>2</sup>	-	-	0,64
КОТСС – комбінована об'ємно-тентова складана секція*	Прольот - 6м; площа - 26,88 м <sup>2</sup>	-	-	0,64

Примітка: \* - експериментальний зразок (тривалість монтажу – 3 години) [80, 81].

Загалом основною особливістю будівель контейнерного типу є значне перевищення трудомісткості заводського виготовлення порівняно з монтажною. Виконані розрахунки та аналіз цього показника за узагальненими даними з літературних джерел виявили, що це співвідношення окремих типів контейнерних будівель може перевищувати 30 і більше разів (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2 - Співвідношення трудомісткості заводського виготовлення та монтажу контейнерних будівель за узагальненням [4]

№ п/п	Найменування системи	Габаритні розміри базової конструкції, м			Питома трудомісткість виготовлення норм. – ч/м <sup>2</sup>	Відношення трудомісткості виготовлення до трудомісткості монтажу
		довжина	ширина	висота		
1.	Універсал	6	3	2,95	9,8	28,1
2.	Меліоратор	9	3	2,86	8,9	25,4
3.	Контур	9	3	2,9	6,1	17,4
4.	Донбас	6	3	2,85	9,07	25,1
5.	Куб-Восток	6	3	2,85	7,3	20,8
6.	Нева	6	3	3,94	7,3	20,3
7.	Монтажник	6	3	2,97	10,4	29,7
8.	Тайга	5,99	2,99	2,86	9,9	28,2
9.	Комфорт	9	3	2,79	8,5	24,2
10.	Дніпро	6	3	2,85	4,1	11,7
11.	Куб-М	6	3	2,87	7,34	20,9
12.	Ставрополец	7	2,5	2,96	13,2	37,7
13.	Енергетик	6	3	2,9	12,8	36,5
14.	ЦУБ	9,6	3,2	3,2	8,0	22,8
15.	Вахта	12	2,9	2,9	13	37,1

Відмінною особливістю збірно-розбірних будівель є скорочення трудомісткості робіт у заводських умовах та перенесення робіт із збирання будівель з окремих конструктивних елементів на будівельний майданчик. Це позначається й на співвідношенні трудомісткостей робіт. Розрізняють збірно-розбірні будівлі стійково-панельні, рамно-панельні та збірно-розбірні модульні будинки з блок-контейнерів. За результатами узагальнення, представленого у наукових працях [4, 28, 35, 36, 41, 44, 47, 55, 56, 64,68, 72, 74,76, 87, 94, 95, 111 та ін.], діапазон зміни питомої трудомісткості монтажу для будівель першого типу становить у середньому 0,6...0,9 норм.–год/м<sup>2</sup>, а окремих систем, (наприклад з об'ємно-блочних елементів) досягає показників – 0,25 - 0,32 (таблиця 1.3).

Таблиця 1.3 - Порівняльна трудомісткість монтажу збірно-розбірних будівель [4]

№ п/п	Найменування системи	Координаційні розміри, м			Питома трудомісткість монтажу, норм. – год/м <sup>2</sup>
		ширина секції або крок колон	прольот	висота до низу несучих конструкцій	
1.	Модуль-1	4,8	14,4	7,2	0,91
2.	Модуль-2*	2,4	4,8	2,7	0,25
3.	УСРЗ-1	3	12,8	6,0	0,32
4.	УСРЗ-2	3	18,0	8,4	0,32
5.	СКЗ-М	3	12,0	5,4	0,51
6.	УИЗ-12	6	12,0	6,0	0,94
7.	УИЗ-18	6	18,0	6,0	0,74
8.	БКЗ-6	3	18,0	6,0	0,72
9.	БКЗ-7,2	3	18,0	7,2	0,72
10.	БКЗ-24	3	24	6,0	0,60
11.	БКЗ-24-7,2	3	24	7,2	0,60
12.	Монтажник	3	9,0	4,2	0,64

\*- конструктивна система з об'ємно-блочних елементів

В результаті науково-дослідних робіт у галузі швидкобудуємого будівництва будівель було розглянуто вдосконалене конструктивне рішення збірно-розбірної будівлі «Модуль», що дозволяло скоротити більш ніж у 3 рази трудомісткість монтажу за рахунок створення об'ємно-блочних елементів



(див. табл.1.2).

Для цієї конструктивної системи було взято мінімальну кількість елементів будівлі, що включає 12 конструктивних елементів, які поєднують 5 конструктивних схем – стійково-панельну, рамно-панельну, об'ємно-блочну, підвісну та комбіновану. Ця різноманітність дозволила вести будівництво швидкокомтовані будівлі з різним функціональним призначенням.

Модульні будівлі є мобільними, збірно-розбірними конструкціями, що дозволяють при необхідності розібрати будівлю на окремі елементи брати будівлю на окремі елементи (блок-контейнери), перевезти їх до закінченої повнокомплектної модульної будівлі з усіма інженерними системами та обладнанням. Завдяки упаковці блок-контейнера в транспортний пакет можлива значна економія на доставці (3-4 рази), особливо у віддалені райони. У цьому випадку на місці установки проводиться складання блок-контейнерів та з'єднання їх між собою в модульну будівлю.

Інженерне обладнання швидкокомтованих будівель включають системи опалення - електрорадіатори або водяне від зовнішніх мереж та системи водопостачання - від зовнішньої мережі або автономна із вбудованих баків, гаряче водопостачання – з бака з нагріванням електротенами.

В даний час, крім вдосконалення традиційних конструктивних систем, розробляються і зводяться в експериментальному будівництві варіанти будівель систем, що складаються (див. табл. 1.1).

Основними перевагами складених будівель в порівнянні зі збірно-розбірними і контейнерними є підвищений ступінь заводської готовності і збільшення корисного об'єму від 1,5 до 3 разів, компактні габаритні розміри для транспортування, скорочення часу використання монтажного крана і кількості робочих будівельної бригади, зайнятих на складанні будівель, зменшення ваги пакетів за допомогою використання полегшених матеріалів.

В опублікованих дослідженнях пропонується оцінювати переваги різних конструктивно-технологічних систем швидкокомтованих будівель за 5-ма

видами технологічності [4].

По-перше, це технологічність виготовлення, яка представляє собою порівняльну оцінку таких характеристик, як різнотипність, загальна кількість елементів, матеріаломісткість, трудомісткість, деформація та напруги, механізація технологічних процесів, точність геометричних форм, крупність елементів, збирання та готовність. По-друге, це транспортна технологічність що характеризує різнотипність, вартість транспорту, укрупнення відправних елементів, завантаження рухомого складу транспортного засобу, механізація навантаження та розвантаження. По-третє, технологічність монтажних робіт – характеристика, що відповідає таким критеріям, як трудовитрати, виконання мокрих процесів, деформація та напруга, механізація процесів, швидкість виконання БМР, однорідність осередків будівлі, однорідність ділянок захваток ярусів, однорідність конструктивних елементів, зручність зварювання, облік допусків. По-четверте, експлуатаційна технологічність – сукупність технічних властивостей житлового будинку під час нормальної експлуатації, що характеризується з позиції узагальненого критерію оцінки. Експлуатаційна технологічність повинна враховуватися на стадії проектування та задовольняти вимоги зручності в експлуатації та витрат на експлуатацію; економії енергоресурсів та автоматизації; трудомісткості та мінімізації витрат. По-п'яте, технологічність модернізації та реконструкції, як покращення та зміни технічних властивостей житлового будинку: відповідно до сучасних вимог розвитку технічного рівня будівельного виробництва.

Крім того використовується поняття загальної технологічності, під якою в авторських дослідженнях [4, 64, 65] пропонується розуміти сукупність технічних та організаційно-технологічних рішень зведення індивідуальних житлових будинків, їх експлуатації, давальної модернізації та реконструкції, що характеризують сучасні вимоги до будівельного виробництва.

В цілому, теоретичні дослідження послужили основою розвитку нових форм раціонального проектування та будівництва малоповерхових будівель,

що швидко зводяться, і вдосконалення нормативно-технічної бази малоповерхового домобудування [88, 96, 98-104, 112 та ін.].

## **1.2 Закордонний досвід будівництва малоповерхових будівель**

У зарубіжних дослідженнях та практиці будівництва є досвід розробки та будівництва швидкокомтованих будівель, [11, 38, 40, 77, 127, 129, 130]. Здебільшого за функціональним призначенням вони схожі з вітчизняними розробками і представляють:

- житлові будинки економічного класу;
- тимчасові житлові будинки для робітників на будмайданчиках;
- тимчасові житлові будинки на випадок ліквідації стихійних лих та техногенних катастроф;
- будинки для військовослужбовців на час проведення навчань та військових операцій.

В ряді європейських країн, а також США та Канаді, за швидкою будівельною технологією ведеться будівництво будинків різних конструктивно-технологічних систем - контейнерних, панельних, каркасно-панельних, а також пневматичних та тентових (таблиця 1.4).

Найбільшого поширення набули каркасно-панельні – від 64 до 95%, як менш затратні у будівництві. Модульні будівлі становлять від 3 до 22% [38, 67].

Швидкокомтоване житло характерне для країн, де населення має значний приріст протягом року: США - від 7 до 14%; Канаді – від 1,4 до 2,9%; Німеччини – від 26 до 42%.

Таблиця 1.4 - Конструктивно-технологічні рішення швидкокомтованих будівель у зарубіжних країнах

№ п/п	Країна	Комплекс	Габарити, м			Конструктивне рішення	Призначення
			довжина	ширина	висота		
1	Австрія	CONTAINEX	2,9	2,4	2,5	блок-контейнери	офісні, житлові, санітарні, складські
			4,8	2,4	2,5		
			6,0	2,4	2,5		
			7,5	2,4	2,5		
			9,1	2,4	2,5		
2	Англія	PORTAKABIN PLAN	2,4-3,6	2-12	2,3-2,4	контейнерна, панельна	житлові дома, городки будівельників
3	Німеччина	STRIEF, VARICON, BUCK	2,4-3	4,8-30	2,2-2,4	контейнерна, панельна	житлові дома, офіси, магазини
4	Іспанія	MBP, ISO	2,4-2,5	6-12	2,2-3,6	контейнерна, каркасно-панельна	городки будівельників, житлові дома
5	Італія	INTERCAMP, CARAVAN	2,5-3,6	5-12	2,4	контейнерна	житлові будинки, офіси
6	Фінляндія	HUURRE, DOMINO, FINNCAMP	2,4-2,5	4,8-12	2,6-3,1	каркасно-панельна	житлові дома, гуртожитки
7	Франція	VARIAL, TECHNAL, ISO	2,43-2,5	2,991-12,19	2,1-2,3 2,3	панельно-контейнерна	житлові дома, магазини, кемпінги
8	Канада	ATCO, ISO	3-3,6	6-16,2	2,2-2,4	контейнерна, каркасно-панельна	гуртожитки, вахтові селища
9	США	MOBIL, HOUSE, TRAILER MUST, MICE JAMESWAY, PERSHING PLAYDOM, SECTION	2,4-3,6	4,8-30	2,1-2,4	контейнерна пневматична тентова каркасно-панельна	військові бази, пересувні селища зальні споруди тимчасові бази військ, житлові будівлі, селища
			6-7,2	15,9-72	3-5,9		
			4,8-6	1,2-120	4-6		
			5,2-6	6,4-14,6	3,2-9		

У США, щорічне збільшення будівництва житла, що швидко зводиться, становить від 18 до 23%, у Німеччині - від 29 до 43%.

В структурі конструктивних систем швидкокомтованих будівель у різних країнах склалися індивідуальні особливості (табл.1.5).

Таблиця 1.5 - Типи швидкокомтованих будівель за кордоном

№ п/п	Країна	Тип швидкокомтованих будівель		
		Панельне	Модульне	Каркасне
1.	США	2,5%	2,5%	-
2.	Німеччина	25%	20%	-
3.	Канада	9%	8%	83%
4.	Фінляндія	12%	25%	65%

Близько 62% мешканців Канади проживають у малоповерхових будинках. Будівництво швидкокомтованих будівель у Канаді на 8% випереджає багатоквартирне. Проте малоповерхових індустріальних будівель у Канаді виробляється на 17% менше, ніж у Сполучених Штатах Америки [38,40].

На швидкобудуюємі будівлі в будівельному секторі Канади припадає: на панельні будівлі - 9%; модульні – 8%, каркасні – 83% (див. табл.1.5).

Швидкокомтованих малоповерхових будинків у Канаді (76%) менше, ніж у Сполучених Штатах Америки (91%). Це пов'язано з тим, що більшість жителів країни концентрується у містах, а щільність населення низька і становить близько 1,9 чоловіка на 1 км<sup>2</sup>. Основний тип швидкокомтованих будівель - каркасний.

У Фінляндії переважними типами швидкозведених малоповерхових будівель є дерев'яно-каркасні. На долю швидкокомтованих будівель у будівельному секторі припадає на панельні будівлі - 12%; модульні – 25%, каркасні – 65% (див. табл.1.5) в них проживають 66% власників житла.

Основною конструктивною схемою швидкокомтованих будівель є дерев'яно-каркасна, що пов'язано з великими запасами лісу, високим горизонтом ґрунтових вод та рельєфом поверхні ґрунту та мінімізацією витрат на будівництво.

З аналізу джерел [11, 38, 77] випливає, що за кордоном в галузі проектування та технології швидкого зведення будівель накопичено значний досвід.

У наукових дослідженнях вчених з Англії та Німеччини Вудса С., Канділіса Ж., Моргана П., Чока У., Фрідмана І. основні завдання були спрямовані на подальше вдосконалення конструктивно-технологічних рішень трансформованих будівель з урахуванням нарощування елементів. Дослідження вчених з Італії та Іспанії - П. Солері, І. Бласко, С. Міллера та Р. Штромера, були спрямовані на інновацію конструктивно-технологічних рішень через трансформацію огорожувальних елементів швидкокомтованих будівель.

З аналізованих джерел [11, 38, 77] також встановлено, що за кордоном широко застосовуються блок-контейнери та збірні швидкокомтовані будівлі.

В цілому, аналіз літературних даних [4, 38, 122-131] щодо будівництва швидкокомтованих будівель за кордоном, показав, що технології будівництва швидкокомтованих малоповерхових будівель у європейських країнах, а також США та Канаді розвиваються в адаптації до місцевих природно-кліматичних умов, будівельних матеріалів, демографічним тенденціям та екологічним вимогам для забезпечення потреб населення будівельною продукцією відповідного профілю.

### **1.3 Формування основних підходів до вдосконалення технологій будівництва малоповерхових будівель**

Грунтуючись на досвіді будівництва сучасних швидкокомонуємих малоповерхових будівель, завдання їх удосконалення спрямовані на забезпечення конкурентоспроможних показників технологічності.

По науково-технічному рівню це рішення означає розробку нових моделей швидкобудуємих будівель, що базуються на результатах наукових досліджень, що перевершують передові вітчизняні та зарубіжні зразки, що застосовуються в масовому та експериментальному будівництві.

Якісний рівень конструктивно-технологічних рішень швидкокомонтованих будівель означає ступінь відповідності нормативним вимогам в галузі організації та технології будівництва; рівень конкурентоспроможності швидкокомонтованих будівель визначається ступенем їх затребуваності в інноваційних проектах; рівень технологічності швидкокомонтованих будівель визначається показниками трудомісткості, тривалості та вартості будівництва, порівнянними з традиційними технологіями.

Для вдосконалення конструктивно-технологічних рішень швидкозведених малоповерхових будівель необхідний комплексний підхід та облік наступних параметрів, що відповідають базовим нормативним вимогам [37; 99; 103; 104].

Так, об'ємно-планувальні рішення визначаються габаритами приміщень, їх пропорціями з обов'язковим урахуванням соціальних, культурних особливостей, умовою кліматичного району, де планується будівництво будівлі, а також відповідністю кількості кімнат, житловою площею, загальним будівельним об'ємом, оснащеністю інженерними комунікаціями з урахуванням вимог загальнодержавних та територіальних норм проектування

та будівництва.

Рішення за ергономічними показниками приймаються з урахуванням зручності проживання, конструктивно-технологічні рішення – з урахуванням кліматичних умов.

Відповідно до заданих параметрів одним з найбільш перспективних рішень є розробка трансформованих будинків, транспортування яких здійснюється плоскими пакетами, а в процесі монтажу за рахунок конструкції вузлових з'єднань вони трансформуються в проектне положення. Кріплення елементів та просторова фіксація під час зведення може здійснюватися за рахунок збірних вузлів. Інженерні вводи для комунікацій з'єднуються за допомогою швидкозбірних пристроїв, а зовнішні шви герметизуються та утеплюються із застосуванням довговічних матеріалів.

Рішення з транспортування пакетів швидкозведеної малоповерхової житлової будівлі визначається здатністю упаковки конструкції трансформованої будівлі, що складається, до раціонального переміщення, а також виробництва вантажно-розвантажувальних робіт, відповідності габаритних розмірів будівлі в існуючий парк спеціалізованого автотранспорту.

У поставках комплектів пакетів складених трансформованих будівель передбачається монтажне технологічне обладнання, інвентар, паспорт на будівлю, документи до комплектуючого обладнання.

Таким чином, з урахуванням вимог базової нормативно-технічної документації, вдосконалення технологій зведення малоповерхових будівель може бути реалізовано шляхом розробки високого ступеня індустріалізації будівель, що трансформуються.

Для цього на першому етапі необхідно організувати виробництво малоповерхових трансформованих будівель, що швидко зводяться з сендвіч-панелей. Це можливо за рахунок реконструкції деревообробних підприємств, що діють, і, насамперед, заводів КДК (клеєних дерев'яних конструкцій), а



також підприємств, що випускають сендвіч-панелі.

На другому етапі вирішується завдання раціонального транспортування такого будинку у вигляді компактного пакета, що легко складається, і скорочення транспортних витрат за рахунок компактності одночасного перевезення декількох пакетів.

Третій етап – розробка технології зведення малоповерхових трансформованих будівель на основі проведення досліджень технологічних процесів та операцій монтажу надземної частини ТМБ з обґрунтуванням застосування монтажних машин і механізмів, кваліфікації та кількості робітників, визначення витрат праці робітників та машинного часу, що використовуються в технологічному проектуванні. Як правило, їх визначають на основі результатів досліджень витрат праці, а також використання машин під час виконання будівельно-монтажних робіт з метою встановлення раціональних умов виконання всіх складових технологічних процесів, операцій та режимів, а також надалі для розробки технічно обґрунтованих норм часу.

Внутрішньозмінні витрати робочого часу класифікуються на витрати часу робітників та часу використання машин. Їх можна визначати відповідно до сформованих підходів [58].

Відповідно до регламентних вимог витрати робочого часу робітників включають: час роботи за завданням - оперативної (основної та допоміжної) та підготовчо-заключної роботи; час роботи не за завданням - непередбачуваної та зайвої роботи; час перерв у роботі: час регламентованих перерв - на відпочинок, особисті потреби, технологічні особливості та нерегламентованих перерв - простоїв через погану організацію робіт, з випадкових причин, через порушення трудової дисципліни.

У процесі дослідження розробки нових чи вдосконаленні традиційних технологій визначають, насамперед, час роботи за завданням – час, протягом якого робочий зайнятий виконанням отриманого завдання, включаючи

підготовку до виконання.

Час оперативної роботи включає час на технологічні операції, пов'язані зі зміною форми та розмірів, зовнішнього вигляду, складу, властивостей, стану та положення у просторі предметів праці, включаючи розмічувальні та перевірочні роботи, технологічно непереборні переходи, час активного спостереження за перебігом технологічного процесу.

При виробництві продукції умовах незмінної технології витрати оперативного часу, зазвичай, пропорційні обсягу завдання і постійно повторюються. Диференціації цих витрат тимчасово основний і допоміжної роботи визначення трудовитрат, зазвичай, не потребується.

Крім того, при виконанні технологічних операцій та процесів визначається час підготовчо-заключної роботи – час, що витрачається робітником на підготовку до роботи відповідно до встановленої технології, підтримання в робочому стані в чистоті знарядь праці та робочого місця в процесі роботи, прибирання робочого місця в кінці зміни тощо. Відмінною ознакою часу підготовчо-заключної роботи є відсутність прямої залежності від обсягу виконання завдання.

Час не за завданням – час, що витрачається робітником на виконання будь-якої роботи, не обумовленої виробничим завданням. За завданням може виконуватися непередбачена чи зайва робота.

Час непередбачуваної роботи – час, що витрачається робітникам на виробничу роботу, що не відноситься до даного виробничого завдання і супроводжується отриманням іншої продукції. Цю роботу не можна кваліфікувати як втрати та не можна віднести її до необхідних витрат, що включаються до складу витрат праці, оскільки вона не передбачається технологією виробничих процесів. За правильної організації праці та виробництва непередбачуваної роботи виключається.

Час зайвої роботи є час, витрачається робочим виконання невиробничої роботи, яка дає приросту продукції чи поліпшення її якості. Зайва робота є

найчастіше зустрічається групою прихованих втрат робочого дня.

Час перерв у роботі - це час, протягом якого робітник не працює незалежно від того, якою причиною це спричинено. Час регламентованих перерв передбачено нормальною технологією та організацією будівельно-монтажних процесів, з урахуванням фізіологічних потреб робітників, які беруть участь у виконуваний роботі. Час на відпочинок призначений для відновлення робітникам своїх сил у процесі роботи, а на особисті потреби – для дотримання особистої гігієни та природні потреби.

Час технологічних перерв передбачений технологією будівельно-монтажного процесу. Технологічні перерви є необхідними витратами часу та включаються до складу виробничих норм.

Час нерегламентованих перерв включає перерви у роботі, спричинені будь-якими порушеннями нормального перебігу будівельно-монтажного процесу, незалежно від характеру цих причин. Час простоїв через погану організацію робіт – це час перерв у роботі, викликаних відсутністю чи невчасною доставкою на робочі місця матеріалів; відсутністю, недоліком або невчасним постачанням енергією, газом чи іншими енергетичними ресурсами; відсутністю чи нестачею фронту робіт; відсутністю чи затримкою вказівок технічного персоналу, і навіть іншими причинами організаційного характеру. Час простоїв з випадкових причин викликано причинами, що не залежать від рівня організації виробництва на будівництві (простий через сильний дощ або перебої в постачанні електроенергією, що надходить на будівництво ззовні, і т.п.). Час перерв через порушення трудової дисципліни виникає через запізнення або передчасне звільнення робітників з робочого місця без поважних причин.

Для механізованих процесів визначається час використання будівельних машин. Його поділяють на роботи з завдання - робота під повним і під неповним навантаженням, а також вхолосту; роботи не за завданням - непередбачена та зайва робота; час перерв у роботі машин - регламентованих

(пов'язаних з технічним доглядом за машиною, відпочинком та особистими потребами робітників) та нерегламентованих - простоїв через погану організацію роботи, а також з випадкових причин, через порушення трудової дисципліни робітниками.

Час роботи крана на монтажних процесів включає час, протягом якого кран перебуває у дії та виконує роботу як передбачену, так і не передбачену виробничим завданням. Час не за завданням – час, протягом якого кран може бути використаний для виконання роботи, не передбаченої виробничим завданням за умови дотримання правильної технології виконання робіт). Під час роботи крана під повним навантаженням, його використовують найефективніше, на оптимальному режимі, який вимагається правилами технічної експлуатації. Час роботи під неповним навантаженням – включає підйом краном вантажів, маса яких нижча за його паспортну вантажопідйомність.

З іншого боку, завжди має місце час роботи крана вхолосту, тобто без навантаження (включає зворотний поворот стріл крану). Виникнення цього елемента витрат робочого дня пов'язані з конструктивними особливостями та специфікою його експлуатації. Поряд із регламентованою холостою роботою можлива і випадкова, обумовлена недоліками організації виробництва, недбалістю робітника тощо, причинами.

При аналізі складу робочого дня важливо розмежувати зазначені види холостої роботи, оскільки цього неможливо проектувати заходи щодо підвищення ефективності роботи.

Час роботи не за завданням – час, протягом якого кран використовують для виконання будь-яких робіт, які не передбачені виробничим завданням. Час непередбачуваної роботи – час використання машини виробництва продукції, що не належить до основного завдання. Цю роботу до складу виробничої норми не включають.

Час зайвої роботи може виникнути внаслідок неякісного виконання

операцій машиністом або іншими робітниками, зайнятими у будівельному процесі, а також виправленні браку, допущеного робітниками, зайнятими у суміжних процесах, тощо.

Обов'язково виникає час перерв у роботі крана – час бездіяльності, незалежно від причин, викликаних цим простій. Час регламентованих перерв – перерви, причинами виникнення яких є технологічні особливості експлуатації, непереборні технологічні перерви в організації будівельного процесу, а також перерви, пов'язані з відпочинком та особистими потребами робітників, зайнятих у виробничому процесі.

Час перерв, пов'язаних із технічним доглядом за краном – перерви, необхідні для технічного догляду протягом зміни відповідно до вимог інструкції (мастило, заправка паливом, огляд тощо). Час перерв, пов'язаних із процесом роботи – перерви в роботі, коли згідно з технологією ведення робіт кран не може бути використаний у даному процесі. Час перерв, пов'язаних з відпочинком та особистими потребами робітників – період бездіяльності крана через відпочинок та відсутність по особистих потребах обслуговуючого персоналу.

Час нерегламентованих перерв викликають простої машини у зв'язку з порушенням нормального перебігу виробничого процесу, незалежно від причин, що викликали ці порушення. Час простоїв через погану організацію роботи виникають у зв'язку з порушенням виробничого процесу (відсутністю матеріалів, пального, енергії, невідповідності фронту робіт, позапланові ремонти тощо).

Час простоїв з випадкових причин відбуваються через незалежні від рівня організації виробництва на будівництві - несприятливі метеоумови, відсутність електроенергії, що надходить на об'єкт будівництва ззовні тощо. , самовільних відлучок з робочого місця, передчасного звільнення з роботи, відволікань протягом дня заняттями, не пов'язаними з виробничим завданням.

При вивченні витрат робочого часу з метою проектування виробничих

норм для нових технологічних процесів робочий час робітників або час використання машини поділяються на дві групи - витрати, що включаються до норм, та ненормовані витрати.

До складу нормованих витрат входить робота за завданням та регламентовані перерви, а до ненормованих витрат належать нерегламентовані перерви та робота не відповідно до завдання.

При вивченні витрат робочого часу з метою виявлення та встановлення його витрат усі витрати поділяють на продуктивні витрати (необхідні виконання продукції) і втрати часу. До продуктивних витрат відноситься: час основної роботи, час непередбачуваної роботи та регламентовані перерви. До витрат робочого дня відносять час зайвої роботи та час нерегламентованих перерв.

Для розробки технології монтажу ТМБ на основі сендвіч-панелей необхідно дослідити тимчасові параметри основних процесів та операцій, витрат праці робітників та машинного часу, а також вплив окремих факторів на тривалість технологічного процесу загалом.

Для забезпечення високої технологічності виконання робіт істотними умовами можуть бути раціональні розміри та вузли з'єднання панелей, взаємопов'язання послідовності технологічних операцій та процесів з використанням монтажного обладнання та трудових ресурсів, збалансованість трудомісткості виконання робіт у заводських та будівельних умовах.

Таким чином, підвищення монтажної технологічності може бути досягнуто за рахунок удосконалення конструктивно-технологічних рішень малоповерхових будівель, що швидко зводяться.

## **2 ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ МОНТАЖУ ТМБ**

### **2.1 Особливості конструктивно-технологічних рішень ТМБ**

Конструкція ТМБ має характерні особливості, що впливають на технологію його зведення. Основні конструктивні елементи ТМБ представлені у таблиці 2.1.

Однією з особливостей ТМБ є те, що огорожувальні конструкції виготовляють з легких сендвіч-панелей, що впливає на зниження його маси і, як наслідок, вибір монтажного крана. Підлога, стеля першого поверху, напівпанелі торцеві першого поверху, а також розкріплення стінових елементів підлоги і стелі здійснюється силовим кутиковим елементом.

Основна особливість технології монтажу малоповерхової житлової будівлі із сендвіч-панелей пов'язана з тим, що її конструктивні елементи зібрані у компактні пакети. ТМБ складається з двох пакетів, що являють собою ліву та праву частини будівлі. Пакети включають поздовжні стінові панелі та торцеві стінові напівпанелі, напівпанелі підлоги та напівпанелі стелі першого поверху будівлі, з'єднані шарнірами між собою та з нижнім ребром схилу даху.

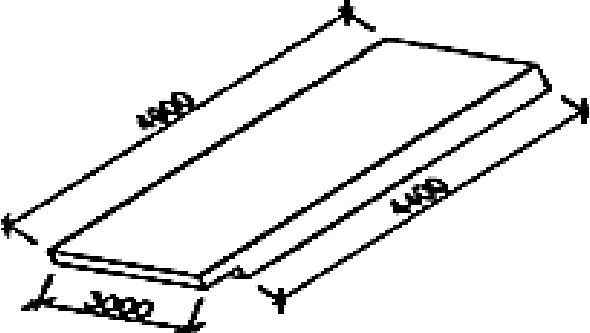
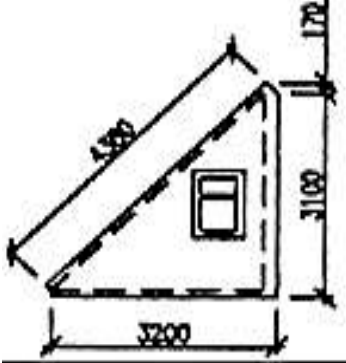
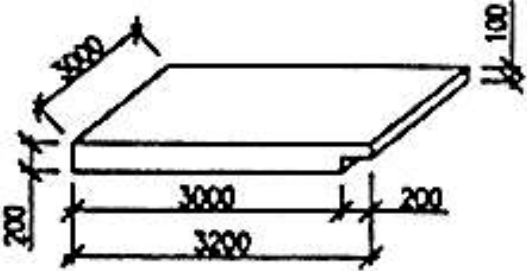
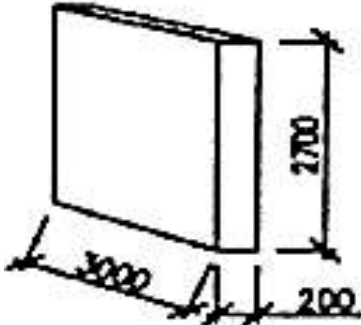
На верхніх поздовжніх ребрах схилу даху кожного пакету розміщені петлі для протягування шарнірного штиря, що з'єднує пакети в єдину конструкцію будівлі. Торці даху виконані у вигляді напівфронтонів, шарнірно з'єднані з боковим ребром схилу даху.

Для регулювання відстані між скатами даху в нижніх кутах, утворених схилом даху та перекриттям першого поверху, розміщені дужки, через які шарнірно проходять регульовані по довжині штанги, забезпечені талрепом.

Металеві вироби (фурнітура та металеві деталі) забезпечують шарнірний

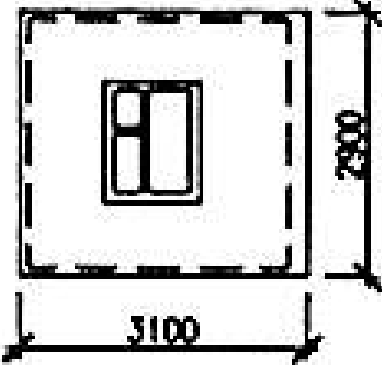
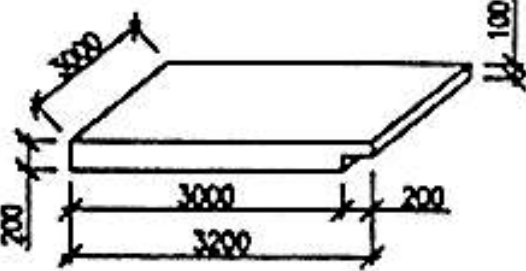
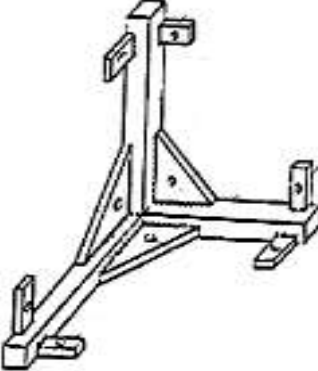
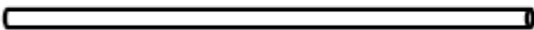
зв'язок окремих панелей - напівпанелі даху, напівпанелі фронтонів, напівпанелі плит перекриття (рисунок 2.1, 2.2).

Таблиця 2.1 – Основні конструктивні елементи ТМБ

Найменування	Графічне зображення	Вага елемента
Скат доху 2 шт		820 кг
Напів фронтон 4 шт		390 кг
Перекриття 4 шт		820 кг
Повздовжня стіна 5 шт		820 кг



продовження таблиці 2.1

Напівторцева стіна 4 шт		405 кг
Цокольне покриття 2 шт		820 кг
Силовий кутовий елемент 8 шт		12 кг
Стрижень силового вузла		50 кг
Всього: ТМБ		8076 кг

Для монтажу будівлі з внутрішньої сторони даху вздовж осі гребню розміщена трапецієподібна силова балка у вигляді дерев'яного бруса з прикріпленим до нього двотавром, причому до балки рівновіддалено від її кінців прикріплені монтажні петлі. У верхніх кутах та нижніх кутах першого поверху будівлі розміщено силові елементи жорсткості, виконані з металевого квадрата, розкріпленого металевими трикутниками. Дужки мають отвори для болтового з'єднання взаємно перпендикулярно розташованих панелей будинку.

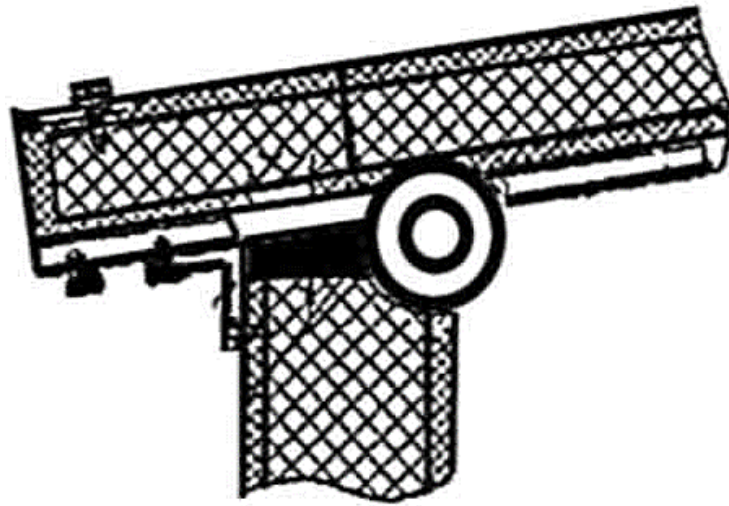


Рисунок 2.1 – Конструкція шарнірного примикання стінової панелі ТМБ до покрівлі

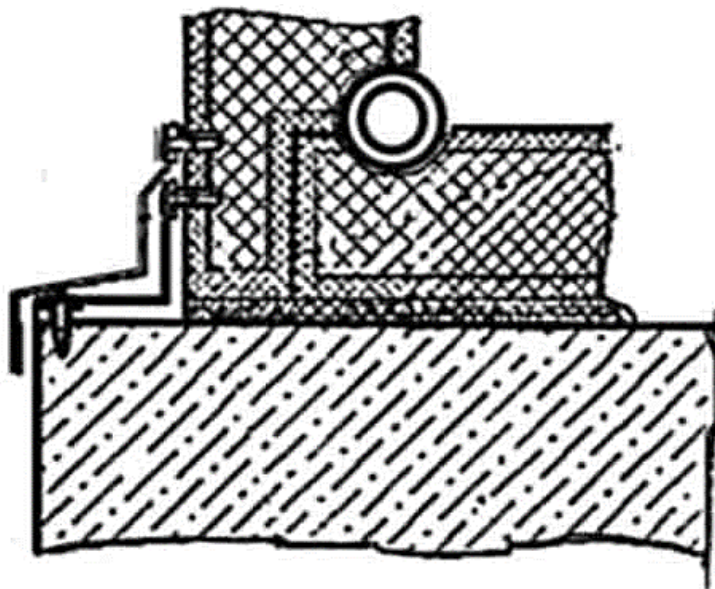


Рисунок 2.2 – Конструкція примикання шарнірно-закріпленої стінової панелі ТМБ до цоколя

Технологічна послідовність трансформування представленої конструкції будівлі у заводських умовах, монтажного процесу та проектного положення представлена на рисунку 2.3.

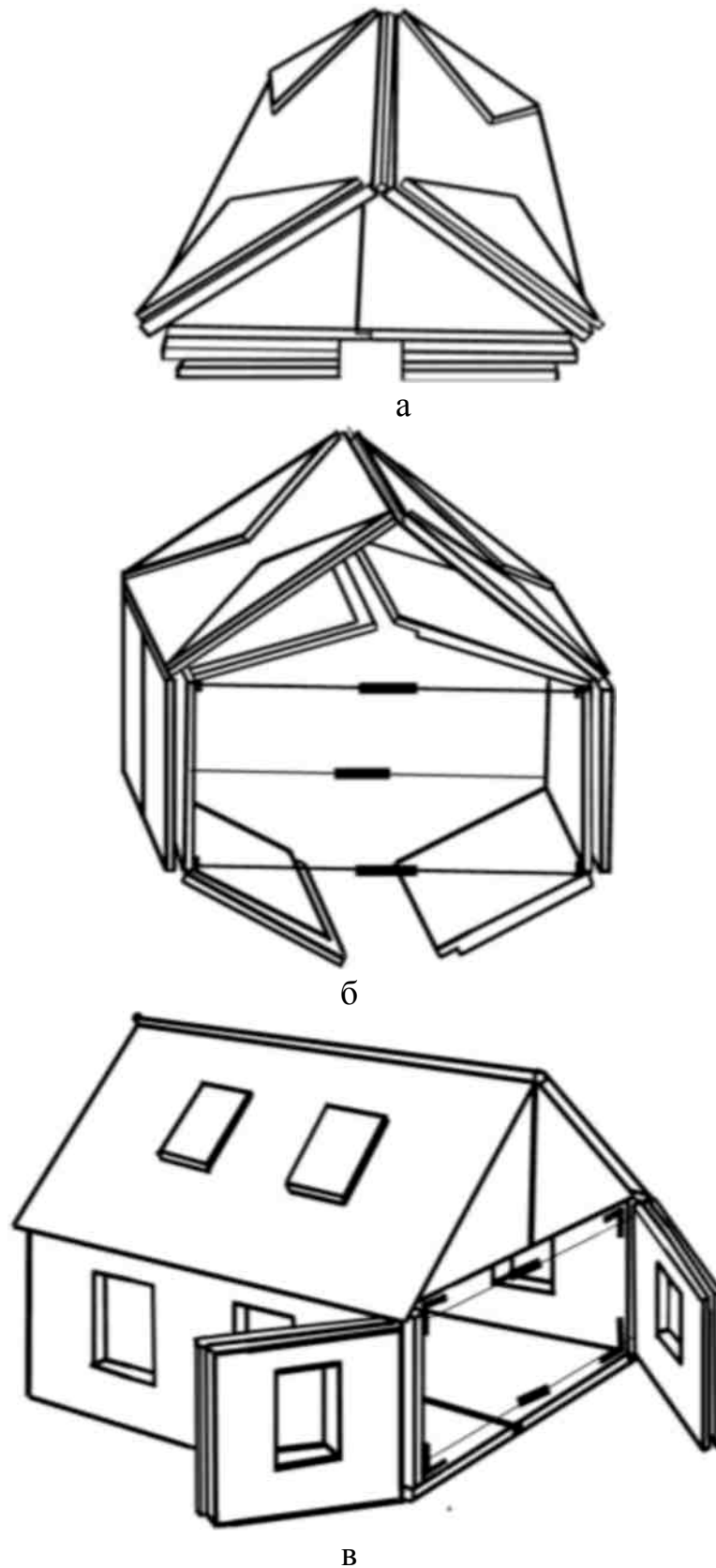


Рисунок 2.3 – Трансформування малоповерхової будівлі:  
а, б, в – технологічна послідовність відповідно у заводських умовах, на  
монтажі та в проектному положенні

З урахуванням наведених вище особливостей предс алгоритм раціональної послідовності монтажу елементів надземної частини швидкозведеної будівлі з сендвіч-панелей.

## **2.2 Аналіз методу хронометражу для дослідження технологічних операцій під час зведення ТМБ**

При розробці технології зведення надземної частини ТМБ вченим Плєшивцевим О.О. було потрібне дослідження витрат праці робітників і машинного часу, що використовуються у технологічному проектуванні з метою встановлення раціональних умов для виконання всіх складових технологічних процесів, операцій та режимів, а також надалі для розробки технічно обґрунтованих норм часу. Для вирішення цього завдання було використано метод хронометражу, з якого вивчали оперативний час циклічних елементів робочого процесу, необхідне отримання одиниці продукції.

Під час проведення хронометражних досліджень показники часу вимірювали з допомогою секундоміра з точністю до 1с. Проводячи спостереження, спочатку таблицю кожному за об'єкта будівництва ТМБ записували найменування будівельно-монтажного процесу, назви технологічних процесів та операцій, дату, початок, тривалість і закінчення спостережень. Після цього проводили хронометраж, записували отримані дані в таблиці [82, 83, 84, 85].

Дані спостережень обробляли після закінчення всіх вимірів. При цьому з хронометражного ряду виключали нечисленні виміри, які різко відрізнялися тривалістю операцій, що пояснюється випадковими причинами, спричиненими різними порушеннями під час того чи іншого

процесу.

При проведенні хронометражу кількість використовуваних для розрахунку вимірів тривалості операцій або процесу пов'язана також з величиною коефіцієнта стійкості хронометражного ряду  $K_y$ , що визначається за формулою:

$$K_y = t_{\max} / t_{\min} , \quad (2.1)$$

де  $t_{\max}$  і  $t_{\min}$  - максимальні та мінімальні величини хронометричного ряду, с.

Результати розрахунку  $K_y$  представлені у таблиці 2.2.

Після перевірки хронометражного ряду на його стійкість та виключення дефектних вимірів визначили сумарну тривалість всіх елементів даного ряду. Поділом сумарної тривалості кількість вимірів у ряду встановлювали середню тривалість виконання операції  $t_{cp}$ :

$$t_{cp} = \Sigma t_i / \Sigma n , \quad (2.2)$$

де  $\Sigma t_i$  – сумарна тривалість всіх елементів після очищення ряду;

$n$  - кількість вимірів в очищеному ряду.

При очищенні хронометражного ряду враховували три основні вимоги. При значенні  $K_y \leq 1,3$  ряд вважається стійким та перевірки не вимагає. За результатами вимірювань з 11 хронометражних рядів 9 не вимагає очищення (табл.2.2).

У двох випадках з одинадцяти, коли коефіцієнт стійкості визначений у діапазоні  $1,3 < K_y \leq 2$  (табл.2.2), перевірку та очищення проводили за методом визначення граничних значень, за формулами:

$$a_n \leq \frac{\Sigma a_i - a_n}{n-1} + K_{lim} (a_{n-i} - a_1) \quad (2.3)$$

$$a_n \geq \frac{\Sigma a_i - a_1}{n-1} + K_{lim} (a_n - a_2) \quad (2.4)$$

де  $a_n$  - найбільше значення ряду;

$a_1$  – найменше значення ряду;

$\Sigma a_i$  - сума всіх значень ряду, що перевіряється;

$n$  - кількість значень в ряду;

$K_{lim}$  - коефіцієнт, що залежить від кількості значень в ряду, який приймався в відповідності до рекомендацій [11] дорівнює 0,9, оскільки кількість значень в ряду, крім перевіряемого, перебуває у інтервалі від 11 до 15.

Оскільки значення  $K_y > 2$  у хронометричних рядах не встановлено, то для перевірки та очищення рядів метод відносної середньої квадратичної помилки не використовувався.

Таким чином, в ході дослідження було отримано експериментальні значення тривалості монтажу 15-ти об'єктів ТМЗ та здійснено теоретичну обробку їх результатів (див. табл. 2.2).

За середніми значеннями результатів хронометражних досліджень побудовано діаграму, що дозволяє оцінити пайовий (відсотковий) вплив складових комплексний процес монтажу технологічних операцій та процесів (рис. 2.4).

В результаті дослідження нормативної тривалості на прикладі зведення 15 об'єктів ТМБ було отримано, що найбільш характерним для будівництва ТМБ є часовий інтервал 8,7-8,9 (годин). У цьому інтервалі зведено 11 об'єктів ТМБ. Відхилення від цього інтервалу у велику сторону для трьох з 15 об'єктів ТМБ незначне, а сам процес зведення не перевищує 9 годин.

Скорочення тривалості окремих операцій монтажу потребує вдосконалення кваліфікації робітників, зайнятих на монтажі нових конструкцій.

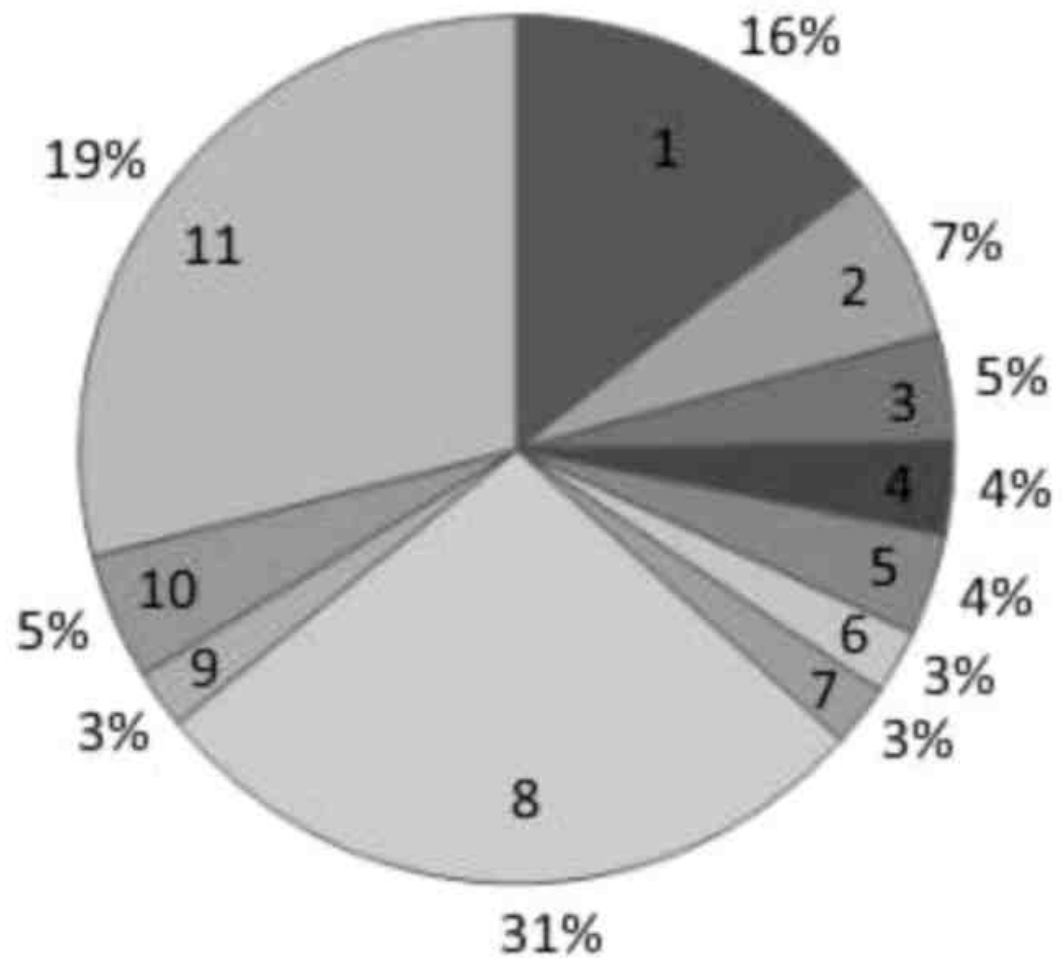


Рисунок 2.4 – Співвідношення тривалості технологічних процесів та операцій монтажу ТМБ: 1- підготовка до монтажу ТМБ; 2- встановлення пакетів ТМБ на ростверк фундаменту; 3- вивіряння та розстропування пакетів ТМБ; 4 - протягування стрижня-штиря гребеневого вузла; 5 - стропування гребеневого вузла, підйом краном; 6-фіксація розкритих елементів ТМБ; 7 - вивіряння та розстроповування гребеневого вузла; 8 - герметизація стиків панелей ТМБ; 9 - підвіска каната з талрепом до поздовжніх стінових панелей; 10-стягування поздовжніх стінових панелей канатом з талрепом; 11-установка кутових силових елементів

Технологічні процеси та операції	Тривалість (год) технологічних операцій монтажу надземної частини МТБ згідно варіантам													К <sub>y</sub>	t <sub>ср</sub>	σ		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13				14	15
1. підготовка до монтажу ТМБ	1,26	1,27	1,28	1,29	1,28	1,26	1,30	1,29	1,29	1,31	1,31	1,30	1,31	1,29	1,28	1,03	1,28	0,046
2. встановлення пакетів ТМБ на ростверк фундаменту	0,54	0,59	0,57	0,59	0,58	0,57	0,56	0,57	0,58	0,53	0,53	0,57	0,56	0,58	0,59	1,11	0,58	0,018
3.																		
4. вивіряння та розстроювання пакетів ТМБ	0,35	0,37	0,39	0,40	0,36	0,37	0,36	0,39	0,37	0,34	0,34	0,35	0,38	0,36	0,40	1,28	0,37	0,026
5. протягування стрижня-штиря гребеневого вузла	0,30	0,38	0,39	0,38	0,39	0,38	0,39	0,40	0,37	0,30	0,30	0,39	0,40	0,36	0,40	1,4	0,35	0,033
6. строювання гребеневого вузла, підйом краном	0,33	0,35	0,34	0,36	0,37	0,33	0,35	0,38	0,37	0,21	0,21	0,36	0,38	0,32	0,20	1,21	0,35	0,022
7. фіксація розкритих елементів ТМБ	0,21	0,18	0,22	0,19	0,22	0,20	0,19	0,21	0,18	0,20	0,20	0,22	0,21	0,20	0,20	1,22	0,20	0,014
7. вивіряння та розстроювання гребеневого вузла	0,20	0,22	0,19	0,21	0,18	0,19	0,20	0,21	0,19	0,20	0,20	0,18	0,21	0,20	0,20	1,22	0,19	0,016
8.герметизація стиків панелей ТМБ	2,33	2,36	2,34	2,33	2,32	2,37	2,32	2,35	2,37	2,36	2,36	2,38	2,36	2,33	2,35	1,02	2,34	0,019
9.підвіска каната з талрепом до поздовжніх стінових панелей	0,19	0,20	0,19	0,19	0,22	0,19	0,17	0,16	0,19	0,14	0,14	0,20	0,18	0,19	0,21	1,42	0,18	0,021
10.стягування поздовжніх стінових панелей канатом з талрепом	0,41	0,42	0,45	0,45	0,42	0,45	0,43	0,43	0,44	0,43	0,43	0,45	0,41	0,47	0,44	1,14	0,43	0,019
11. установка кутових силових елементів	2,52	2,53	2,52	2,57	2,51	2,56	2,54	2,35	2,58	2,52	2,52	2,56	2,34	2,33	2,31	1,11	2,64	0,025
Всього	8,64	8,87	8,88	8,91	8,77	8,87	8,81	8,73	8,81	8,88	8,88	8,91	8,71	8,73	8,70	1,03	8,78	0,225

Примітка. К<sub>y</sub> – величина коеф. стійкості хронометражного ряду, t<sub>ср</sub> – середня тривалість виконання операції, σ – відхилення.



## **3 ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗВЕДЕННЯ ТМБ З СЕНДВІЧ-ПАНЕЛЕЙ**

### **3.1 Технологічні процеси зведення ТМБ**

Технологічний процес монтажу конструкцій ТМБ складається з транспортних, підготовчих, основних, додаткових та допоміжних процесів. До транспортних відносяться доставка на будівельний майданчик пакетів ТМБ, монтажного крана та обладнання та пристосувань. До підготовчих процесів – влаштування доріг, встановлення монтажного обладнання, підготовка інвентарю та пристосувань, тощо.

Основні процеси складаються зі стропування елементів ТМБ, що монтуються, підйому та встановлення їх на опори, тимчасового закріплення. До додаткових процесів відноситься герметизація стиків та швів конструкцій ТМБ, оскільки за технологічними умовами ці роботи не включені в основні процеси. Допоміжні роботи включають встановлення та перестановку кондукторів, монтажних пристроїв тощо.

Склад і трудомісткість процесів, що входять до комплексного процесу монтажу, залежить не тільки від конструктивних особливостей ТМБ, але і від прийнятого способу виконання монтажних робіт, механізмів і пристосувань, що застосовуються.

Однією з переваг монтажу ТМБ є те, що окремі конструктивні елементи до їх підйому та встановлення укрупнюються у заводських умовах. У цьому випадку не потрібна додаткова транспортна операція щодо переміщення укрупненої конструкції до місця підйому, а монтаж може здійснюватися з транспортних засобів.

Монтаж конструкцій ТМБ раціонально вести безпосередньо з

транспортних засобів, оскільки в цьому випадку операції розвантаження конструкцій та складування їх на будівельному майданчику відсутні (монтаж з коліс).

Комплексний технологічний процес зведення ТМБ має наступну структуру та послідовність, які складаються з ряду взаємопов'язаних технологічних процесів та операцій.

1) Підготовчий період:

- планування майданчика;
- прив'язка ТМБ до будмайданчика;
- визначення місця встановлення монтажного крану.

2) Зведення підземної частини:

- загвинчування гвинтових паль на проектну глибину;
- розкріплення гвинтових паль ростверком.

3) Зведення надземної частини:

- підйом краном за петлі силового гребеневого елемента двох шарнірно з'єднаних пакетів ТМБ;
- опускання розгорнутого у просторі ТМБ на ростверк;
- перевірка збігу отворів стін будівлі з отворами оголовок гвинтових паль та встановлення болтових з'єднань;
- укладання герметика в стикові з'єднання панелей;
- зболчування взаємно перпендикулярних стінових панелей силовими кутовими елементами;
- моніторинг жорсткості паралельних поздовжніх стінових панелей талрепом;
- розстроповування гребеневого силового вузла;
- влаштування вимощення.

4. Інженерне облаштування:

- підведення електрики, газу, холодної та гарячої води до центрального

водопостачання;

- встановлення санітарних приладів та підключення до центрального водовідведення.

Для забезпечення ритмічного виконання робіт для зведення підземної частини ТМБ розглянуто варіант фундаментів із застосуванням гвинтових паль (рис. 3.1).

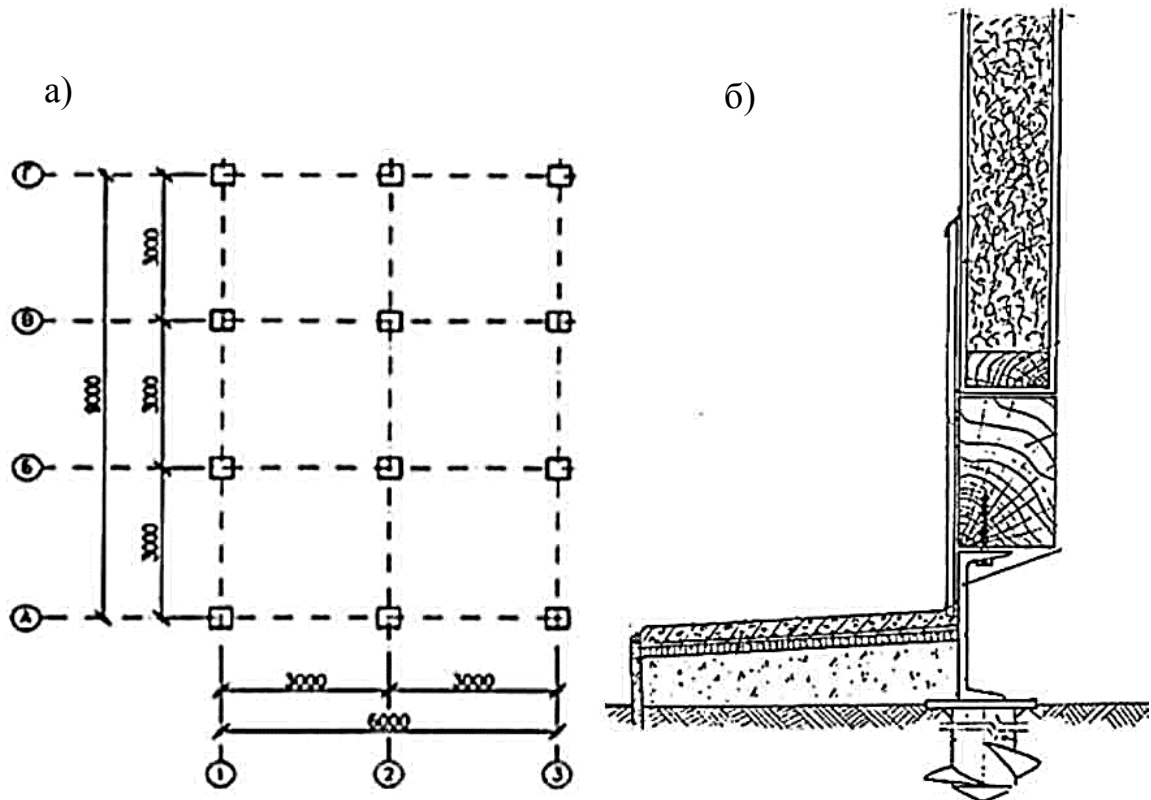


Рисунок 3.1 – Фундамент ТМБ із гвинтових паль: а - план пального поля; б - вузол сполучення цоколя ТМБ

Використання даної технології має такі переваги:

- можливість забезпечення терміну монтажу, який можна порівняти з тривалістю зведення надземної частини;
- можливість монтажу на складних (обводнених, заболочених тощо) ґрунтах;
- можливість встановлення фундаменту на палях без зміни рельєфу місцевості та без проведення земляних робіт;

- проведення процесів монтажу протягом усього року, так як гвинтові палі не схильні до впливів морозного пучення;
- готовність до прийняття проектного навантаження безпосередньо після зведення;
- не вимагають гідроізоляції;
- ремонтпридатність.

Витрати праці при виробництві пальових робіт та тривалість технологічних процесів визначається за нормативними джерелами та виробничими умовами, що забезпечують темп та строки будівництва (рисунок 3.2).



Рисунок 3.2 – Влаштування гвинтових паль

Зведення надземної частини трансформованих малоповерхових будівель із сендвіч-панелей здійснюється наступним чином. На безпечній відстані від фундаменту автокраном вантажопідйомністю до 10 т розкладають пакети впритул один до одного, поєднуючи верхні поздовжні ребра схилу даху для утворення гребеневого вузла (рисунок 3.3 а). Потім крізь петлі протягують

штир-шарнір і таким чином з'єднують обидва пакети в єдину конструкцію. Зачепивши за прикріплені до силової балки монтажні петлі, піднімають з'єднані шарнірно пакети для зведення над фундаментом.

Далі перевіряють взаємну перпендикулярність основних елементів будівлі. Укладають у всі стикові з'єднання пружний герметик, здійснюють стягуванням стулок підлоги обох пакетів за допомогою штанг, що регулюють, з талрепом.

Після стягування всієї конструкції будівлі болтовим з'єднанням через отвори вушок у верхніх та нижніх кутах основного поверху будівлі розміщують у трьох взаємно перпендикулярних напрямках металеві силові елементи жорсткості у вигляді металевих просторових конструкцій. Розкріплені болтовими з'єднаннями елементи жорсткості зміцнюють шарнірну систему будівлі, підвищуючи її стійкість та експлуатаційну надійність.

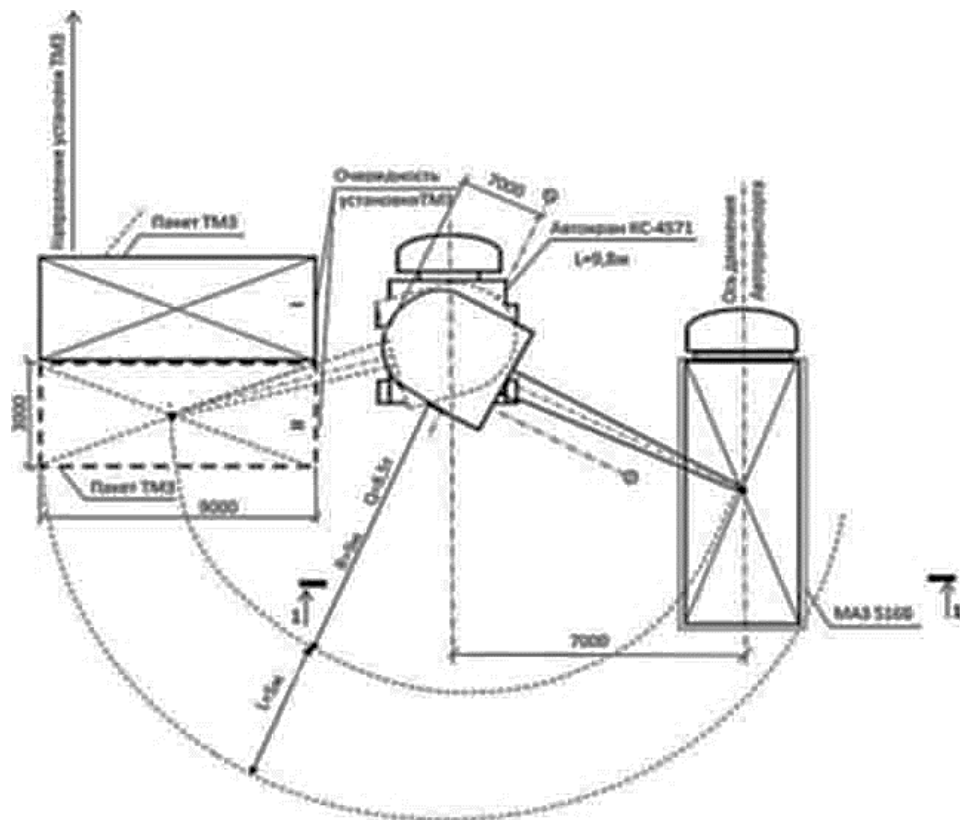


Рисунок 3.3 – Розвантаження пакетів ТМЗ: а – план; б - під час транспортування одного пакета; в - під час транспортування двох пакетів

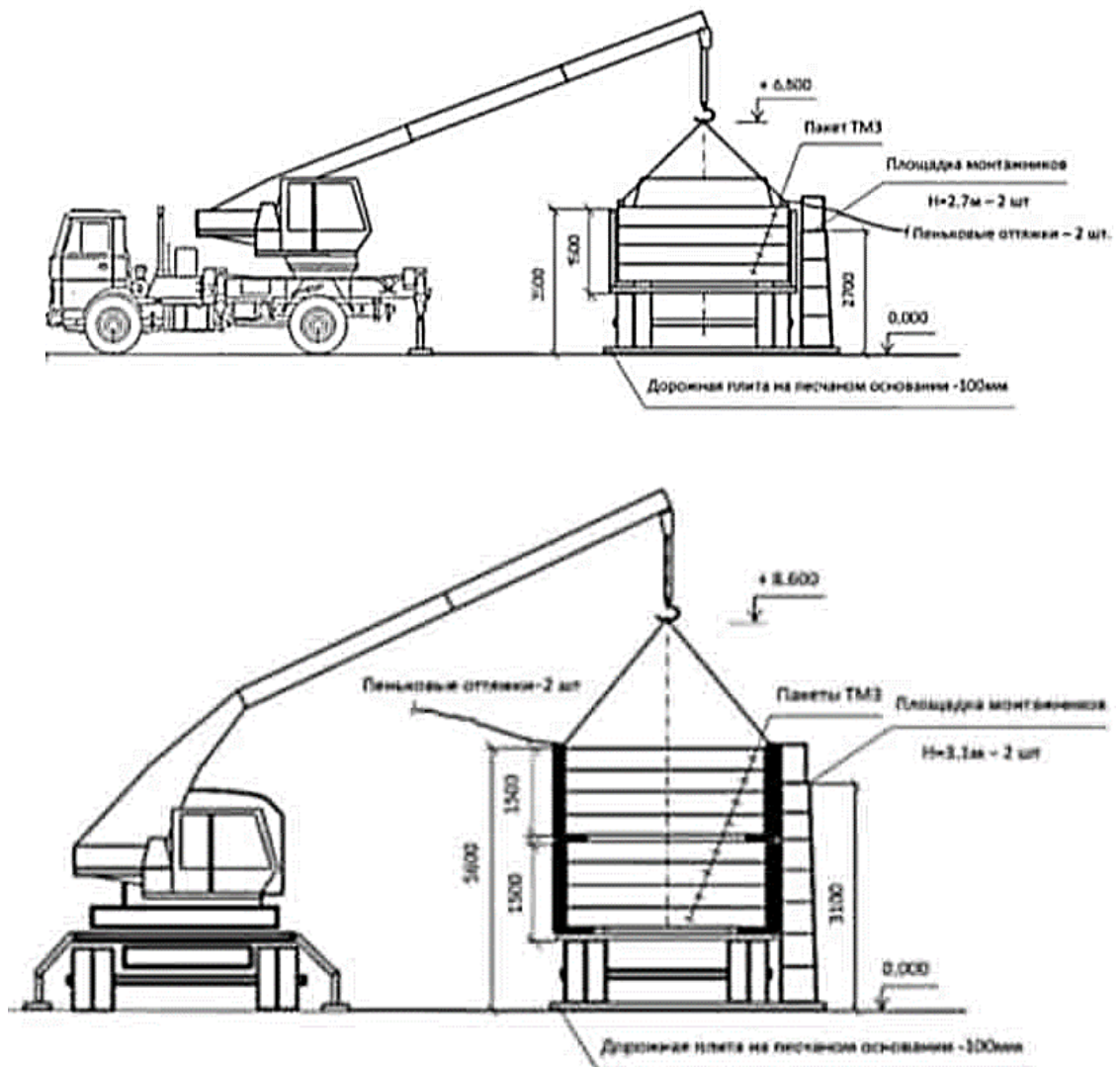


Рисунок 3.3 – Розвантаження пакетів ТМЗ: а – план; б - під час транспортування одного пакета; в - під час транспортування двох пакетів

Переведення і встановлення в проектне положення малоповерхової трансформованої будівлі забезпечується дією гравітаційних сил, що викликаються власною вагою окремих панелей, з'єднаних шарнірно і поелементно складених у пакет (штабель).

Під час підйому монтажним краном за силовий гребеневий елемент відбувається розгортання ланцюжка панелей, які встановлюються у взаємно перпендикулярне проектне положення. Після укладання у всі стики пружного герметика та закріплення силових елементів, забезпечується стійкість та надійність усієї будівлі.

### **3.2 Особливості вибору монтажного крана для зведення ТМБ**

Вибір монтажного крану для зведення трансформованої малоповерхової будівлі з сендвіч-панелей за технічними параметрами визначається конструктивними та технологічними особливостями цього виду будівель і визначає, насамперед, технічну можливість застосування для монтажу нетипової пакетованої конструкції ТМБ кранів відповідного типорозміру з різним ходовим пристроєм, що задовольняє умови будівництва, заданому обсягу та виду робіт.

Вибір крану за технічними характеристиками необхідно здійснювати на основі зіставлення об'ємно-планувальних та конструктивних параметрів малоповерхової трансформованої будівлі з сендвіч-панелей, а також технології її зведення з урахуванням паспортних характеристик кранів з вантажопідйомності та висоті підйому. При цьому вихідними даними служать габарити та конфігурація ТМБ; маса елементів, що монтуються, метод і технологія встановлення елементів у проектне положення, умови виконання робіт.

Монтажна маса конструкції складається із суми мас самої конструкції ТМБ (див. гл.2) та оснащення, необхідного для здійснення захоплення, підйому, тимчасового закріплення конструкції, а також забезпечення безпеки та зручності робочого місця монтажників.

Вибір вантажозахватних пристроїв необхідно здійснювати з урахуванням простоти, зручності захоплення та звільнення конструкцій, що монтуються (пакетів ТМБ); надійності та безпеки ведення робіт; переміщення та подачі конструкцій у положення, близьке до проектного; незмінності конструкцій у процесі підйому та подачі до місця встановлення; можливість їх використання для монтажу різних конструкцій.

Для підйому та кантування пакетів ТМБ застосовувалися 4-х гілкові стропи зі спеціальними врівноважуючими пристосуваннями.

При розрахунку необхідних технічних параметрів крана необхідно обрати найважчий та габаритний елемент - пакет ТМБ.

Мінімальна висота верху стріли над рівнем стоянки крану:

$$h_{кр}^{тр} = H + h_з + h_{гр} + h_{стр}$$

де  $H$  – висота від рівня стоянки до верхньої позначки пакетів ТМБ;

$h_з$  - занесення вантажу;

$h_{гр}$  - висота вантажу;

$h_{стр}$  - висота строп у робочому положенні.

Необхідна вантажопідйомність  $Q_T$  визначається за формулою:

$$Q = q_e + q_{mn},$$

де  $q_e$  - максимальна вага конструкції;

$q_{mn}$  - маса такелажних пристосувань (стропи).

Монтажний виліт гака для автомобільного крана визначається за формулою:

$$L_m = a/2 + b + c,$$

де  $a$  - ширина кранової колії, м;

$b$  - відстань від кранового шляху до проекції найбільш виступаючої частини стіни, м;

$c$  - відстань від центру ваги найбільш віддаленого від крана елемента до частини стіни, що виступає, з боку крана, м.

За розрахунковими технічними параметрами всім умовам задовольняє група автомобільних кранів (табл.3.1, рис.3.4).



Таблиця 3.1 - Підбір кранів за технічними характеристиками для монтажу ТМБ

Технічні характеристики	Марки автомобільних кранів										
	КС-4361-9к-161	КС-4362	СМК-10	СМК-101	КС-3562А	СМК-102	КС-3571	КАМАЗ КС-4571	Faun RTF 40	TATA TCM Tadano Faun	KRUPP-KMK 2025
Вантажо- підйомність, т	10	10	10	10	10	10	8,5	12,5	15	12	8,5 11,5
Довжина стріли, м	10,5 15	15,5 12,5	9,5 13 16	8,5 11,8 14,8	10 13,2	8,8 11,8	7,1 9 11	9 10,5	12	15	8 11,5 14,5
Висота підйому вантажа, м	10 15 18	12 15 20 25	10 13 16 20	10 15 20	10 15 18 20	10 12 15 18	9 11 15 20	9 10 12 15 18	10 15 18 20	15 20 25	8 10 15 18 20

### 3.3 Визначення чисельного та кваліфікаційного складу робітників для технологічного процесу монтажу при зведенні ТМБ

Для здійснення монтажного процесу визначено чисельний склад та кваліфікаційний розряд робітників, виходячи зі складу робочих операцій, що входять у процес монтажу ТМБ, а також методів робіт та робочих прийомів, з урахуванням особливостей технології монтажу ТМБ, що розробляється.

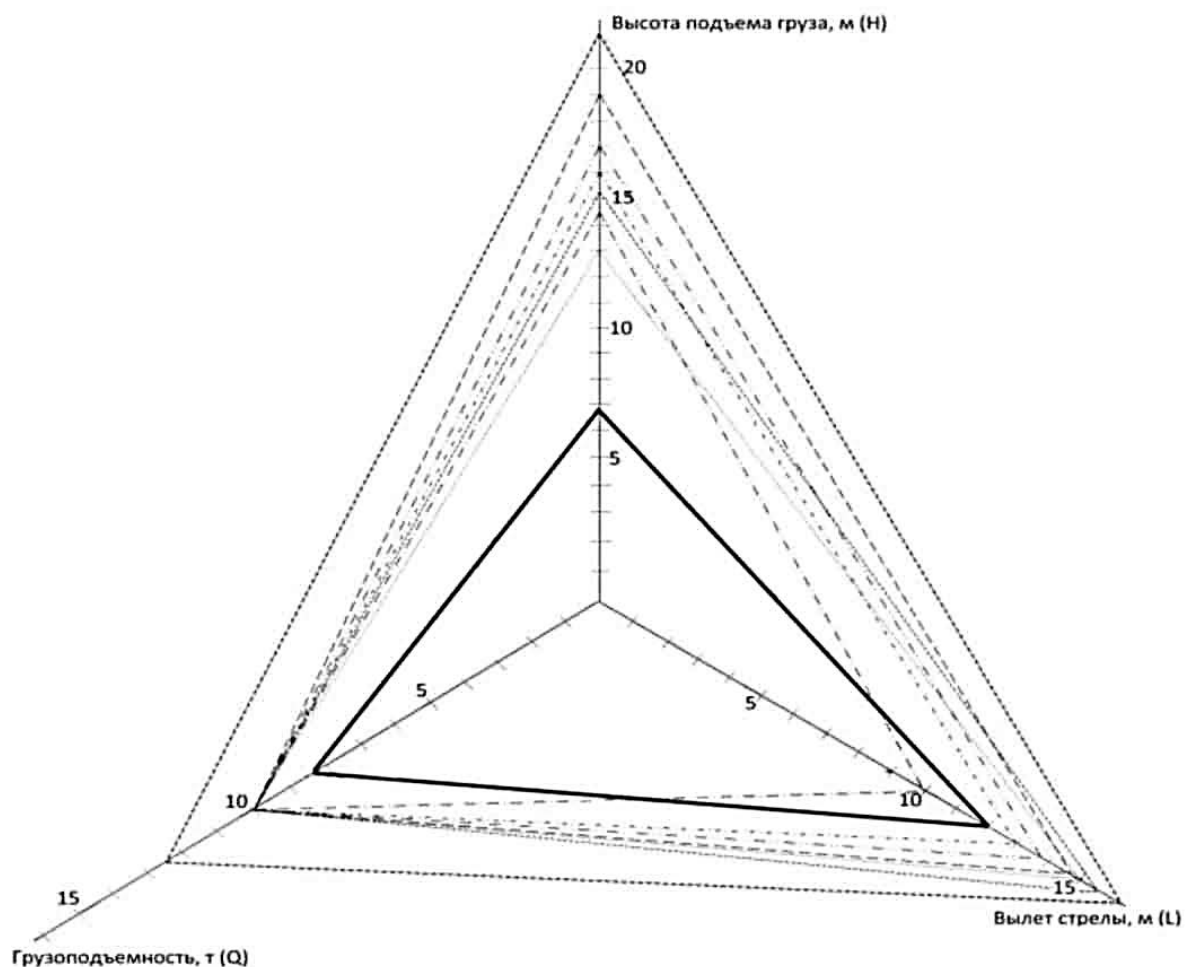


Рисунок 3.4 – Діапазон технічних параметрів монтажних кранів для зведення ТМЗ:

- КС-2561; ---- СКМ-10; — СКМ-101; ..... КС-3562А;
- СКМ-101; ---- КС-3571; ---- КАМАЗ КС – 4571;
- ..... Faun rtf 40; ----- TATA TCM Tadano Faun;
- Необхідні параметри з розрахунку монтажного крану

Відповідний вибір виконавців було зроблено, використовуючи методи аналізу, аналогії, абстрагування та формалізації технологічних операцій та процесів під час монтажу ТМБ на основі даних Єдиного тарифно-кваліфікаційного довідника робіт та професій [27].

Цей документ містить опис робіт, які має вміти виконувати робітник відповідної професії та кваліфікації у розділі «Характеристика робіт». Стосовно монтажу ТМБ належать такі.

Монтажник 2-го розряду - повинен проводити стропування та розстроповування конструкцій, прогін різьблення болтів і гайок, очищення поверхонь для ізоляції, пробивку отворів та борозн вручну в конструкціях, встановлення та зняття болтів, сортування будівельних конструкцій по марках, укладання балок при улаштуванні фундаментів. У цьому він повинен знати: основні види такелажної оснастки; види стропів та захватних пристосувань; правила сигналізації під час монтажу; призначення та правила застосування основного інструменту та пристосувань при монтажі будівельних конструкцій, способи стропування конструкцій.

Монтажник 3-го розряду - повинен проводити зачистку стиків конструкцій, що збираються, затягування монтажних болтових з'єднань, встановлення самонарізних болтів, укладання плит дорожніх покриттів, тимчасове кріплення конструкцій, монтаж та демонтаж мобільних будівель та споруд з інвентарних блок-контейнерів, встановлення прокладок, герметизацію стиків спеціальними герметиками шляхом нанесення їх пензлем або шпателем, в'язку такелажних вузлів, кріплення сталевих канатів болтовими зажимами. Він має знати основні види деталей збірних конструкцій; види основного такелажного та монтажного обладнання та пристосувань; види такелажних вузлів; способи кріплення канатів болтовими зажимами; правила транспортування та складування конструкцій та виробів; способи стропування будівельних конструкцій із застосуванням пристосувань; правила підготовки поверхонь для ізоляції; способи

сигналізації при підйомі, опусканні та встановленні будівельних конструкцій, при монтажі їх на висоті та в обмежених умовах.

Монтажник 4-го розряду - повинен проводити монтаж ростверку пальового фундаменту, збірних панелей і плит, кріплення постійних болтових з'єднань, встановлення високоміцних болтів, антикорозійне фарбування та попереднє встановлення закладних частин, герметизацію стиків спеціальними герметиками за допомогою пневматичного та електричного інструменту, а також ущільнюючими прокладками; закріплення та зняття тимчасових розчалок та відтяжок при монтажі конструкцій. Повинен знати: способи збирання та монтажу конструкції з окремих елементів; види стропувань та захватів для підйому та спуску конструкцій; види ущільнюючих прокладок для герметизації стиків та способи їх наклейки.

Монтажник 5-го розряду повинен проводити монтаж великорозмірних панелей. Монтаж багатошарових панелей типу "Сендвіч". Стropування та розстроповування важких будівельних конструкцій. Повинен знати: способи збирання та монтажу конструкції з окремих елементів; види стропувань та захватів для підйому та спуску конструкцій; види ущільнюючих прокладок для герметизації стиків та способи їх наклейки.

Оскільки механізація робіт з монтажу ТМБ здійснюється з використанням автомобільного крана для керування, обслуговування та профілактичного ремонту крана обрано машиніста 6 розряду [27].

У характеристику його робіт включено керування машинами та механізмами, що застосовуються під час виконання будівельних та монтажних робіт, тобто краном, а також обслуговування та профілактичний ремонт відповідних машин та механізмів. Стосовно керованої машини (крану) він повинен знати пристрій, правила та інструкції з експлуатації, технічного догляду та профілактичного ремонту, способи виконання робіт, технічні вимоги до якості робіт, матеріалів та елементів споруд, а також норми витрат горючих та мастильних матеріалів та електроенергії.

Узагальнюючи результати виконаного дослідження з урахуванням нормативної регламентації робіт та професій робітників, зайнятих у будівництві, визначено раціональний склад ланки для монтажу надземної частини ТМБ.

Для здійснення монтажних робіт прийнято ланку, що складається з монтажників 2-го (М1), 3-го (М2), 4-го (М3) та 5-го (М4) розряду та машиніста крана (К) 6-го розряду. Керує ланкою бригадир – монтажник 5-го розряду.

Технологічний процес монтажу надземної частини ТМБ здійснюється у наступній послідовності. М4 дає команду на встановлення кондукторів і разом з М1, М2 та М3 встановлюють по кутах ростверку кондуктори для фіксації пакетів ТМБ.

Далі М1 подає команду машиніст крана перемістити строп до підготовки для монтажу 1-го пакета ТМБ. Потім піднімається на майданчик монтажника, разом із М2 приймає гілки стропа, і по черзі крокують петлі 1-го пакета ТМБ. М1 подає команду машиністу крана натягнути гілки стропа та підняти пакети на висоту 20-30 см.

Переконавшись у надійності стропування, М1 та М2 спускаються з майданчика монтажника та відходять у безпечну зону. Тільки після цього М1 подає команду машиністу крана перемістити пакет ТМБ до місця встановлення.

Машиніст крану подає пакет ТМБ, залишаючи його на висоті 40-50 см від опорної поверхні, а монтажники 5-го та 4-го розряду приймають, підводять та плавно опускають пакет на місце.

М3 і М4 приймають 1-й пакет ТМБ, поданий краном і, притримуючи його, укладають на ростверк гвинтових паль. Далі М3 та М4 розстроповують 1-й пакет.

Після цього М1 подає команду машиністу крана перемістити строп до підготовки для монтажу 2 пакета ТМБ. Потім піднімається на майданчик монтажника, разом із М2 приймають гілки стропа і по черзі крокують петлі 2-

го пакета ТМБ. М1 подає команду машиніст крана натягнути гілки стропа. Переконавшись у надійності стропування, М1 та М2 спускаються з майданчика монтажника та відходять у безпечну зону. Тільки після цього М1 подає команду машиністу крана перемістити 2-й пакет ТМБ до місця установки.

М3 і М4 приймають 2-й пакет ТМБ, поданий краном і, притримуючи його, укладають на ростверк гвинтових паль таким чином, щоб він з'єднався з 1м пакетом кільцями конькового шарнірного вузла в єдину горизонтальну площину. М3 та М4 розстроповують 2-й пакет.

Потім М4 дає команду на закріплення в кондукторах пакетів ТМБ разом з М1, М2 і М3 проводять фіксацію пакетів ТМБ.

Після цього М4 дає команду зняти з кузова автомобіля стрижень-штир. М1, М2, піднімаються до кузова автомобіля і, взявши стрижень-штир, передають М3, М4.

М4 дає команду М1, М2 піднятися на майданчики монтажників для з'єднати штирем пакетів ТМБ і протягнути стрижень-штир крізь кільця кулькового шарнірного вузла.

Далі М4 подає команду М1, М2 виконати стропування, а машиніст крана натягнути гілки стропа. Переконавшись у надійності стропування, М1 та М2 спускаються з майданчика монтажника та відходять у безпечну зону. Тільки після цього М4 подає команду машиністу крана підняти гребеневий елемент шарнірно з'єднаних двох пакетів ТМБ.

Кранівник піднімає з'єднані пакети ТМБ на висоту, відповідне розкриття всіх елементів будівлі у просторі. Як тільки перекриття (цокольне та горищне) зімкнуться в горизонтальному (проектному) положенні, стіни перейдуть у проектне (взаємно перпендикулярне) положення, здійснюється їх закріплення монтажниками М3, М4, потім М4 подає команду М1, М2, розстропувати. М1 і М2 піднімаються на майданчики монтажника та розстроповують.

Потім М4 подає команду М1, М2, М3, укласти герметик у стикові

з'єднання панелей. М1, М2, М3, М4, укладають герметик у стикові з'єднання панелей. Потім М4 подає команду на перерву.

Після закінчення перерви М4 подає команду М1, М2, М3, зробити підвіску канатних штанг між поздовжніми стіновими панелями для надання міцності та геометричної незмінності ТМБ.

Після закінчення операції, М4 подає команду М1, М2, М3, стягнути паралельні поздовжні стінові панелі канатною штангою.

Після закінчення операції, М4 подає команду М1, М2, М3 встановити силові кутові елементи по нижніх кутах ТМБ.

Після закінчення операції, М4 подає команду М1, М2, М3 встановити силові кутові елементи по верхніх кутах ТМБ. Перевірку болтового кріплення силових кутових елементів виконує М1.

Повний монтажний цикл ТМБ включає технологічні процеси та операції, склад, послідовність виконання яких, а також вимоги до виконавців наведені у таблицях 3.2 та 3.3.

Таблиця 3.2 - Карта обліку витрат праці

Технологічні процеси та операції	Тривалість (год) технологічних операцій монтажу надземної частини МТБ згідно варіантам												Кільк. робочих	$t_{cp}$	Трудомісткість, чол-год			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				13	14	15
1. підготовка до монтажу ТМБ	1,26	1,27	1,28	1,29	1,28	1,26	1,30	1,29	1,29	1,31	1,31	1,30	1,31	1,29	1,28	М4	1,28	5,20
2. встановлення пакетів ТМБ на ростверк фундаменту	0,35	0,37	0,39	0,40	0,36	0,37	0,36	0,35	0,35	0,57	0,53	0,57	0,56	0,58	0,59	М4	0,58	2,36
3. вивіряння та розстропування пакетів ТМБ	0,30	0,38	0,39	0,38	0,31	0,38	0,39	0,40	0,39	0,37	0,45	0,37	0,36	0,37	0,40	М4	0,37	1,60
4. протягування стрижня-штиря гребеневого вузла	0,33	0,35	0,34	0,36	0,37	0,33	0,35	0,38	0,37	0,21	0,20	0,22	0,21	0,20	0,32	М2, К1	0,35	0,84
5. стропування гребеневого вузла, підйом краном	0,21	0,18	0,22	0,19	0,22	0,20	0,19	0,21	0,18	0,20	0,20	0,20	0,18	0,18	0,20	М2, К1	0,20	1,14
6. фіксація розкритих елементів ТМБ	0,20	0,22	0,19	0,21	0,18	0,19	0,20	0,22	0,19	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	М2, К1	0,19	0,66
7. вивіряння та розстропування гребеневого вузла	0,20	0,22	0,19	0,21	0,18	0,19	0,20	0,22	0,19	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	М2, К1	0,19	0,44
8.герметизація стиків панелей ТМБ	2,33	2,36	2,34	2,33	2,32	2,37	2,32	2,35	2,37	2,33	2,36	2,38	2,36	2,33	2,35	М2	2,34	4,76
9.підвіска каната з талрепом до поздовжніх стінових панелей	0,19	0,20	0,19	0,19	0,22	0,19	0,17	0,16	0,19	0,19	0,14	0,20	0,18	0,19	0,21	М4	0,18	0,88
10.стягування поздовжніх стінових панелей канатом з талрепом	0,41	0,42	0,45	0,45	0,42	0,45	0,43	0,43	0,44	0,45	0,43	0,45	0,41	0,47	0,44	М4	0,43	1,80
11. установка кутових силових елементів	2,52	2,53	2,52	2,57	2,51	2,56	2,54	2,35	2,58	2,52	2,52	2,56	2,34	2,33	2,31	М4	2,64	10,32

Примітка: М – монтажник; К – крановщик, кількість робочих, зайнятих в операційних роботах;  $t_{cp}$  – середня тривалість виконання операції



Таблиця 3.3 - Поопераційний графік робіт монтажу ТМБ

Операції	Тривалість процесу, год								Тривалість, хв	Витрати праці, гол-хв	Опис операцій	
	1	2	3	4	5	6	7	8				
Встановлення кондукторів	M1, M2, M3, M4									35	140	M1, M2, M3, M4 встановлюють по кутам ростверку кондуктори
Подача строп	K									6	6	K переміщує стропи для монтажу 1-го пакету ТМБ
Стропування пакету-1	M1, M2, K									8	16	M1, M2 стропують петлі 1-го пакету ТМБ
Переміщення і укладка пакету-1	K									16	16	K переміщує пакет-1 ТМБ до місця встановлення
Розстроповка пакету - 1	M3, M4, K									8	16	M3, M4 пакет-1 розстроповують
Подача строп	K									6	6	K переміщує стропи для монтажу 2-го пакету ТМБ
Стропування пакету -2	M1, M2, K									8	16	M1, M2 стропують петлі 2-го пакету ТМБ
Переміщення і укладання пакету-2	K									16	16	K переміщує пакет-2 ТМБ до місця влаштування
Розстроповка пакету -2	M3, M4, K									8	16	M3, M4 пакет-2 розстроповують
Зняття і переміщення стрижня-штирю	M1, M2, N1, M4									8	32	M1, M2 передають з кузова автомобілю стржень-штирь,
Протягування стрижня-штиря	M1, M2									10	20	M1, M2 протягують стржень-штирь крізь кільця гребеневого вузла
Подача строп	K									6	6	K подає стропи для строповки конькового вузла
Стропування гребеневого вузла	M1, M2, K									8	16	M1, M2 стропують гребеневий вузол
Підняття з'єднаних пакетів ТМБ	K									6	6	K підіймає з'єднувальні пакети ТМБ на висоту, розкриття елементів ТМБ в просторі
Фіксація розкритих пакетів ТМБ	M1, M2, M3, M4									13	52	M1, M2 та M3, M4 виконують фіксацію ТМБ
Вивірювання та розстроповку гребеневого вузла	M1, M2, M3, M4, K									12	48	M3, M4 виконують вивірку, M1, M2 розстроповують
Герметизація стиків панелей	M3, M4									139	278	M3, M4 укладають герметик в стики панелей
Подача канатів з талрепом	M1, M2									4	8	M1, M2 подають канати з талрепом
Підвіска канату з талрепом	M3, M4									7	14	M3, M4 виконують підвіску канатів з талрепом
Стягування канату з талрепом	M1, M2									24	48	M1, M2 стягують канати з талрепом
Подача силових кутових елементів	M1, M2									32	64	M1, M2 подають силові кутові елементи
Кріплення силових кутових елементів по верхнім кутам	M3, M4									43,5	87	M3, M4 кріплять силові кутові елементи по верхнім кутам
Кріплення силових кутових елементів по нижнім кутам	M1, M2									43,5	87	M1, M2 кріплять силові кутові елементи по нижнім кутам

### 3.4 Визначення витрат праці робітників та машинного часу для проектування виробничих норм

У ході проектування технологічного процесу монтажу ТМБ здійснювався вибір найефективніших значень факторів, що впливають на технологію та організацію робочого процесу одночасно з вивченням цих факторів. У процесі дослідження встановлювали технічні умови виконання робіт; найменування та потрібна кількість матеріалів, виробів та конструкцій; чисельний та кваліфікаційний склад виконавців; технологію виконання робіт під час виконання процесу; організацію робочого місця; режим роботи та відпочинку; умови технічної безпеки.

Проектування величини виробничої норми часу здійснювалося виходячи з визначення обґрунтованих розмірів витрат праці на оперативну, підготовчу та заключну роботи, технологічні перерви та відпочинок робітників, за даними хронометричних вимірів, поданих у розділі 2.

Виробнича норма праці визначалася за такою формулою:

$$N_{\text{тр}} = \frac{T_{\text{опер}} \times 100}{100 - (T_{\text{п-з}} + T_{\text{п}} + T_{\text{відп}})}, \quad (3.1)$$

де  $T_{\text{опер}}$  - витрати часу на оперативну роботу, що складається з основної та допоміжної, чол.- год.;

$T_{\text{п-з}}$  - витрати часу на підготовчо-заклучну роботу;

$T_{\text{п}}$  - величина технологічної перерви;

$T_{\text{відп}}$  - величина витрат часу на відпочинок.

Витрати часу на оперативну роботу визначалися на основі аналізу та синтезу результатів хронометричних спостережень на будівельному майданчику під час будівництва ТМБ. У цьому визначенні лежить розрахунок середньої величини витрат часу на вимірювач елемента і розрахунок коефіцієнтів переходу на головний вимірювач робочого процесу. Середні

витрати часу  $t_{cp}$  виконання одного елемента визначалися за формулою:

$$t_{cp} = 60_n/v, \quad (3.2)$$

де  $n$  - кількість спостережень щодо даного елемента;

$v$  - кількість продукції елемента, що припадає на 60 чол.-хв. Результати обчислень представлені у табл. 3.3.

Коефіцієнт переходу  $K_{пер}$  розраховується за формулою

$$K_{пер} = V_{пр.е}/V_{пр.рп}, \quad (3.3)$$

де  $V_{пр.е}$  - обсяг продукції елемента у його одиницях виміру;

$V_{пр.рп}$  - обсяг продукції робочого процесу у його одиницях виміру.

На основі розрахунків, виконаних за формулами (3.7) та (3.8), складаємо таблицю синтезу. При однакових одиницях вимірювання окремих елементів та всього робочого процесу однакові, то розрахунок оперативної норми часу  $T_{опер}$  ведеться за формулою простого синтезу:

$$T_{опер} = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n = \sum_{i=1}^n t_n \quad (3.4)$$

при різних - за формулою складного синтезу:

$$T_{опер} = t_1K_1 + t_2K_2 + t_3K_3 + \dots + t_nK_n = \sum_{i=1}^n t_iK_i \quad (3.5)$$

Чисельний та кваліфікаційний склад робітників обраний раціональним за даними спостережень у процесі монтажу ТМБ.

При визначенні повної виробничої норми часу використання будівельних машин, що складається з роботи під повним, під неповним або обґрунтовано зниженим навантаженням, роботи вхолосту та регламентованих перерв, вивчалися умови з метою коректного вибору розрахункової формули та всіх необхідних коефіцієнтів, підраховувалася розрахункова продуктивність машини за зміну з урахуванням регламентованих перерв, підбору кваліфікації машиніста крана відповідно до складу робіт (табл.3.4).

Розрахункова продуктивність крана ( $P_{см}$ ) розрахована з урахуванням циклічної дії:

$$P_{см} = N_v T_{см} K_1 K_2 K_3 \dots, K_n; \quad (3.6)$$

де  $P_{см}$  – змінна продуктивність машин;

$N$  – середня кількість циклів за 60 хв циклічної роботи (приймається за результатами хронометражних досліджень).

Таблиця 3.4 - Витрати машинного часу на монтаж ТМБ

		Вид затрат		Сума витрат			
				хвилин	%		
Виробничі витрати		Робота по завданню $t_{pz}$	під повним і не повним навантаженням $t_{pn}$	121	50,4		
			невиправна робота $t'_{px}$ вхолосту	20	8,3		
		Непередбачувана робота $t'_{n,p}$		-	-		
		Регламентовані перерви	зв'язані з технічним уходом за машиною $t'_{m,y}$	15	6,25		
			зв'язані з процесом роботи $t'_{n,p}$	20	8,3		
			те ж, з відпочинком та особовими потребами	10	4,2		
		Всього $t'_{n,z}$		185	77,5		
		Втрати часу $t'_n$	Простоювання $t'_{np}$	Зайва робота $t'_{л,n}$		-	-
				внаслідок поганої організації робіт $t'_{o,n}$	збій графіка доставки	20	8,3
					несправність машини	-	-
відсутність енергії	-				-		
відсутність фронту робіт	-				-		
відсутність вказівок техперсоналу	9				3,75		
інші причини	25				10,4		
по випадковим причинам $t'_{o,n}$				-	-		
із-за порушень трудової дисципліни $t'_{n,m,d}$		-	-				
Всього $t'_n$		45	22,5				
Всього $T'$		240	100				

Повну величину часу використання крана на вимірювач кінцевої продукції визначаємо за формулами:

$$N_{\text{маш}} = T_{\text{см}} / P_{\text{с}} \quad (3.7)$$

де  $K_1 K_2 K_3 \dots, K_n$  – коефіцієнти, що характеризують роботу машини;

$$N_{\text{маш}} = \frac{1}{P_{\text{см}}} \frac{100}{100 - (H_{\text{рх}} + H_{\text{р}})}, \quad (3.8)$$

де  $N_{\text{маш}}$  - час використання крана, маш. - год / зміну;

$P_{\text{см}}$  - продуктивність машин за 1 год. або зміну;

$H_{\text{рх}}$  - допустима робота вхолосту, %;

При розробці виробничих норм передбачено укрупнене складання пакетів ТМБ з двох частин шляхом протягування стрижня-штиря через вуха двох схилів даху в горизонтальному положенні на будмайданчику, розрахованого на складання одного модуля ТМБ.

Склад роботи включає розвантаження та розкладку двох пакетів на ростверк фундаменту за допомогою крана; поєднання верхніх поздовжніх ребер скату даху впритул один до одного для утворення гребеневого вузла з вивірянням та закріпленням вушок пакетів ТМБ; протягування стрижня-штиря крізь вуха двох частин ТМЗ. До складу ланки включено машиніста крана 6 розряду - 1 і 4 монтажника - 5, 4, 3, і 2 розрядів.

Виробничими нормами передбачено встановлення в проектне положення із застосуванням кранового обладнання пакетів ТМБ із двох частин, зібраних в один модуль.

До складу роботи входить стропування та підйом з'єднаних в єдиний модуль двох пакетів ТМБ; опускання розгорнутого у просторі ТМБ на ростверк; вивірка збігу отворів стін будівлі з отворами оголовок гвинтових паль; розстропування; кріплення болтів. Допоміжні роботи включають укладання герметика в стикові з'єднання панелей, підвіску канатних штанг, стягування паралельних поздовжніх стінових панелей канатною штангою за допомогою талрепа, встановлення та зболчування взаємно перпендикулярних стінових панелей силовими кутовими елементами без застосування обладнання крану.

### 3.5 Розробка погодинного графіка монтажу надземної частини ТМБ

Погодинний графік монтажу малоповерхової трансформованої житлової будівлі, розроблений на основі даних хронометражних вимірювань і формує розподіл робочого часу монтажників і монтажного крана на установці окремих елементів ТМБ (табл.3.5).

При розподілі робочого часу по годинах і хвилинах зміни враховується можливість збереження змінного режиму роботи з перервами на обід. Встановлення монтажного елемента ТМБ має бути закінчено у межах роботи однієї зміни. Цим вимогам можна дотримуватись, приймаючи для окремих технологічних процесів та операцій різні відсотки перевиконання виробничих норм.

Усі будівельні процеси та робочі операції, що виконуються під час монтажу ТМБ, за умовами використання монтажного крана поділені на дві групи:

- до першої відносять механізовані процеси та операції, для виконання яких участь монтажного крана є обов'язковою. Участь крана може бути активною, як, наприклад, подання пакету ТМБ до місця встановлення, або пасивне – підтримання елемента ТМБ за умовами техніки безпеки в період його вивіряння тощо;

- до другої – ручні процеси, для виконання яких монтажний кран не потрібен (укладання герметика у стикові з'єднання панелей тощо).

Час початку та закінчення установки ТМБ залежить від термінів виконання процесів, зарахованих до першої групи. Тому в погодинному графіку насамперед відзначені ті процеси, які виконують монтажним краном або при його використанні, а потім процеси, віднесені до другої групи.



## **4 ВИРОБНИЦТВО І ЗАСТОСУВАННЯ ТМБ У ПРАКТИЦІ СУЧАСНОГО БУДІВНИЦТВА**

### **4.1 Організація виробництва з випуску продукції ТМБ**

Модернізація організаційної структури та виробничих процесів на діючих підприємствах КДК, продукція яких є сучасними огорожувальними конструкціями для дерев'яних будівель, а також дооснащення лініями з виробництва сендвіч-панелей і складальними цехами дозволяє розпочати випуск малоповерхових житлових будівель, що трансформуються.

Організація виробництва будинків типу ТМБ раціональна на підприємствах, де є лінії з виробництва сендвіч-панелей.

Одним із напрямків розвитку індустрії будівництва житлового фонду є переоснащення малорентабельних діючих деревообробних підприємств, таких як ДБК, СБК та ін. Реконструкція таких підприємств може бути орієнтована на випуск комплектів повнозбірних житлових малоповерхових будинків типу ТМБ. Для їх виробництва потрібне використання дерев'яних виробів високої якості без дефектів, що пройшли камерне сушіння, а також використання комплектуючих віконних та дверних виробів, які вже виготовляються на таких підприємствах. На них необхідно розмістити спільно з лінією з випуску сендвіч-панелей складальну ділянку ТМБ, для чого потрібно виділити 300-400 кв.м., що можливо за рахунок вивільнення площі складських приміщень.

Як один з варіантів склад готової продукції можна організувати за



рахунок прибудови двох або трьох прольотів до існуючої виробничої будівлі. Такий підхід призводить до розширення номенклатури продукції на діючих підприємствах при мінімізації витрат.

З урахуванням дооснащення цих підприємств лініями з виробництва сендвіч-панелей та ділянкою складання ТМБ розроблено схему технологічного процесу виготовлення ТМБ на заводі з випуску сендвіч-панелей (рисунок 4.1).

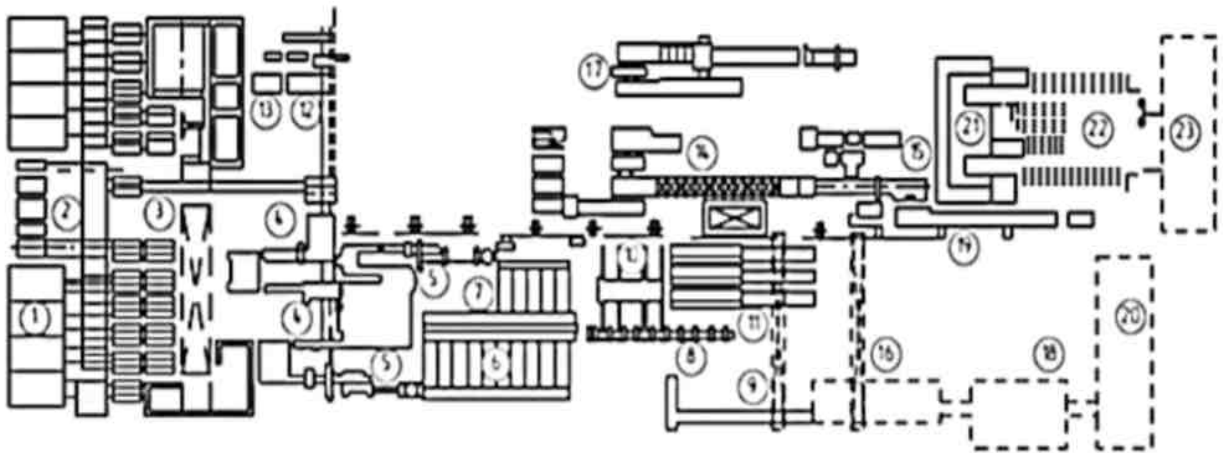


Рисунок 4.1 – Схема технологічного процесу виготовлення ТМБ на заводі з випуску сендвіч-панелей:

1 - сушильні камери; 2 - формування сушильних штабелів; 3 - витримка пиломатеріалів; 4 — сортування та розкрій пиломатеріалів; 5 - зрощування заготовок за довжиною; 6 - витримка пакетів заготовок; 7 - нанесення клею; 8 - формування клеїлого пакета; 9 - механічний прес; 10 - пересувна заготівля; 11 - гідравлічні преси; 12 - рейсмусовий верстат з поворотним пристроєм; 13 - комбінований пиляльний верстат; 14 - заготівля деталей для сендвіч-панелей; 15 - зрощування заготовок по ширині; 16 - антисептування деталей; 17 - формування рам панелей; 18 - стикування деталей та заставних елементів; 19 - зрощування заготовок по ширині та довжині згідно проектних розмірів; 20 - фарбування панелей; 21 - лінія сендвіч-панелей; 22 - збірний вузол ТМЗ; 23 - склад готової продукції

Послідовність етапів технологічного процесу виготовлення швидкозведеної малоповерхової житлової будівлі з сендвіч-панелей включають такі види робіт:

- підготовчі - завезення матеріалів, підготовка робочого місця, формування заходів операційного контролю;
- заготівельні – очищення, налаштування обладнання, заправка сировини, розкладка рам, розкладка заставних деталей панелей;
- основний технологічний процес - прокат сталевих листів (або ОСП, ЦСП), нарізка панелей відповідно до проектних розмірів, розкладка панелей, операційний контроль;
- склеювання – нанесення клею, прес, торцювання, операційний контроль; прийом готової продукції - розклад готової продукції, упаковка, операційний контроль;
- складання ТМБ - розкладка панелей за конструкційним призначенням, монтаж шарнірних вузлів, пакування, відправка пакетів на експериментальний майданчик, операційний контроль.

Такий підхід дозволяє знизити витрати на виробництво та підвищити інвестиційну привабливість цих підприємств за рахунок скорочення обсягу будівельних робіт завдяки можливості переоснащення підприємств відповідним технологічним обладнанням.

#### **4.2 Композиційно-планувальні рішення будівництва ТМБ**

Зведення ТМЗ можна розглядати як окремі в забудові, так і модульні, що стикаються один з одним. Тоді поєднання комбінаторика цих стикуваних модулів створює різноманітність форм при будівництві комплексів різного

призначення.

Базовий швидкокомтований модуль розмірами в плані  $6 \times 9$ м з поздовжнім ковзаном скатного даху має певні композиційні можливості, наприклад, можлива стикування модулів короткими сторонами співвідносно або зі зсувом.

Доповнення базового модуля таким же за габаритами в плані, але з поперечним ковзаном скатного даху істотно збільшує варіативність компоновок за рахунок їх поєднань.

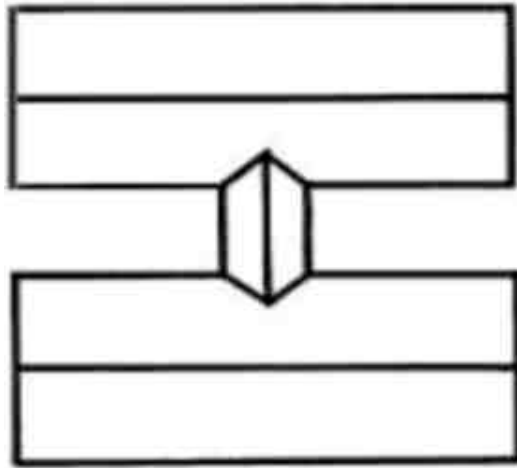
Габарити  $6 \times 9$ м виникли як обмеження для зручності, доступності транспортування, однак створення менших за розмірами модулів не становить складності, проте різко підвищує композиційну різноманітність будівель і комплексів, що зводяться.

Якщо доповнити базові модулі  $6 \times 9$ м ще двома, наприклад,  $1,5 \times 1,5$ м та  $3 \times 3$ м, у функціональному відношенні ці модулі можуть відігравати роль вхідного тамбуру, а також використання кількох модулів дозволяє збільшити різноманітність формоутворення.

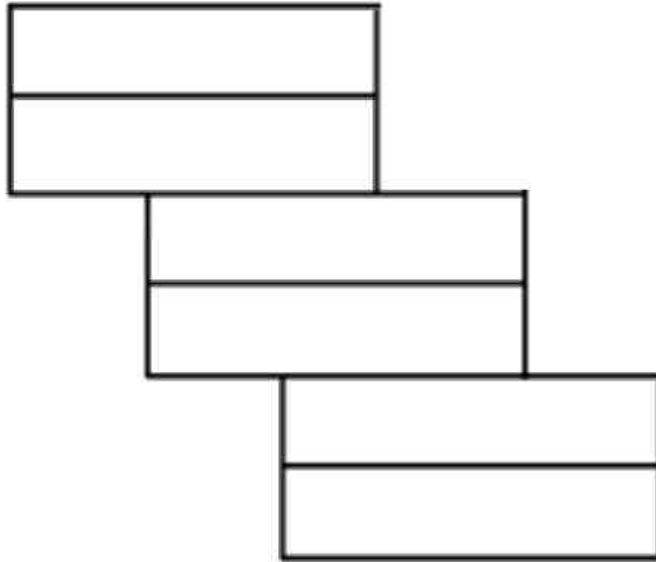
При очевидній можливості формоутворення найважливішим його наслідком є функціональна різноманітність. Застосування 3-4-х модулів різної величини дозволяє сформувати практично всю відому планувальну палітру.

Таким чином, можуть створюватися будівлі коридорного, галерейного, анфіладного, зального, а також центричного планування та їх поєднання (рис.4.2). Це, у свою чергу, забезпечить необхідне призначення будівель і комплексів з модулів, що швидко будуються, їх широку функціональну типологію (рис.4.3).

а)



б)



в)

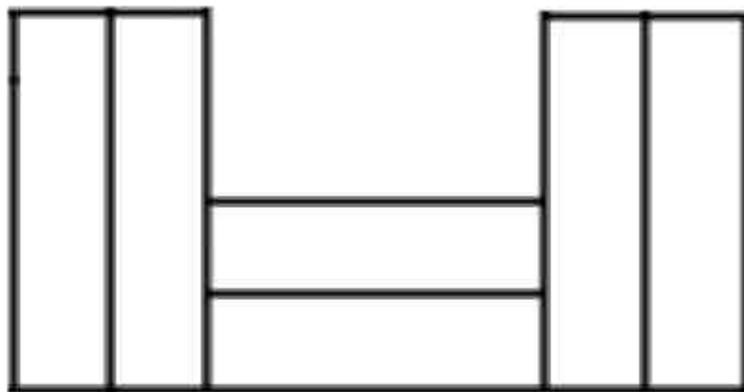


Рисунок 4.2 – Приклади модульного компонування об'єктів ТМБ: а-коридорна, б-анфіладна, в-галерейна

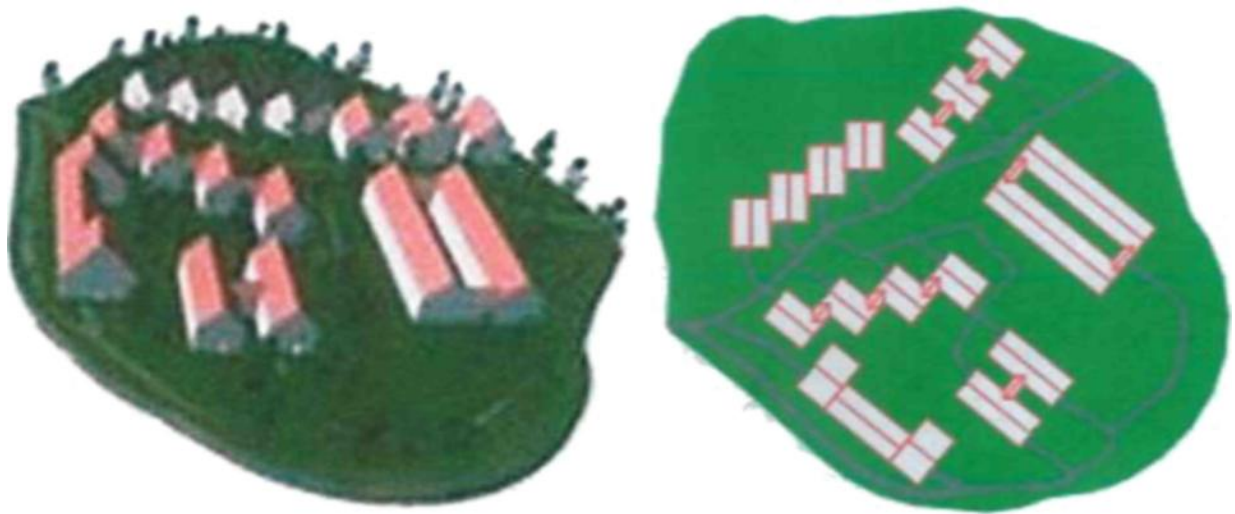


Рисунок 4.3 – Приклади композиційно-планувальних комплексів ТМБ: а- композиційна різноманітність будівель, що будуються, б - план забудови об'єктів ТМБ



Рисунок 4.4 – Фрагмент будівництва комплексу ТМБ

### 4.3 Багатокритеріальна оцінка та вибір раціонального організаційно-технологічного варіанту зведення ТМБ

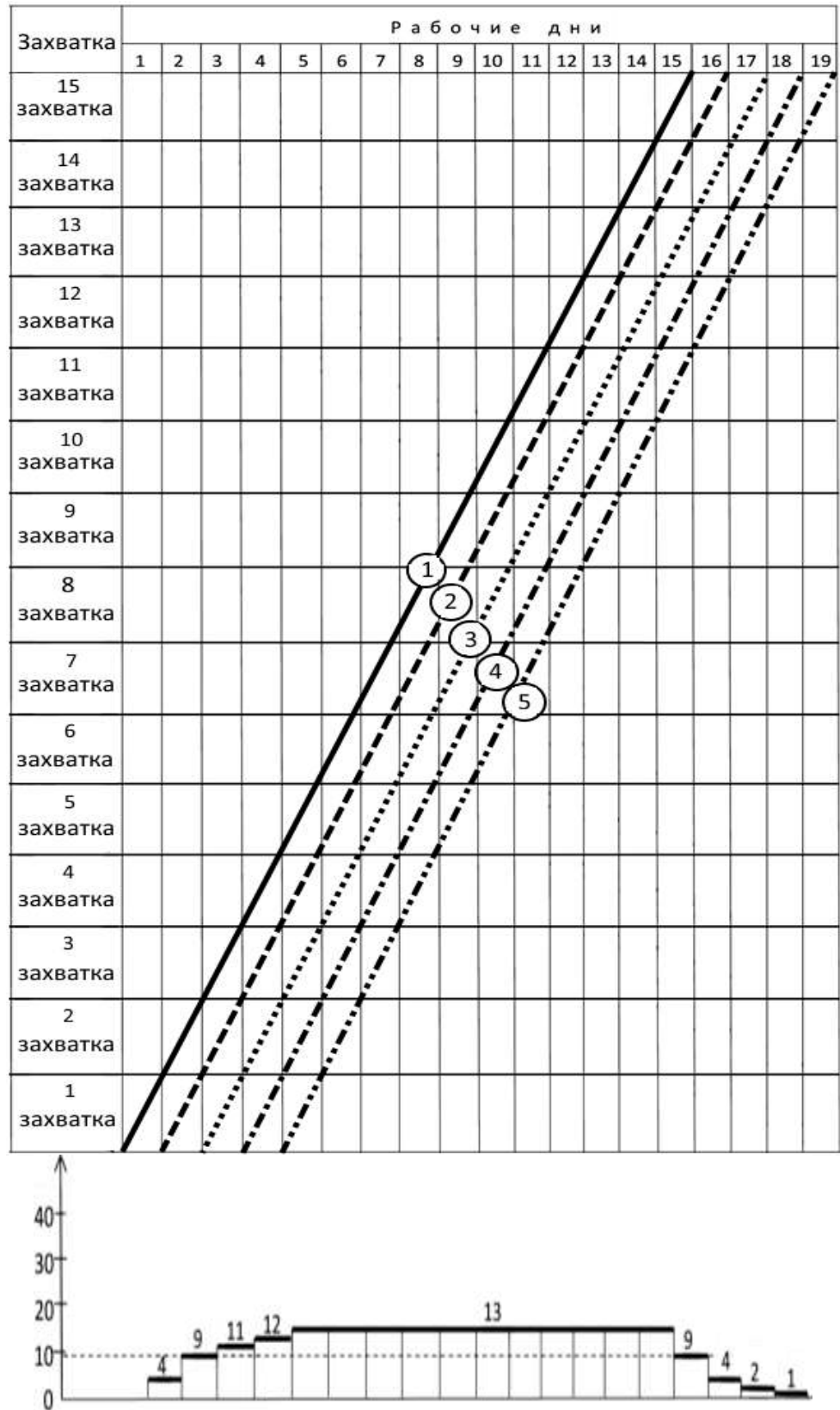
Для зведення комплексу з 15-ти малоповерхових будівель, що трансформуються.

Розроблено три варіанти організаційно-технологічних рішень, представлених циклограмами (рис. 4.5...4.7). Основні технологічні параметри зведення ТМЗ до циклограм наведено в табл. 4.1.

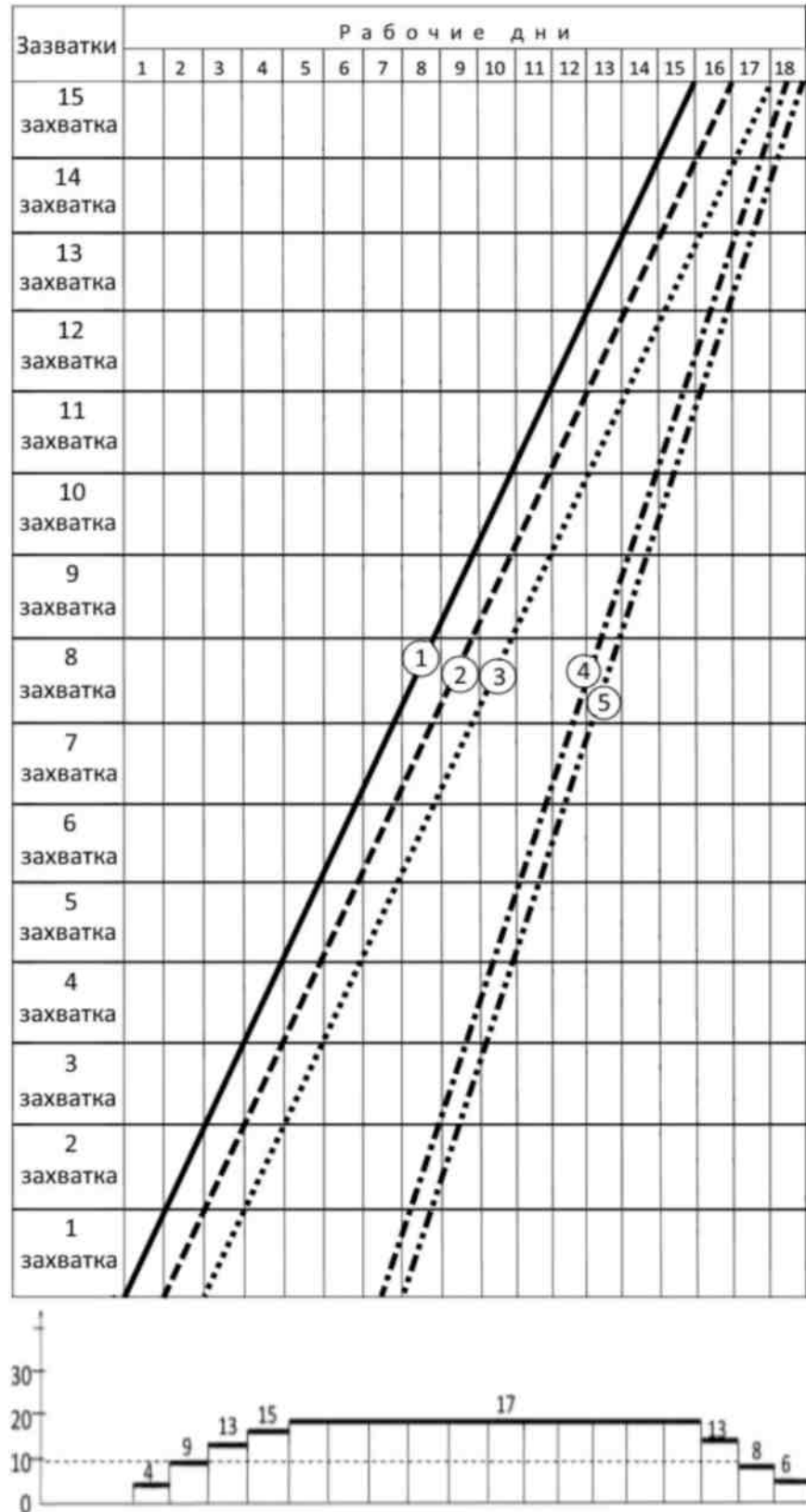
Порівняння організаційно-технологічних варіантів здійснювалося за показниками ефективності (ПЕ), які визначаються за даними табл.4.1.

Таблиця 4.1 - Розрахункові формули для показників ефективності зведення ТМБ

№ п/п	Найменування показника	Розрах. формула	Позначення в формулах	Примітка
1	темپ об'єктного потоку	$V_n = \frac{m}{T}$	$\frac{\text{кількість захваток}}{\text{заг. тривалість}}$	
2	виробнича міць потоку	$W_n = \frac{F_{\text{пр}}}{T}$	$\frac{\text{площа зведення ТМБ}}{\text{заг. тривалість}}$	
3	продуктивність потоку	$P_n = \frac{F_{\text{пр}}}{Q}$	$\frac{\text{площа будівлі ТМБ}}{\text{заг. трудовитрати}}$	
4	питома трудомісткість зведення ТМБ	$q_3 = \frac{Q}{F_{\text{пр}}}$	$\frac{\text{заг. трудовитрати}}{\text{площа ТМБ}}$	
5	загальна тривалість будівництва	$T = \sum t_i$		визначається по циклограмі
6	тривалість робіт на одній захватці	$H = \frac{T}{m}$		
7	коефіцієнт сумісності робіт	$K_c = \frac{\sum t_{i-T}}{\sum t_i - t_{\text{max}}}$		
8	коефіцієнт рівномірності використання трудових ресурсів в процесі будівництва ТМБ	$K_p = \frac{R_{\text{max}}}{R_{\text{ср}}}$		$R_{\text{ср}}$ - середня розрах. кількість робочих на протязі періоду буд-ва, $R_{\text{ср}} = Q/T$ .



1 – будівництво фундаментів; 2 – монтаж ТМБ; 3 – оздоблювальні роботи; 4 – санітарно-технічні роботи; 5 – встановлення електротехнічного обладнання



1 – будівництво фундаментів; 2 – монтаж ТМЗ; 3 – оздоблювальні роботи; 4 – санітарно-технічні роботи; 5 – встановлення електротехнічного обладнання





Рисунок 4.7 – Циклограма зведення ТМБ

1 – будівництво фундаментів; 2 – монтаж ТМБ; 3 – оздоблювальні роботи; 4 – санітарно-технічні роботи; 5 – встановлення електротехнічного обладнання

В таблиці 4.2 наведено вихідні дані для розрахунку показників ефективності (ПЕ) порівнюваних варіантів організаційно-технологічних рішень (ОТР) зведення комплексу з 15 об'єктів ТМЗ.

Таблиця 4.2 - Вихідні дані для розрахунку показників ефективності зведення ТМБ

Варіант ОТР по циклограмі	Кількість захваток	Загальна тривалість буд-ва (Т), дн.	Загальні працевитрати (Q), чол-дн	Площа ТМБ, м <sup>2</sup>	Максимальна тривалість одного часного потоку	Сумарна тривалість часних потоків, дн.	Максимальне число робочих в період будівництва, чол.
№1	15	19	195	810	1	75	13
№2	15	18	195	810	1	60	19
№3	15	8	195	810	1	75	38

Перелічені ПЕ кожному за трьох варіантів ОТР зведення ТМБ розраховуються з урахуванням даних табл. 4.3 та циклограм (рис.4.5...4.7).

Таблиця 4.3 - Розрахунок показників ефективності зведення ТМБ

№ п/п	Розрахункова формула показника	Варіанти організаційно-технологічних рішень		
		1-й варіант	2-й варіант	3-й варіант
1	$V_n = \frac{m}{T}$	$\frac{15}{19} = 0,78$	$\frac{15}{18} = 0,83$	$\frac{15}{8} = 1,87$
2	$W_n = \frac{F_{np}}{T}$	$\frac{810}{19} = 42,6$	$\frac{810}{18} = 45$	$\frac{810}{8} = 101,2$
3	$P_n = \frac{F_{np}}{Q}$	$\frac{810}{19} = 42,6$	$\frac{810}{18} = 45$	$\frac{810}{8} = 101,2$
4	$q_3 = \frac{Q}{F_{np}}$	$\frac{195}{810} = 0,24$	$\frac{195}{810} = 0,24$	$\frac{195}{810} = 0,24$
5	$T = \sum t_i$	19	18	8
6	$H = \frac{T}{m}$	$\frac{19}{15} = 1,26$	$\frac{18}{15} = 1,2$	$\frac{8}{15} = 0,53$
7	$K_c = \frac{\sum t_{i-T}}{\sum t_i - t_{max}}$	$\frac{75 - 19}{75 - 1} = 0,75$	$\frac{75 - 18}{75 - 1} = 0,77$	$\frac{75 - 8}{75 - 1} = 0,89$
8	$K_p = \frac{R_{max}}{R_{cp}}$	$\frac{13}{9} = 1,44$	2,1	1,52

Результати розрахунку всіх трьох варіантів наведено в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 - Критерії оптимальності показників зведення ТМБ

№ п/п організаційно-технологічних рішень	Темп потоку	Виробнича міць потоку	Виробіток потоку	Питома трудомісткість робіт	Тривалість будівництва	Тривалість робіт на одній захватці	Коефіцієнт сумісності робіт	Коеф. рівномірності використання праце-ресурсів
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>
I	0,78	42,6	4,15	0,24	19	75	0,75	1,44
II	0,83	45	4,15	0,24	18	60	0,77	2,0
III	1,87	101,2	4,15	0,24	8	60	0,89	1,52
Критерій оптимальності	min	max	-	-	min	min	max	min
Найкращі показники	0,78	101,2	-	-	8	60	0,89	1,44

Для подальших розрахунків виключаються показники, значення яких однакові (X<sub>3</sub> і X<sub>4</sub>) всім порівнюваним варіантів (продуктивність праці, питома трудомісткість).

Отримані ПЕ після виключення показників, однакових для всіх варіантів, записуємо як матрицю:

$$\bar{K} = \begin{matrix} & X_1 & X_2 & X_3 & X_4 & X_5 & X_6 \\ \begin{matrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \end{matrix} & \left| \begin{array}{cccccc} 0,78 & 42,6 & 19 & 75 & 0,75 & 1,44 \\ 0,83 & 45 & 18 & 60 & 0,77 & 2,0 \\ 1,87 & 101 & 8 & 60 & 0,89 & 1,52 \end{array} \right| \end{matrix}$$

Матриця **K** може бути вирішена на основі використання методів вирішення конфліктних ситуацій за невизначеності [30].

Перетворюємо елементи матриці **K**. Елементи першого стовпця визначаємо так:

$$X_{11} = \left(\frac{x_{\uparrow}}{x_{ij}}\right)^3 = \left(\frac{x_{\uparrow}}{x_{11}}\right)^3 = \left(\frac{0,78}{0,78}\right)^3 = 1;$$

$$X_{12} = \left(\frac{x_{\uparrow}}{x_{11}}\right)^3 = \left(\frac{0,78}{0,83}\right)^3 = 0,827;$$

$$X_{13} = \left(\frac{0,78}{1,87}\right)^3 = 0,072$$

Елементи другого стовбця отримуємо по формулі:

$$X_{21} = \left(\frac{x_{ij}}{x_{\uparrow}}\right)^2 = \left(\frac{x_{21}}{x_{\uparrow}}\right)^2 = \left(\frac{42,6}{101,2}\right)^2 = 0,176;$$

$$X_{22} = \left(\frac{x_{22}}{x_{\uparrow}}\right)^2 = \left(\frac{45}{101,2}\right)^2 = 0,197;$$

$$X_{23} = \left(\frac{101,2}{101,2}\right)^2 = 1$$

Аналогічно виконуємо і для інших ПЕ.

$$X_{31} = \left(\frac{x_{ij}}{x_{\uparrow}}\right)^2 = \left(\frac{x_{31}}{x_{\uparrow}}\right)^2 = \left(\frac{19}{19}\right)^2 = 1;$$

$$X_{32} = \left(\frac{x_{32}}{x_{\uparrow}}\right)^2 = \left(\frac{18}{19}\right)^2 = 0,897;$$

$$X_{33} = \left(\frac{x_{33}}{x_{\uparrow}}\right)^2 = \left(\frac{8}{19}\right)^2 = 0,177.$$

$$X_{41} = \left(\frac{x_{ij}}{x_{\uparrow}}\right)^3 = \left(\frac{x_{41}}{x_{\uparrow}}\right)^3 = \left(\frac{60}{60}\right)^3 = 1;$$

$$X_{42} = \left(\frac{x_{42}}{x_{\uparrow}}\right)^3 = \left(\frac{60}{75}\right)^3 = 0,512;$$

$$X_{43} = \left(\frac{x_{43}}{x_{\uparrow}}\right)^3 = \left(\frac{60}{60}\right)^3 = 1.$$

$$X_{51} = \left(\frac{x_{ij}}{x_{\uparrow}}\right)^2 = \left(\frac{x_{51}}{x_{\uparrow}}\right)^2 = \left(\frac{0,75}{0,89}\right)^2 = 0,842;$$

$$X_{52} = \left(\frac{x_{52}}{x_{\uparrow}}\right)^2 = \left(\frac{0,77}{0,89}\right)^2 = 0,865;$$

$$X_{53} = \left(\frac{x_{53}}{x_{\uparrow}}\right)^2 = \left(\frac{0,89}{0,89}\right)^2 = 1.$$

$$X_{61} = \left(\frac{x_{ij}}{x_{\uparrow}}\right)^3 = \left(\frac{x_{61}}{x_{\uparrow}}\right)^3 = \left(\frac{1,44}{1,44}\right)^3 = 1;$$

$$X_{62} = \left(\frac{x_{62}}{x_{\uparrow}}\right)^3 = \left(\frac{1,44}{2,0}\right)^3 = 0,373;$$

$$X_{63} = \left(\frac{x_{63}}{x_{\uparrow}}\right)^3 = \left(\frac{1,44}{1,52}\right)^3 = 0,849.$$

З отриманих значень вибираємо оптимальне, тобто 0,197. Воно відповідає другому варіанту.

## ВИСНОВКИ

1. Аналіз нормативно-технічної бази та досліджень вітчизняних та закордонних вчених у галузі сучасного малоповерхового будівництва виявив, що можливості розвитку нормативно-технічної бази стосовно нових конструктивно-технологічних рішень та технологій обмежені через нечисельні експериментальні дослідження та статистичні данні, у тому числі в узагальненому систематизованому вигляді.

2. Вдосконалене конструктивно-технологічне рішення трансформованої малоповерхової житлової будівлі з сендвіч-панелей передбачає скорочення трудомістких процесів складання елементів при зведенні на будівельному майданчику за рахунок особливостей з'єднання шарнірних вузлів трансформованої конструкції.

3. З урахуванням конструктивно-технологічних особливостей представлено склад та послідовність технологічних процесів та операцій монтажу ТМБ із сендвіч-панелей, механізацію робіт та чисельно-кваліфікаційний склад виконавців. Визначення чисельного та кваліфікаційного складу робітників для технологічного процесу монтажу при зведенні ТМБ здійснено з урахуванням формування ритмічних потоків під час виконання робіт зі зведення надземної та підземної частин.

4. Раціональний вибір конструктивно-технологічних рішень підземної та надземної частин ТМБ дозволяє організувати ритмічні потоки зведення підземної та надземної частин будівель, з використанням як основи гвинтового фундаменту, влаштування якого не пов'язаного з мокрими процесами.

5. Визначено витрати праці робочих і машинного часу, але в основі розробленого погодинного графіка – тривалість монтажу надземної частини ТМБ, що становить середньому близько 8 годин, тобто одну робочу зміну.

6. Визначено технологічні параметри зведення трансформованих малоповерхових будівель з сендвіч-панелей з урахуванням конструювання та

особливостей складання вузлів сполучення сендвіч-панелей, розрахункового кількісного складу ланки монтажників, використаних засобів механізації.

7. Виконана оцінка зведення комплексу з 15-ти трансформованих малоповерхових будівель дозволила здійснити вибір раціонального організаційно-технологічного варіанту для рекомендованого у практиці будівництва рішення.

Рекомендації та перспективи подальшої розробки теми дослідження: дослідження параметрів технологічних процесів зведення ТМБ у різних природно-кліматичних та гідро-геологічних умовах для розширення географії та раціональних областей їх застосування; розробка виробничих норм тривалості будівництва ТМБ.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Обстеження будівельних конструкцій. URL: <https://www.hospodari.com/resources/150373> (дата звернення 02.10.2021)
2. Якименко О.В., Кіктьова К.О. Технічна експлуатація будівель та споруд : навчальний посібник. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 247 с.
3. LE CONTRÔLE TECHNIQUE. URL: <https://btp-consulting.blogspot.com/p/le-controle-technique-generalites.html> (дата звернення 03.10.2021)
4. Арутюнян І.А., Данкевич Н.О. Техніко-економічне обґрунтування проектних рішень в будівництві: навчально-методичний посібник. Запоріжжя : ЗДІА, 2018. 132 с.
5. Наукові основи розвитку будівельної галузі України: монографія / під. ред. І. А. Арутюнян . Запоріжжя: ЗДІА, 2017. 460 с.
6. Афанасьев А.И., Данилов Н.Н., Копылов В.Д. Технология строительных процессов: учеб. / под ред. Н.Н. Данилова, О.М. Терентьева. Москва: Высш. шк., 2000. 464 с.
7. Технологія монтажу будівельних конструкцій: навчальний посібник / В.К. Черненко, О.Ф. Осипов, Г.М. Тонкачєєв та інші; За ред.. В.К. Черненка. Київ : Горобець Г.С., 2010. 372 с.
8. Современные технологии в строительстве: учебник для студ.высш. учеб.заведен. / под ред. А.И. Меньлюка. Киев : Освіта України, 2010. 549 с.
9. Основи реконструкції будівель і споруд: навч. посіб. / за ред. І.Г. Іваника. Львів : Львівська політехніка, 2018. 268 с.
10. ДБН В.2.6-33:2008. Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації. [Чинні з 2009-07-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 21с.



11. Сучасні методи будівництва . Безліч причин їх використовувати URL : <https://www-almowaten-net>(дата звернення 05.01.2020).
12. ДБН В.2.2-9-2009 Громадські будинки і споруди. Основні положення. Київ : Мінрегіонбуд України, 1992. 47 с.
13. Проскуряков В. І. Конструювання та обладнання інтер'єрів / В.І.Проскуряков, Р. М. Кубай, О. В. Проскуряков ; Нац. ун-т «Львів. Політехніка». Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2014. 86 с.
14. Blanco et al., 2017 J.L. Blanco, A. Mullin, K. Pandya, M. Sridhar The New Age of Engineering and Construction Technology McKinsey & Company, Philadelphia, PA (2017) Google Scholar.
15. Якименко О.В., Кіктьова К.О. Технічна експлуатація будівель та споруд: навчальний посібник. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 247 с.
16. Трач Р.В. Інформаційне моделювання в будівництві (BIM) : сутність, етапи становлення та перспективи розвитку. Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського, 2017. №16. С. 490-495.
17. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 47с.
18. Технологія монтажу будівельних конструкцій: навчальний посібник / В.К. Черненко, О.Ф. Осипов, Г.М. Тонкачєєв та інші; За ред.. В.К. Черненка. Київ :Горобець Г.С.,2010. 372 с.
19. Енергоефективні технології в будівництві: виклики та рішення. URL. <https://www.profbuild.in.ua/ru/stati/508-energoefektivn-texnolog-v> (дата звернення 01.10.2021).
20. Ушацький С.А., Шейко Ю.П., Тригер Г.М. та ін. Організація будівництва : підручник / за редакцією С.А. Ушацького. Київ : Кондор, 2007. 521 с.
21. Дикман Л.Г. Организация и планирование строительного производства. Управление строительными предприятиями с основами АСУ :

учебник для вузов . 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Высшая школа, 1988. 559 с.

22. Стадницький Ю.І., Загородній А.Г. Розміщення продуктивних сил (теоретичні основи) : навчальний посібник. Київ : Знання, 2008. 351 с.

23. Абрамов И.Л. Моделирование технологических процессов строительства малоэтажных жилых зданий / И.Л. Абрамов. Москва : Жилищное строительство, 2007. №5. С.1-3.

24. Абрамов И.Л. Организационно-технологические особенности составления плана строительства коттеджей / И.Л. Абрамов. Москва : Техника и технологии, 2006. №2(14). С.110-113.

25. Басаргин А.Ф., Рахлин А.Е. Система управления социальным жильем. Опыт Великобритании. – М., 2001. 321 с.

26. Васильева В.И. Применение винтовых свай в строительстве. Актуальные направления научных исследований XXI века : теория и практика. 2013. №2. С.6-13.

27. Вейнгарт В.П. Быстровозводимые мобильные энергоэффективные здания из термоструктурных панелей / В.П. Вейнгарт, В.А. Яхьяев, П.В. Вейнгарт, В.В. Гаряев. – Строительные материалы, 2004. № 10. С.71.

28. Дедяев Г.С., Гончарова М.А. Разработка sip-панелей для легковозводимых домов с повышенными теплотехническими свойствами : Научные исследования: от теории к практике. 2015. Т.2. №4(5). С27-29.

29. Плешивцев А.А. Принципы и законы организации систем быстрого возведения трансформируемых жилых зданий / А.А. Плешивцев. – Градостроительство. – 2013. №6 (28). – с.66-68.

30. Ширшиков Б.Ф. Минимизация продолжительности возведения объектов на основе использования информационно-динамических сетевых моделей / Б.Ф. Ширшиков, А.М. Славин, В.С. Степанова, С.О. Михеев. – Промышленное и гражданское строительство, 2016. № 2. с.70-75.