

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ

КАФЕДРА ПРОМИСЛОВОГО ТА ЦИВІЛЬНОГО БУДІВНИЦТВА

Кваліфікаційна робота

другий магістерський

(рівень вищої освіти)

на тему Удосконалення технології виробництва і зведення енергоефективних модульних будівель

Виконав: студент 2 курсу,

групи 8.1921-пцб-з-дн

спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

(код і назва спеціальності)

освітньої програми «Промислове і цивільне будівництво»

спеціалізації -

(код і назва спеціалізації)

Н.В. Петрик

(ініціали та прізвище)

Керівник доцент, к.т.н. Самченко Р.В.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент доц, к.т.н. Мішук К.М.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя
2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____ ПЦБ _____
проф. Арутюнян І.А. _____
«_____» _____ 2022 року

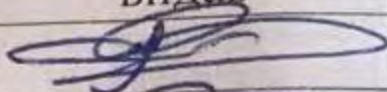

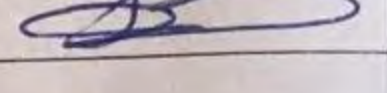
ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Петрик Наталії Вячеславовні
(прізвище, ім'я, по батькові)

- Тема роботи (проекту) Удосконалення технології виробництва і зведення енергоефективних модульних будівель
керівник роботи Самченко Роман Васильович, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом ЗНУ від «02» червня 2022 року №598-с
- Строк подання студентом роботи 01.12.2022 р.
- Вихідні дані до роботи Актуальність обраного напрямку досліджень, значимість у сучасному житті, можливості розвинення проблематики, перспективи впровадження майбутніх досягнень, мета роботи, завдання до виконання обраних досліджень, об'єкт досліджень, предмет досліджень
- Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Провести аналіз стану технологій будівництва модульних будівель. Удосконалити конструктивно-технологічні рішення технології будівництва модульних будівель. Дослідити параметри технологічних процесів монтажу трансформованих модульних будівель.
- Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Від восьми графічних аркушів із результатами аналітичних обґрунтувань наукового напрямку досліджень, результатами експериментальних досліджень, доказами оптимальності запропонованих

методик, результатами чисельних розрахунків із застосуванням су
інформаційних методів досліджень

6 Консультанти розділів роботи

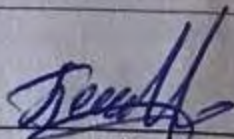
| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|----------|---|---|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Розділ 1 | Самченко Р.В., доц. |  | |
| Розділ 2 | Самченко Р.В., доц. |  | |
| Розділ 3 | Самченко Р.В., доц. |  | |
| | | | |
| | | | |

7 Дата видачі завдання 20.06.2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Пр |
|-------|--|-------------------------------|----|
| 1 | Аналіз нормативної бази вітчизняного і зарубіжного досвіду будівництва та наукових досліджень в області модульних будівель | 9 вересня | |
| 2 | Теоретичне моделювання удосконаленого технологічного рішення зведення енергоефективних модульних будівель | 11 грудня | |
| 3 | Дослідження удосконаленої технології зведення індивідуальних енергоефективних модульних будівель | 25 січня | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Студент


(підпис)

Н.В. Петрик
(ініціали та прізвище)

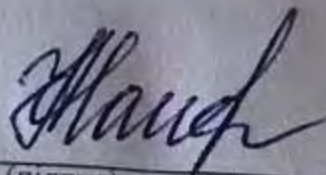
Керівник роботи


(підпис)

Р.В. Самченко
(ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер


(підпис)

Н.О. Данкевич
(ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Петрик Н.В. Удосконалення технології виробництва і зведення енерго-ефективних модульних будівель.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник Р.В. Самченко. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні Запорізького національного університету, кафедра промислового та цивільного будівництва, 2022.

Запропоновано новий теоретичний підхід до розробки вдосконаленої технології в будівельному процесі зведення швидкокомтованих модульних житлових будинків у спрощений спосіб «сухої» збірки індустріальних сендвіч-панелей методом моделювання та подальшої багатокритеріальної оптимізації технологічних рішень за критеріями мінімуму трудомісткості і вартості монтажу. Розроблено вдосконалені технологічні рішення монтажу оптимізованих за розмірами сендвіч-панелей 1,2 на 3,6 м, що складаються з каркаса, мінераловатних теплоізоляційних плит і облицювальних сталевих і цементних обшивок. Виявлено основні чинники і закономірності, що впливають на оптимізацію технологічних режимів зведення індивідуальних модульних будинків з індустріальних сендвіч-панелей: зниження трудомісткості і вартості монтажу.

Ключові слова: ЗВЕДЕННЯ МОДУЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ, УДОСКОНАЛЕННЯ, СЕНДВІЧ-ПАНЕЛІ, ОПТИМАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ.

Список публікацій магістранта:

Петрик Н.В., Самченко Р.В. Удосконалення технології виробництва і зведення енергоефективних модульних будівель. *Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України: зб.матеріалів доп. учасн. II Всеукраїнської науково-практичної конференції за участю молодих науковців. Запоріжжя: ЗНУ, 2022. С.359-360.*

ANNOTATION

Petryk N.V. Improvement of production technology and construction of energy-efficient modular buildings.

Qualifying thesis for obtaining a master's degree in higher education, specialty 192 Construction and civil engineering, supervisor R.V. Samchenko. Engineering Educational and Scientific Institute named after Yu.M. Potebni Zaporizhzhia National University, Department of Industrial and Civil Engineering, 2022.

A new theoretical approach to the development of an improved technology in the construction process of erecting quickly assembled modular residential buildings in a simplified method of "dry" assembly of industrial sandwich panels by the modeling method and further multi-criteria optimization of technological solutions according to the criteria of minimum labor intensity and installation cost has been developed. with the dimensions of sandwich panels 1.2 by 3.6 m, consisting of a frame, mineral wool heat-insulating plates and facing steel and cement linings. The main factors and regularities affecting the optimization of technological regimes for the construction of individual modular houses from industrial sandwich panels have been identified: reduction of labor intensity and cost of installation.

Keywords: CONSTRUCTION OF MODULAR BUILDINGS, IMPROVEMENT, SANDWICH PANELS, OPTIMAL TECHNOLOGICAL PARAMETERS.

List of publications of the master's student:

Petryk N.V., Samchenko R.V. Improvement of production technology and construction of energy-efficient modular buildings. Current issues of sustainable scientific, technical and socio-economic development of the regions of Ukraine: collection of additional materials. participation II All-Ukrainian scientific and practical conference with the participation of young scientists. Zaporizhzhia: ZNU, 2022. P.359-360.

ВСТУП**1 АНАЛІЗ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ ВІТЧИЗНЯНОГО І ЗАРУБІЖНОГО ДОСВІДУ БУДІВНИЦТВА ТА НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В ОБЛАСТІ МОДУЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ** 12

1.1 Нормативна база, досвід та перспективи розвитку модульного будівництва в Україні 12

1.2 Закордонний досвід будівництва модульних швидкокомтованих будівель 17

1.3 Формування основних підходів до вдосконалення технологій та скорочення строків будівництва модульних будівель 19

2 ТЕОРЕТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО РІШЕННЯ ЗВЕДЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ МОДУЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ 30

2.1 Особливості конструктивно-технологічних рішень модульних будівель 30

2.2 Загальні вимоги до розроблення переліку заходів з підвищення енергоефективності об'єктів 31

2.3 Термомодернізація огорожувальних конструкцій будівель 36

2.3.1 Термомодернізація зовнішніх стін 37

2.3.2 Термомодернізація перекриття та покриття будинків 48

2.3.3 Заміна вікон та вхідних дверей 53

2.4 Модернізація поточних інженерних мереж 55

2.4.1 Системи опалення. Влаштування індивідуального теплового пункту 60

2.4.2 Система гарячого водопостачання 70

2.5 Система освітлення та електропостачання 71

3 ДОСЛІДЖЕННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЗВЕДЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ МОДУЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ 74

3.1 Особливості удосконаленої технології 74

3.2 Організація і технологія виконання робіт по зведенню індивідуальних модульних будинків 77

3.3 Експериментальне будівництво та обґрунтування оптимальних технологічних параметрів вдосконаленого методу зведення індивідуальних модульних будинків 108

ВИСНОВКИ 115

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 116

ВСТУП

Актуальність теми. Успішна реалізація пріоритетних національних проектів, державних програм та Постанов Кабміну України, таких як Національний проект «Доступне житло» та ін, спрямованих на покращення якості середовища життєдіяльності громадян України, безпосередньо пов'язана з досягненням заданих індикаторів розвитку будівельної галузі

Одним із динамічних показників галузі є щорічне введення житлової площі. Особливе місце займає відносна частка введення малоповерхового житла, яка за останні 10 років досягла збільшення, більш ніж у 7 разів.

Поширені у практиці сучасного будівництва технології зведення малоповерхових житлових будівель, як правило, передбачають застосування переважно ручної праці та відрізняються підвищеною трудомісткістю та тривалістю, що у сукупності призводить не лише до збільшення термінів будівництва, а й до окупності інвестицій.

Для забезпечення необхідного термічного опору зовнішніх стін малоповерхових будівель застосовують різні технології їх утеплення, які у ряді випадків збільшують трудомісткість та тривалість робіт, оскільки здійснюються окремим потоком та вимагають залучення робочих суміжних спеціальностей.

На різних етапах розвитку будівельної науки і виробництва завдання зі скорочення термінів зведення будівель на будівельному майданчику вирішувалося за рахунок раціонального поєднання нових конструктивно-технологічних і організаційно-технологічних рішень.

Технології зведення малоповерхових будівель різного призначення у масовому сучасному будівництві визначаються їх конструктивно-технологічними та об'ємно-планувальними рішеннями, функціональним призначенням, умовами будівництва, а також вимогами щодо забезпечення енергозбереження будівель.

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 під час виконання будівельно-монтажних робіт у процесі зведення. При значному зменшенні трудовитрат на виробництві порівняно із заводськими прийнято вважати технологію будівництва швидкокомонтованою. За швидкокомонтованою технологією будуються будинки різного функціонального призначення: заміські малоповерхові житлові будинки, індивідуальні дачні будинки, офісні та складські будівлі, виробничі та культурно-спортивні об'єкти.

Для більшості будівель, що швидко зводяться, 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.

Однак масове будівництво малоповерхових будівель, що швидко зводяться, нових конструктивно-технологічних рішень у нашій країні стримує відсутність нормативної бази, організаційно-технічні складності в переобладнанні та перепрофілізації діючих підприємств з випуску продукції будівельного виробництва, що не користується попитом.

Однією з раціональних галузей застосування цієї технології можуть бути малоповерхові житлові будинки економічного класу для проживання різного складу сімей. 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 сучасних прогресивних екологічно чистих матеріалів та вдосконалених конструкцій, а також підвищенням інвестиційної привабливості будівництва швидкокомонтованих будівель.

Метою написання магістерської роботи було удосконалення технологічних рішень зведення індивідуальних житлових будинків з індустріальних сендвіч-панелей, що забезпечують зниження трудомісткості і вартості будівництва.

Відповідно до поставленої мети основними завданнями були:

- аналіз нормативної бази, наукових досліджень та досвіду будівництва малоповерхових будівель різного призначення в Україні та за кордоном;
- формування основних підходів до вдосконалення технологій будівництва малоповерхових будівель;
- удосконалення конкурентоспроможного конструктивно-технологічного рішення малоповерхової модульної будівлі, що трансформується, з сендвіч-панелей;
- визначення раціонального складу та послідовності технологічних процесів монтажу модульних малоповерхових будівель;
- дослідження параметрів технологічних процесів монтажу трансформованих малоповерхових будівель із сендвіч панелей з урахуванням особливостей механізації робіт, чисельного та кваліфікаційного складу робітників;

Об'єкт дослідження — організаційно-технологічний процес зведення модульних малоповерхових будівель.

Предмет дослідження — є параметри технологічних процесів зведення індивідуальних модульних малоповерхових будівель способом монтажу індустріальних сендвіч-панелей.

Методи досліджень включали узагальнення і аналіз вітчизняного і зарубіжного досвіду зведення житлових будівель, сучасного стану теорії і практики процесів зведення індивідуальних житлових будинків, аналіз технологічних, теоретичних досліджень та аналіз отриманих результатів.

Наукова новизна досліджень і отриманих результатів полягає в удосконаленні раціональних параметрів технологічних процесів монтажу модульних будівель, що забезпечують розробку циклічно-збалансованих за

ресурсами організаційно-технологічних моделей зведення модульних будівель.

Апробація роботи. Основні положення роботи опубліковані на II Всеукраїнській науково-практичній конференції за участю молодих науковців «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України» (2022, м. Запоріжжя).

Структура роботи. Структурно робота складається з вступу, трьох розділів, висновків. Загальний обсяг 120 сторінок. Включає 27 рисунків, 3 таблиці, список використаних джерел з 61 пункта.

1 АНАЛІЗ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ, ВІТЧИЗНЯНОГО І ЗАРУБІЖНОГО ДОСВІДУ БУДІВНИЦТВА ТА НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В ОБЛАСТІ МАЛОЕТАЖНОГО ДОМОБУДУВАННЯ

1.1 Нормативна база, досвід та перспективи розвитку модульного будівництва в Україні

Розвиток малоповерхового домобудівництва в Україні визначено пріоритетними національними проектами, державними програмами та Постановами Кабміну України, такими як Національний проект «Доступне житло» та ін, спрямованими на покращення якості середовища життєдіяльності громадян України, безпосередньо пов'язана з досягненням заданих індикаторів розвитку будівельної галузі.

Реалізація цих проектів у будівельній галузі регламентована низкою нормативно-технічних документів, у тому числі актуалізованих останніми роками [10-14].

За останні 20 років відносна частка введення малоповерхового житла в Росії збільшилася більш ніж у 7 разів. В останні роки на малоповерхові будівлі стабільно припадає половина житлової площі, що вводиться, а в 1990 р. вона становила трохи більше 6%. За прогнозами Уряду України цей показник повинен у 2020 р. досягти 70% [15].

Виконана систематизація об'єктів малоповерхового будівництва за низкою робіт [1, 3, 4, 8, 9 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, що охоплюють різноманітні кліматичні зони України [3, 19, 47].

Одним з перспективних напрямів розвитку малоповерхового

домобудівництва є будівництво швидкокомтованих будівель. Назва «швидкокомтовані» для будівель носить дискусійний характер. Як правило, це будівлі високої заводської готовності, терміни зведення яких на будівельному майданчику значно менші, 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] До найбільш поширених типів малоповерхових швидкокомтованих будівель відносяться будівлі контейнерного та збірно-розбірної типів. В опублікованих дослідженнях [11] розглянуто конструкцію швидкокомтованих будівель із сендвіч-панелей у порівнянні з іншими конструктивно-технологічними рішеннями. Наведено порівняльну трудомісткість монтажу різних конструктивних систем за результатами узагальнення з літературних джерел [4, 50].

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

Найменшу питому трудомісткість монтажу (чол. - Ч/м) мають будівлі контейнерного типу - з незнімною ходовою частиною (0,1...0,3) і без ходової частини (0,3...0,4). Для будівель збірно-розбірної конструкції (модульних будівель з блок-контейнерів, стійково-панельної та рамно-панельної конструкції) цей інтервал становить 0,7...0,9. Будинки типу, що складається (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.

Однією із завдань наукових досліджень та розробок у галузі вдосконалення швидкокомтованих будівель контейнерного типу є створення

будівель універсального призначення. У цих дослідженнях були використані такі переваги контейнерних будівель:

- високий рівень 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 із збірно-розбірними варіантами.
- Необхідність застосування кранового обладнання при монтажі.

Відмінною особливістю збірно-розбірних будівель є скорочення трудомісткості робіт у заводських умовах та перенесення робіт зі збирання будівель з окремих конструктивних елементів на будівельний майданчик. Це позначається і на співвідношенні трудомісткості робіт. Розрізняють збірно-розбірні будівлі стійково-панельної, рамно-панельної та збірно-розбірні модульні будинки з блок-контейнерів. За результатами узагальнення, представленого у наукових працях [4, 28, 35], діапазон зміни питомої трудомісткості монтажу для будівель першого типу становить в середньому 0,6...0,9 норм.-ч/м , а окремих систем, (наприклад з об'ємно-блочних елементів) досягає показників - 0,25-0,32 .

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

Для цієї конструктивної системи результатами досліджень отримано мінімальну кількість елементів будівлі, що включає 12 конструктивних елементів, що поєднують 5 конструктивних схем - стійково-панельну, рамно-

панельну, об'ємно-блочну, підвісну та комбіновану. Ця різноманітність дозволила вести будівництво швидкокомтованих будівель 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. В цьому випадку на місці установки проводиться складання блок-контейнерів і 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.

Основними перевагами будівель, що складаються, в порівнянні зі збірно-розбірними і контейнерними є підвищений ступінь заводської готовності і збільшення корисного обсягу 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 з допомогою використання полегшених матеріалів.

В опублікованих дослідженнях пропонується оцінювати переваги різних конструктивно-технологічних систем швидкокомтованих будівель за 5-ти видами технологічності [4].

По-перше, це технологічність виготовлення, що є порівняльною оцінкою таких характеристик, як різнотипність, загальна кількість елементів, матеріаломісткість, трудомісткість, деформація і напруга, механізація технологічних процесів, точність геометричних форм, крупність елементів, складання і готовність. По-друге, це транспортна технологічність - характеризує як 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 захоплень ярусів, однорідність конструктивних елементів, зручність збирання зварювання, облік до. По-четверте, експлуатаційна технологічність – сукупність технічних властивостей житлового будинку в період 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, 14] пропонується розуміти сукупність технічних та організаційно-технологічних рішень зведення індивідуальних житлових будинків, їх експлуатації, дальньої модернізації та реконструкції, що характеризують сучасні вимоги до будівельного виробництва.

У цілому нині, теоретичні дослідження послужили основою розвитку нових форм раціонального проектування та експериментального будівництва швидкозведених малоповерхових будинків та вдосконалення нормативно - технічної бази малоповерхового домобудівництва [45-48].

1.2 Закордонний досвід будівництва модульних швидкокомонтованих будівель

У зарубіжних дослідженнях та практиці будівництва є досвід розробки та будівництва швидкокомонтованих будівель [8, 11, 38, 40]. 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.

У ряді європейських країн, а також США та Канаді, за швидкою технологією ведеться будівництво будівель різних конструктивно - технологічних систем - контейнерних, панельних, каркасно-панельних, а також пневматичних та тентових. Найбільшого поширення набули каркасно-панельні - від 64 до 95%, як менш затратні у будівництві. Модульні будівлі становлять від 3 до 22% [38].

Швидкокомонтоване 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%.

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

У структурі конструктивних систем швидкокомонтованих будівель у різних країнах склалися індивідуальні особливості.

Близько 62% жителів Канади проживають у малоповерхових будинках. Будівництво швидкокомонтованих будівель у Канаді на 8% випереджає

багатоквартирні. 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% .

Швидкокомтованих малоповерхових будинків у Канаді (76%) менше, ніж у Сполучених Штатах Америки (91%). Це з тим що більшість жителів країни концентрується у містах а щільність населення низька і складає близько 1,9 чол. на 1км. 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% у 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] випливає, що за кордоном у галузі проектування та технології швидкого зведення будівель накопичений значний досвід.

У наукових дослідженнях вчених з Англії та Німеччини Вудса С., Кандиліса Ж., Моргана П., Чока У., Фрідмана І. основні завдання були спрямовані на подальше вдосконалення конструктивно-технологічних рішень будівель, що трансформуються 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] також встановлено, що за кордоном широко застосовуються блок-контейнери та збірні швидкокомтовані будівлі.

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

1.3 Формування основних підходів до вдосконалення технологій будівництва модульних будівель

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

За науково-технічним рівнем це рішення означає розробку нових моделей швидкобудуюємі будівель, що базуються на результатах наукових досліджень, що перевершують передові українські та зарубіжні зразки, що застосовуються в масовому та експериментальному будівництві.

Якісний рівень конструктивно-технологічних рішень швидкокомонтованих будівель означає ступінь відповідності нормативним вимогам у 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 малоповерхових будівель, що швидко будуються, необхідний комплексний

підхід та облік наступних параметрів, що відповідають базовим нормативним вимогам [37]. Так, об'ємно-планувальні рішення визначаються габаритами приміщень, їх пропорціями з обов'язковим врахуванням соціальних, культурних особливостей, умовою клімату району, де планується будівництво будівлі, а також відповідністю кількості кімнат, житловою площею, загальним будівельним обсягом, оснащеністю інженерними комунікаціями з урахуванням вимог федеральних 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 будівель, що трансформуються, 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 будівлі, що складається, що трансформується, 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.

Таблиця 1.1 – Вимоги, що пред'являються до моделей і методів оцінки ефективності застосування сендвіч-панелей в швидкокомтованих будівлях

| Предмет дослідження | Найменування вимоги | Метод оцінки вимог |
|--|---|--|
| 1 | 2 | 3 |
| <p>I. Система критеріїв оцінки ефективності будівництва котеджів на основі сендвіч панелей.</p> <p>1.1. Виготовлення.</p> <p>1.2. Транспортування.</p> <p>1.4. Демонтаж.</p> <p>1.5. Експлуатація.</p> <p>1.6. Завершення терміну експлуатації.</p> | <p>1. Загальні вимоги</p> <p>1.1. Наявність інтегрального критерію якості.</p> <p>1.2. Наявність узагальнених критеріїв якості.</p> <p>1.3. наявність диференціальних</p> <p>1.4. Кількісна форма критеріїв.</p> <p>1.5. Порівнянність одиниць виміру всіх критеріїв</p> <p>1.6. Значимість (вагомність) критеріїв.</p> | <p>1. Ієрархічна система критеріїв.</p> <p>2. Оцінка коефіцієнтів вагомості критеріїв</p> |
| | <p>2. Спеціальні вимоги</p> <p>2.1. Облік варіантів застосування сендвіч-панелей в новому будівництві котеджів, при реконструкції і в надзвичайних ситуаціях.</p> <p>2.2. Облік конкурентного середовища.</p> | |
| <p>II. Система моделей оцінки ефективності будівництва котеджів з сендвіч-панелей.</p> <p>II.1. Прогнозування.</p> <p>II.2. Планування.</p> <p>II.3. Поточне планування.</p> <p>II.4. Оперативне керування.</p> <p>II.5. Регулювання, облік, аналіз.</p> | <p>1. Загальні вимоги</p> <p>1.1. Адекватність.</p> <p>1.2. Інформаційна достатність.</p> <p>1.3. Множинність.</p> <p>1.4. Здійсненність.</p> <p>1.5. Можливість моделювання на комп'ютері.</p> <p>1.6. Мінімум затрат при використанні моделей.</p> <p>2. Спеціальні вимоги.</p> <p>2.1. Облік чинників ризику.</p> <p>2.2. Облік невизначених факторів впливу</p> | <p>1. Системний підхід до методології формування моделей.</p> <p>2. Аксіологічна (ціннісна) спрямованість моделей.</p> |

Продовження табл.1.1

| 1 | 2 | 3 |
|---|--|---|
| | 2.3. Облік всіх етапів життєвого циклу котеджу. 2.4. Облік різних варіантів будівництва котеджів з сендвіч-панелей. 2.5. Облік різних варіантів збірно-розбірних сендвіч-панелей. | |
| II. Система методів визначення ефективності будівництва котеджів з сендвіч-панелей. III. 1. Прогнозування. III.2.Планіруваніе. III.3.Оценка. III.4.Корректіровка. III.5.Регулірованіе, аналіз. | 1. Загальні вимоги. 1.1. Адекватність. 1.2. Інформаційна достатність. 1.3. Простота використання. 1.4. Мінімум затрат при використанні. 1.5. Можливість комп'ютерної обробки. 2. Спеціальні вимоги. 2.1. Можливість поновлення комп'ютерних версій. 2.2. Облік комплексу заходів щодо мінімізації ризиків в конкурентному середовищі. 2.3. Оцінка компетентності експертів. 2.4. Оцінка узгодженості думок експертів. 2.5. Оцінка достовірності результатів оцінок. 2.6. Облік збірно-розбірних сендвіч-панелей. | 1. Кількісна форма визначення ефективності. 2. Працює з порівнюваних варіантів. 3. Системний підхід до формування «витрат» і «результатів» при зведенні котеджів з сендвіч-панелей. |

Для цього на першому етапі необхідно організувати виробництво малоповерхових будівель, що трансформуються 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 будівель, що трансформуються, на основі проведення досліджень технологічних процесів та операцій монтажу надземної частини ТМЗ 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 для виконання всіх складових технологічних процесів, операцій та режимів, а також надалі для розробки технічно обґрунтованих норм часу. Для вирішення цього завдання використовують метод хронометражу.

Хронометраж є метод дослідження, з якого вивчають оперативний час циклічних елементів робочого процесу, необхідне отримання одиниці продукції [10].

Внутрішньозмінні витрати робочого часу класифікуються на витрати часу робітників та часу використання машин. Їх можна визначати відповідно до сформованих підходів [28].

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 - непередбаченої 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.

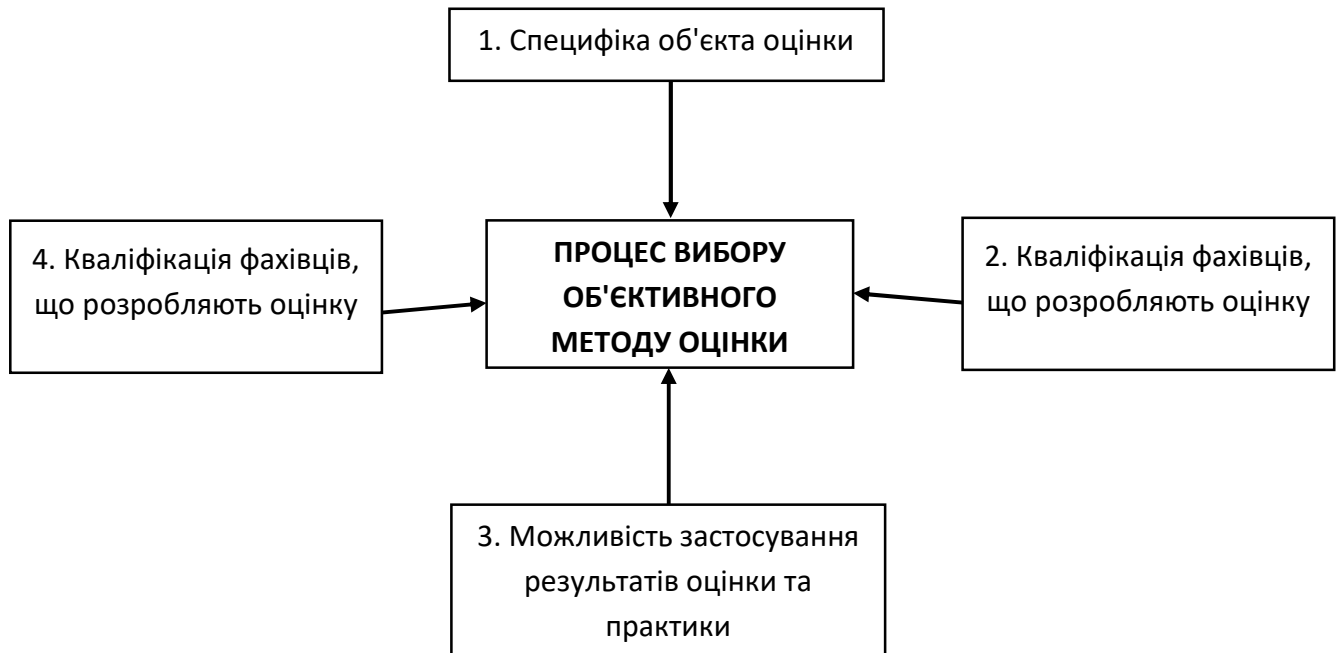


Рисунок 1.1 – Система основних факторів, що впливають на процес вибору адекватного методу моделювання вдосконалених технологічних рішень зведення котеджів з індустріальних сендвіч-панелей

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 непереконні 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 потребує.

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 і 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 витрат робочого дня.

Час перерв у роботі - це час, протягом якого робітник не працює незалежно від того, якою причиною це викликано. Час регламентованих перерв передбачений 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 передбачено 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 несвоєчасною 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.

За результатами досліджень для механізованих процесів визначається час використання будівельних машин. Його поділяють на роботи за завданням - робота під повним та 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 процесах 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, яка не передбачена 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 вхолостую, тобто. без навантаження (включає зворотний поворот стріл крана). Виникнення цього елемента витрат робочого дня пов'язані з конструктивними особливостями та специфікою його експлуатації. Поряд із регламентованою холостою роботою можлива і випадкова, зумовлена недоліками в 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 за завданням - час, протягом якого кран використовують до виконання будь-яких робіт, не передбачених 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 виправлення шлюбу, допущеного робітниками, зайнятими у суміжних процесах тощо.

Обов'язково виникає і час перерв у роботі крана - час бездіяльності, незалежно від причин, викликаних цією простою. 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. Час перерв через порушення трудової дисципліни робітниками - простої машини через запізнення робітників на роботу, 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 втрат 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 втрат робочого дня відносять час зайвої роботи та час нерегламентованих перерв.

Для розробки технології монтажу ТМЗ 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 вдосконалення конструктивно-технологічних рішень малоповерхових будівель, що швидко зводяться.

2 ТЕОРЕТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО РІШЕННЯ ЗВЕДЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ МОДУЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ

2.1 Особливості конструктивно-технологічних рішень модульних будівель

Розроблена конструкція ТМЗ має характерні особливості, що впливають на технологію його зведення.

Однією з особливостей ТМЗ 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 кутовим елементом.

Основна особливість технології монтажу малоповерхової житлової будівлі із сендвіч-панелей пов'язана з тим, що її конструктивні елементи зібрані у компактні пакети. ТМЗ 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 пакета розміщені вуха-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 вуха, 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. Для монтажу будівлі з внутрішньої сторони даху вздовж осі конька розміщена трапецієподібна силова балка у вигляді дерев'яного бруса з прикріпленням 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 металевих квадратів, розкріплені металевими хустками. Вуха мають отвори для болтового з'єднання взаємно перпендикулярно розташованих панелей будинку.

Технологічна послідовність трансформування розробленої конструкції будівлі у заводських умовах, монтажного процесу та проектного положення представлена.

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

2.2 Загальні вимоги до розроблення переліку заходів з підвищення енергоефективності об'єктів

До розроблення заходів з підвищення енергоефективності об'єктів необхідно виявити всі чинники, що негативно впливають на експлуатаційну надійність кожної будівлі і безперебійну роботу інженерних систем та зовнішніх теплових мереж, а також визначити конкретні причини наднормативного енергоспоживання, здійснити аналіз отриманої інформації, що повинен лягти в основу майбутньої програми з підвищення енергетичної ефективності будівлі, яка включає перелік ремонтних робіт, пов'язаних з

підвищенням експлуатаційної надійності, і перелік термомодернізаційних заходів з орієнтовними термінами їх виконання і витратами на реалізацію.

Такі роботи необхідно виконати по кожній будівлі, яка включена до переліку об'єктів, що потребують термомодернізації та модернізації.

Якщо в будівлі є проблеми щодо експлуатаційної надійності, то роботи з їх усунення повинні бути пріоритетними. Якщо таких проблем немає, або вони усунені, можна приступати до виконання заходів з термомодернізації та модернізації.

Розроблення найефективніших заходів з підвищення енергоефективності об'єктів виконують на основі аналізу результатів огляду технічного стану, заповнених опитувальних листів, результатів енергетичного обстеження (енергоаудиту) та теплотехнічних розрахунків, виконаних у відповідності до ДБН Б В.2.6-31:2006, ДСТУ-Н А.2.2-5:2007.

До комплексу інженерно-технічних заходів, які необхідно здійснити для підвищення енергоефективності об'єкта, можна віднести:

підвищення термічного опору огорожувальних конструкцій будівель за рахунок впровадження енергозбережних технологій;

модернізацію систем тепло- та водопостачання зовнішніх інженерних мереж та внутрішніх інженерних систем;

модернізацію систем вентиляції;

облік і регулювання споживання енергоресурсів і води.

При впровадженні заходів з термомодернізації слід враховувати:

місцеві кліматичні умови;

геометричні, теплотехнічні та енергетичні характеристики будівлі;

нормативні санітарно-гігієнічні та мікрокліматичні умови приміщень будівлі;

технічні характеристики інженерного обладнання.

Залежно від капіталоємності та очікуваної економії енергетичних ресурсів запропоновані заходи групують по пакетах.

Наприклад:

Підвищення термічного опору огорожувальних конструкцій будівель за рахунок впровадження енергозбережних технологій:

- а) теплоізоляція зовнішніх стін будівлі плитами із спіненого полістиролу з опорядженнями тонкошаровими штукатурками;
- б) теплоізоляція зовнішніх стін будівлі мінераловатними плитами з вентиляльованим повітряним прошарком та опорядження індустриальними елементами;
- в) теплоізоляція зовнішніх стін будівлі плитами із піноскла з опорядженнями тонкошаровими штукатурками;
- г) теплоізоляція дахового перекриття з улаштуванням теплоізоляційного шару із мінераловатних плит, базальтової вати, піноскла з улаштуванням пароізоляційного шару; із пінополіуретану з улаштуванням захисного шару із пожежобезпечних матеріалів;
- д) теплоізоляція підвального перекриття з улаштування теплоізоляційного шару із мінераловатних плит, базальтової вати; піноскла з улаштуванням пароізоляційного шару; із пінополіуретану з улаштуванням захисного шару із пожежобезпечних матеріалів;
- є) встановлення енергозберігальних вікон та дверей в житлових приміщеннях квартир.
- ж) утеплення під'їздів (заміна вікон на енергозберігальні, встановлення вхідних утеплених дверей; утеплення тамбурів).

Модернізація систем тепло- та водопостачання внутрішніх інженерних систем:

- а) часткова модернізація (встановлення автоматичного регулятора теплового потоку, встановлення теплоізоляційних рефлекторів за опалювальними приладами);
- б) комплексна модернізація (встановлення автоматичного регулятора теплового потоку; балансування системи опалення; встановлення сучасних опалювальних приладів малої інерційності; встановлення

термостатичних регуляторів на опалювальних приладах; встановлення теплоізоляційних рефлекторів за опалювальними приладами).

Модернізація систем тепло- та водопостачання зовнішніх інженерних мереж:

зниження тепловтрат в інженерних мережах шляхом поступового переходу на сучасні трубопроводи, в тому числі на теплові мережі з пінополіуретановою ізоляцією;

оптимізація режимів роботи мереж теплопостачання шляхом впровадження систем автоматизованого управління і регульованого приводу насосних агрегатів, заміна насосів з підвищеною установленою потужністю;

реконструкція теплових пунктів з застосуванням ефективного тепломеханічного обладнання (пластинчастих водонагрівачів);

встановлення сонячних колекторів для гарячого водопостачання

встановлення електричних котлів з нічним акумулюванням теплової енергії;

застосування в системах теплопостачання замість поверхневих теплообмінників трансзвукових струминно-форсуночних апаратів;

використання апаратури контролю і діагностики стану внутрішньої поверхні обладнання і систем теплопостачання;

застосування сучасних методів і технологій для очищення теплообмінного обладнання котлів, систем водопостачання від відкладень солей та продуктів корозії;

оптимізація процесів горіння в топках котлів та впровадження оптимальних графіків регулювання з використанням засобів автоматизації і контролю;

застосування в котельнях протитискових турбін, які встановлюються паралельно в дросельному пристрої.

4. Модернізація систем вентиляції (застосування систем вентиляції з утилізуванням тепла витяжного повітря, в тому числі і за допомогою теплового насоса, і використання утилізованого тепла на потреби гарячого

водопостачання; встановлення локальних пристроїв вентиляції з рекуператорами теплоти).

5. Облік і регулювання споживання енергоресурсів і води

Само утеплення огорожувальних конструкцій будівлі не призведе до бажаного зниження витрат на опалення будівлі, тому що кількість теплової енергії, яка витрачається на його опалення, буде такою самою, як і до утеплення. У квартирах стане тепліше, але без сучасних засобів автоматизації та регулювання тепловитрат не буде досягнуто зниження тепловитрат.

Для зниження тепловитрат необхідно:

- впровадження комплексу інженерного обладнання, що зв'язує теплові мережі із споживачами теплоти і призначений для приймання, приготування, розподілу, регулювання та обліку теплоносія;

- впровадження механізмів та пристроїв, призначених для обліку та регулювання енергопостачання в будинках, встановлення систем автоматичного регулювання теплового навантаження та заміна бойлерів гарячого теплопостачання;

- впровадження горизонтальних поквартирних систем опалення з індивідуальними поквартирними вузлами обліку теплової енергії.

При реконструкції та капітальному ремонті житлового будинку облік теплоспоживання системою опалення у квартирах слід здійснювати згідно з ДБН В.3.2-2.

Застосування приладів-розподільвачів теплової енергії на опалювальних приладах слід здійснювати згідно з ДСТУ EN 834 або ДСТУ EN 835.

2.3 Термомодернізація огорожувальних конструкцій будівель

Термомодернізація - це комплекс ремонтно-будівельних робіт, спрямованих на поліпшення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будівель, показників енергоспоживання інженерних систем та забезпечення енергетичної ефективності будівлі не нижче мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель.

Вперше визначення термомодернізації надано в ДСТУ-Н Б В.3.2-3:2014 «Настанова з виконання термомодернізації житлових будинків», розробленому фахівцями ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва»

Цей стандарт поширюється на термомодернізацію житлових будинків під час їх технічного переоснащення, реконструкції або капітального ремонту, адже згідно з визначенням видів будівництва, наведених у ДБН А.2.2-3-2014 «Склад та зміст проектної документації на будівництво», термомодернізація не відноситься в повній мірі до жодного з них.

ДСТУ-Н Б В.3.2-3 регламентує виконання робіт з теплової ізоляції зовнішніх огорожувальних конструкцій будинків, заміни вікон, балконних та зовнішніх дверей, модернізації внутрішньобудинкових систем опалення, вентиляції, кондиціонування, охолодження, гарячого водопостачання, електропостачання та електроосвітлення.

До огорожувальних конструкцій будівлі відносяться конструкції, які призначені для ізоляції внутрішніх об'ємів у будівлях від зовнішнього середовища (зовнішні стіни; перекриття та покриття будинків; підвальні перекриття)

Термомодернізацію зовнішніх огорожувальних конструкцій слід здійснювати за наступною послідовністю:

а) зовнішні стіни та зовнішні стінові конструкції, що контактують з ґрунтом;

б) інші конструкції у будь-якій послідовності:

- суміщені покриття;
- горищні покриття та перекриття неопалюваних горищ;
- перекриття над проїздами та неопалюваними підвалами;
- теплова ізоляція підлог на ґрунті.

Роботи з улаштування термомодернізації зовнішніх стін та теплогідроізоляції покрівлі будинку допускається виконувати одночасно.

Вибір теплоізоляційних матеріалів для термомодернізації зовнішніх огорожувальних конструкцій слід здійснювати згідно з ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

2.3.1 Термомодернізація зовнішніх стін

Роботи з термомодернізації зовнішніх стін слід починати після модернізації внутрішньобудинкових інженерних систем та їх випробовування.

Конструкції фасадної теплоізоляції, у залежності від їх класу, класифікуються за наступними конструктивно-технологічними ознаками (згідно з ДСТУ Б В.2.6-34:2008).

1. Конструкції фасадної теплоізоляції з опорядженням штукатурками та дрібноштучними виробами (клас А).

За способом кріплення теплоізоляційного шару до зовнішньої поверхні стіни підрозділяють на конструкції:

- склеєні;
- з дюбельною фіксацією;
- комбіновані дюбельно-склеєні;
- торкретаційні системи.

За типом арматурної сітки збірні системи підрозділяють на конструкції:

з використанням сітки зі скловолокна або полімерних волокон;

з використанням металевої сітки.

Матеріал, що в'яже штукатурні шари, підрозділяють на конструкції:

з мінеральнимив'язучими,

з полімернимив'язучими,

з полімер-мінеральнимив'язучими.

2. Конструкції фасадної теплоізоляції з опорядженням цеглою або стіновими каменями (клас Б) залежно від конструкції зв'язку опоряджувальних шарів з плитами перекриття підрозділяють на конструкції з:

обпиранням опоряджувального шару на консольну частину плит;

обпиранням опоряджувального шару на металеві кронштейни.

3. Конструкції фасадної теплоізоляції з вентиляваним повітряним прошарком та опорядженням індустріальними елементами (клас В)

За матеріалом повітрязахисного шару підрозділяють на конструкції з:

повітрогідрозахисною мембранною плівкою;

по вітрозахисним шаром із волокнистого щільного матеріалу з гідрофобною поверхнею.

За матеріалом кріпильного каркаса підрозділяють на конструкції з елементами:

із нержавкоїсталі;

з алюмінієвихсплавів;

сталевими з антикорозійним покриттям.

За конструктивним виконанням шару теплоізоляції підрозділяють на конструкції з:

двошаровою тепловою ізоляцією;

одношаровою тепловою ізоляцією.

Конструкції фасадної теплоізоляції з опорядженням прозорими елементами за конструктивним рішенням та технологією зведення

світлопрозорого опоряджувального захисного шару підрозділяють на конструкції:

- стояково-ригельні з рамним склінням;
- зі структурним, напівструктурним, спайдерним склінням;
- з подвійним фасадом.

За матеріалом заповнення непрозорих ділянок стін із прозорим захисним опоряджувальним шаром збірної системи підрозділяють на конструкції:

- із тришаровими панелями з металевою обшивкою;
- із плитами базальтової вати або скляного штапельного волокна, щорозташовані назовнішній поверхні стіни з цегли або бетону;
- із плитами або блоками легких абоніздрюватих бетонів, що є матеріалом стіни;
- із плитами пінополістиролу або інших спінених полімерних матеріалів, що розташовані назовнішній поверхні стіни з цегли або бетону (за умови погодження з органами державного пожежного нагляду).

За кількістю шарів скла підрозділяють на конструкції:

- одношарові;
- двошарові;
- тришарові.

За видом заповнення прошарку між шарами скла збірної системи підрозділяють на конструкції:

- повітрянаповнені;
- аргонаповнені;
- криптонаповнені;
- наповнені сумішшю газів.

Вентильована теплоізоляційно-опоряджувальна фасадна система – це система, яка складається з матеріалів облицювання (касет або листових матеріалів) і тримальної підоблицювальної конструкції. Матеріал облицювання кріпиться до стіни таким чином, щоб між облицюванням і

фасадною стіною залишався повітряний простір. Цей простір необхідний для вентиляції фасаду будівлі. Для додаткового утеплення фасаду інколи між стіною і облицюванням може встановлюватися теплоізоляційний шар – у цьому випадку вентиляційний простір залишається між облицюванням і теплоізоляцією.

Вентильована фасадна система має в своїй конструкції облицювальні матеріали, що виконують захисно-декоративну функцію. Вони захищають утеплювач, підоблицювальну конструкцію і стіну будівлі від пошкоджень і атмосферних дій, а також є зовнішньою оболонкою будівлі, яка формує її естетичну подобу.

Як облицювання (верхнього декоративного шару) застосовуються наступні матеріали:

- алюмінієві композитні панелі;
- алюмінієвий лінійний профіль шириною 85, 150, 200, 300 мм;
- алюмінієвий фасадний аркуш;
- керамогранітні плити;
- фіброцементні плити;
- скло;
- декоративна штукатурка;
- сайдінг;
- фасадний ламінат.

Загальний вигляд вентильованої теплоізоляційно-опоряджувальної фасадної системи наведено на рис.2.1.

Як теплоізоляційний шар при монтажі вентильованих фасадів застосовують: жорсткі теплоізоляційні плити, виготовлені з мінеральної вати на основі базальтових порід; пінополіізоціануратні плити з облицюванням фольгою або папером; целюлозний утеплювач.

Утеплювач, який використовують для вентильованих фасадів, повинен мати такі властивості:

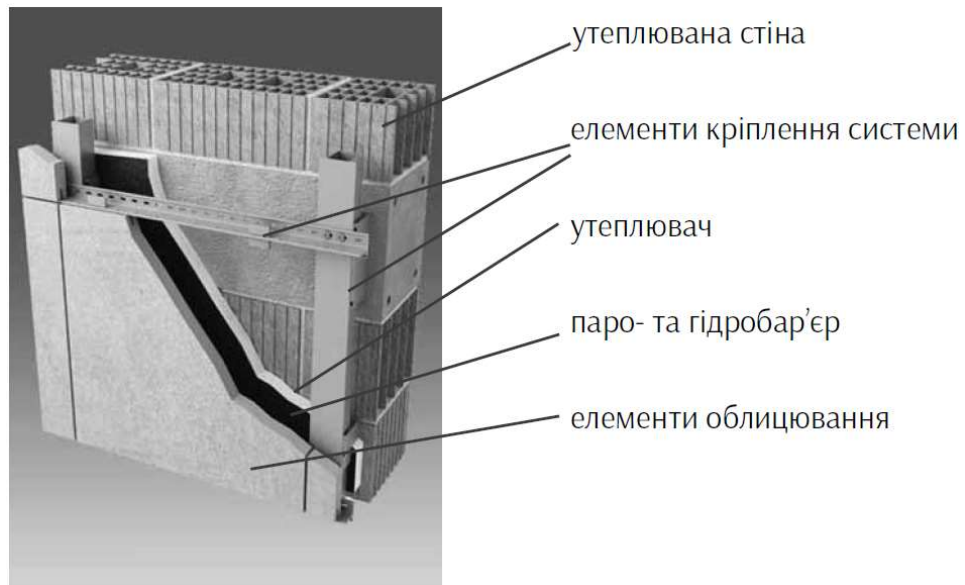


Рисунок 2.1 – Загальний вигляд вентиляованої теплоізоляційно-опоряджувальної фасадної системи

стійкість достаріння;

біологічнастійкість;

стабільнаучасііпросторіформа,щомонтуєтьсясуцільнимшаром,виключаючівиникнення

«містків холоду»;

- висока теплоізолювальна здатність;

дозволяти водяній парі і волозі потрапляти до повітряного прошарку, запобігаючи накопиченню конденсату вконструкціях;

стійкість до вітрового потоку;

хімічна сумісність з металом підоблицювальноїконструкції.

Вентильована фасадна система має в своїй структурі гідро- та паробар'єр, що обумовлено необхідністю захисту теплоізоляційного шару від вологи і вітру. Це дозволяє поліпшити теплзбережні властивості навісного вентиляованого фасаду і сприяє однобічному проходженню водяної пари з утеплювача до повітряного простору між захисним екраном і утеплювачем. Як гідроізоляційний шар при монтажі вентиляованих фасадів застосовується

високотехнологічний мембранний матеріал, який поєднує в собі міцність, захисні властивості і високу паропроникність.

До головних переваг вентиляційно-теплоізоляційно-опоряджувальної фасадної системи відносяться:

високі тепло-, звукоізоляційні показники;

тривалий термін експлуатації фасаду (до 100 років, залежно від обраного облицювання фасадів);

високі естетичні властивості – найширший асортимент сучасних облицювальних матеріалів і різні способи монтажу навісних вентиляційних фасадів дозволяють втілити в життя практично будь-які художньо-архітектурні рішення;

захист стіни та теплоізоляції від атмосферних впливів;

технологічні переваги –

можливість проведення монтажу фасадів цілорічно незалежно від сезону;

- можливість вибору різних цінових рішень залежно від виду та виробника компонентів фасадної системи;

незалежність облицювання від тримальної стіни будівлі, зарахунок чого виключаються порушення цілісності облицювання при експлуатаційних змінах в тримальних стінах (тріщини, просідання і т.д.);

відсутність спеціальних вимог до поверхні тримальної стіни, таких, як її попереднє вирівнювання – система дозволяє вирівнювати дефекти й нерівності поверхні;

нівелювання термічних деформацій;

ефективна вентиляція стін будівлі, що дозволяє створити сприятливий мікроклімат в середині будівлі;

підвищена пожежостійкість.

Невентильована теплоізоляційно-опоряджувальна фасадна система з лічкуванням тонкошаровими штукатурками. Технічна суть системи полягає в тому, що на зведену тримальну частину стіни наклеюють утеплювач, який додатково закріплюють розпірними капелюшними дюбелями. Поверх

утеплювача наносять армований синтетичною сіткою штукатурний, а потім декоративний шар. Товщина захисного штукатурного шару – в межах 3-6 мм.

Загальний вигляд невентильованої теплоізоляційно-опоряджувальної фасадної системи з личкуванням тонкошаровими штукатурками наведено на рис.2.2.

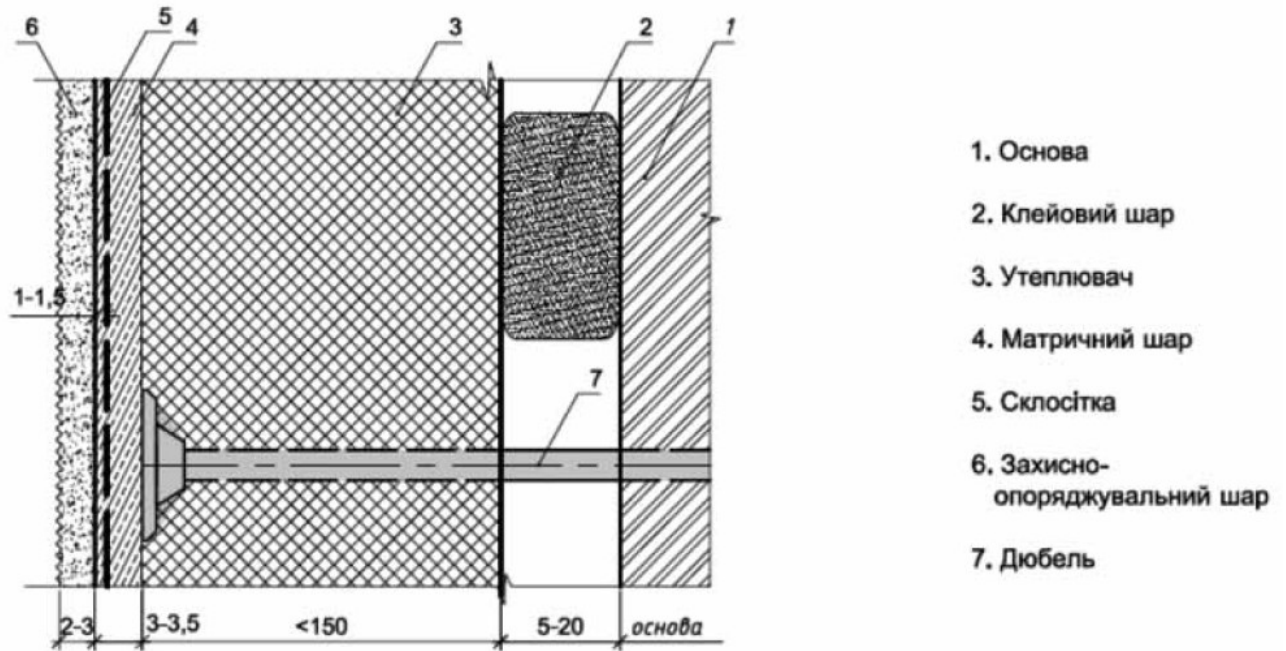


Рисунок 2.2 – Загальний вигляд невентильованої теплоізоляційно-опоряджувальної фасадної системи з личкуванням тонкошаровими штукатурками

Система забезпечує суцільне зовнішнє утеплення з використанням мінераловатних і пінополістирольних плитних утеплювачів, легка і доступна для кольорового відтворення.

Але сегмент, який в будівництві займає ця система утеплення, не завжди виправданий. Ці системи приваблюють показною простотою і відносно низькою ціною, але вони мають жорсткі технологічні обмеження: робота при температурі зовнішнього повітря від $+5^{\circ}\text{C}$ до $+30^{\circ}\text{C}$, улаштування має виконуватись з жорстких стаціонарних помостів. У системах досить складне стикування мінераловатних і пінополістирольних плит з різними

коефіцієнтами температурних деформацій, що знижує експлуатаційні якості цієї системи утеплення. Особливо ненадійним є улаштування парапетного вузла, а також рустовки фасадної поверхні з точки зору захисту і відводу дощових опадів. Необхідно жорстко дотримуватись якості поверхонь тримальної частини стіни під наклеювання утеплювача – перепади по поверхні стін допускаються до 10 см.

Принциповим для використання невентильованої теплоізоляційно-опоряджувальної фасадної системи з личкуванням тонкошаровими штукатурками є забезпечення надійності зв'язків захисного шару з утеплювачем шляхом застосування армуючої сітки всередині шару штукатурки. При цьому виконавці повинні мати високу кваліфікацію. Ці системи мають задовольняти також важливі вимоги щодо конструкційної надійності, що не завжди забезпечується з урахуванням того, що роботи з улаштування систем відносяться до групи прихованих і практично не можуть бути проконтрольовані на висоті.

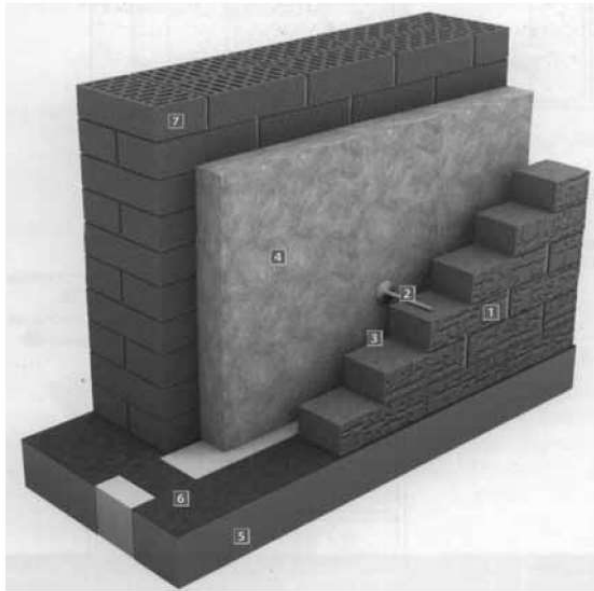
Невентильована теплоізоляційно-опоряджувальна фасадна система з личкуванням цеглою. Системи даної групи виконуються загальнобудівельними організаціями в єдиному технологічному циклі зведення зовнішньої стіни. Личкування виконується лицьовою або силікатною цеглою. Використовуються мінераловатні і пінополістирольні утеплювачі, а також монолітний карбонатний утеплювач. Системи ремонтпридатні.

Системи використовуються в будинках з тримальними зовнішніми стінами, збірними і монолітними перекриттями і в каркасно-монолітному будівництві.

Технічна суть системи полягає в улаштуванні зовнішньої стіни за висотою ярусами із 5 рядів одинарної цегли. Спочатку мурують лицьовий шар стіни в 1/2 цеглини під розшивку, потім встановлюють плитний утеплювач і зводять внутрішній тримальний шар з цегли або блоків. Личкування і стіна перев'язуються гнучкими конекторами.

Загальний вигляд невентильованої теплоізоляційно-опоряджувальної фасадної системи з личкуванням цеглою наведено на рис.2.3.

Системи принципово забезпечують ефективне зовнішнє утеплення, але в сучасному виконанні мають суттєві конструктивно-технологічні недоліки.



1. Личкувальна цегла;
2. Гнучкі конектори;
3. Вент. зазор;
4. Утеплювач;
5. Опорне перекриття;
6. Гідроізоляційна відсічка;
7. Стіна.

Рисунок 2.3 – Загальний вигляд невентильованої теплоізоляційно-опоряджувальної фасадної системи з личкуванням цеглою

Наприклад, в каркасно-монолітних будинках нетримальні стіни зводять на монолітних перекриттях, які виходять на фасад і створюють конструктивно-технологічні і теплотехнічні проблеми: ненадійні стики під перекриттям, ненормовані втрати тепла через «містки холоду», не фіксується утеплювач, архітектурна невиразність тощо. В іншому варіанті - личкування і утеплювач улашту-ують на антикорозійно незахищених металевих консолях, змонтованих на торцях перекриття, без температурних компенсаторів, що абсолютно неприпустимо.

Придатність певного виду системи до застосування на конкретному будівельному об'єкті визначають залежно від його призначення, після ретельного його обстеження та виконання теплотехнічних розрахунків.

При улаштуванні фасадної теплоізоляції плитними утеплювачами в якості плит рекомендується застосовувати:

мінераловатні плити (згідно з вимогами до добавок) марок за густиною від 75 кг/м³ до 225 кг/м³; для найефективнішої теплоізоляції, як правило, спочатку улаштовують прилеглий до стіни шар із плит, що мають меншу густину, а потім шар із плит, що мають більшу густину і більшу міцність;

плити зі спіненого полістиролу густиною від 25 кг/м³ до 35 кг/м³;

плити із піноскла густиною від 120 кг/м³ до 160 кг/м³;

плити із пінополіуретану, що мають обкладку з однієї або з двох сторін із негорючого мінерального матеріалу.

Мінераловатні плити стійкі до дії високих температур, впливу більшості хімічних речовин. Коефіцієнт паропроникності – $480 \times 10^{-6} \text{ г/(м} \cdot \text{год} \cdot \text{Па)}$, що забезпечує вільне виведення водяної пари. Гідрофобізатори, що можуть застосовуватися при їх виробництві, знижують капілярне водопоглинання і насичення їх водою, що міститься в повітрі.

Мінераловатні плити поступаються перед пінополістирольними плитами у вазі, теплопровідності та водопоглинанні.

Плити зі спіненого полістиролу під впливом вологи не втрачають теплоізоляційних властивостей, тому що пінополістирол матеріал не гігроскопічний. Плити із спіненого полістиролу легкі і водночас мають добрі міцнісні характеристики. Недоліками пінополістиролу є невисокі звукоізоляційні властивості, низький коефіцієнт паропроникності, крім того, цей теплоізоляційний матеріал нестійкий до впливів більшості органічних розчинників та підвищених температур (температура понад 80 °C може спричинити незначне руйнування пінополістиролу). Основним недоліком є те, що вони пожежонебезпечні (навіть плити з антипіренами). Пінополістирольні плити значно технологічніші, ніж мінераловатні, немає проблем з їх розрізанням та шліфуванням.

Плити із піноскла характеризуються малою об'ємною масою, низькою теплопровідністю і водопоглинанням, високою механічною міцністю, вогнестійкістю, морозостійкістю і стійкістю до хімічно агресивних середовищ. Піноскло (чарункове скло) є ефективним чарунковим

неорганічним теплоізолятором. Плити із піноскла поступаються в теплопровідності плитам із пінополістиролу, у звукоізоляційних характеристиках поступаються мінераловатним плитам. Плити із піноскла легко піддаються механічній обробці: його пиляють, ріжуть, свердлять і обточують. А такі властивості піноскла, як вологонепроникність, сталість об'єму, гігієнічність, стійкість до температурного і хімічного впливу зумовили широке використання його в будівництві холодильних споруд, теплозахисту агрегатів в нафтохімічній, хімічній, харчовій, фармакологічній промисловості не тільки у нашій країні, але й за кордоном.

Плити із пінополіуретану мають обкладку з одного або з двох боків із негорючого мінерального матеріалу, в яких теплоізоляційним шаром є пінополіуретан з позірною густиною від 40 кг/м³ до 60 кг/м³, з обкладками із мінеральних матеріалів та захисним покриттям, яке нанесене на лицьову сторону обкладок. Обкладками можуть бути магнезитові плити, цементно-волокнисті плити, листи із алюмінію. В якості захисних матеріалів використовують негорючі матеріали.

Улаштована фасадна теплоізоляція з плитними утеплювачами потребує опорядження легкими та товстошаровими штукатурками.

Для опорядження використовуються сухі будівельні суміші вітчизняних та іноземних виробників на полімерцементній основі та на полімерних зв'язуючих, що стійкі до атмосферних впливів (перепадів температури, впливу вологи та ультрафіолетового випромінювання).

При улаштуванні фасадної теплоізоляції з повітряним прошарком та опорядженням індустріальними елементами в якості теплоізоляційного матеріалу переважно використовують мінераловатні плити. Для захисту теплоізоляційних матеріалів від впливу доквілля використовують плівкові гідрозахисні матеріали. Повітряний прошарок фіксованої товщини улаштовують між теплоізоляційним шаром та опоряджувальним шаром за рахунок конструктивних елементів вентиляції.

При улаштуванні фасадної теплоізоляції з пінополіуретановими панелями використовують двошарові або тришарові панелі, в яких теплоізоляційним шаром є пінополіуретан з позірною густиною від 40кг/м³ до 60 кг/м³, з обкладками із мінеральних матеріалів та захисним покриттям, яке нанесене на лицьову сторону обкладок. Обкладками можуть бути магнезитові плити, цементно-волокнисті плити, листи з алюмінію.

2.3.2 Термомодернізація перекриття та покриття будинків

Покриття – верхня частина будівлі, що захищає приміщення від атмосферних впливів і сонячної радіації та сприймає снігове і вітрове навантаження.

Покрівля – верхній гідроізоляційний шар на покритті. За конструктивним рішенням покриття поділяються на:

кроквяні, що споруджуються зі значним ухилом із лінійних елементів, які утворюють горище;

плитні залізобетонні суміщені, в яких термоізоляційний і гідроізоляційні шари влаштовані безпосередньо по покриттю верхнього поверху, іноді такі покриття використовуються для розміщення обладнання або відпочинку людей – терасні та «зелені» покриття;

плитні залізобетонні роздільні, в яких між плитами перекриття верхнього поверху і конструкціями покриття наявний простір або вентиляване горище; може використовуватися для розміщення інженерного обладнання;

мансардні, в яких на кроквяному або залізобетонному плитному горищі влаштовані приміщення, призначені для перебування людей.

Термомодернізацію покриття будинків можна виконувати на будівлях із суміщеними покриттями та горищними, в тому числі мансардні покриття, в

яких на залізобетонному горіщі влаштовані приміщення, призначені для перебування людей.

Плоскі покрівлі з рулонних матеріалів складають 55% всіх покрівель в Україні. Більшість з них після тривалої експлуатації має такий вигляд (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд покрівлі з рулонних матеріалів після тривалої експлуатації

За незадовільного стану покрівельного килима необхідно виконати ремонтні роботи з відновлення покрівельного килима або демонтажу існуючого покрівельного килима.

За незадовільного стану теплоізоляційного шару, пароізоляції та захисного гідроізоляційного килиму слід демонтувати всі вказані конструктивні елементи покрівлі, виконати ремонт покриття (роботи виконуються за наявності значних пошкоджень покриття).

Термомодернізація покриття будинків з такою покрівлею має передбачати відновлення існуючих бітумовмісних покрівельних килимів.

Відновлення покрівельних килимів може бути виконано із застосуванням сучасної технології з використанням приладів інфрачервоного опромінення.

Після відновлення килиму рекомендується:

здійснити улаштування багат шарового монолітного теплоізоляційного покриття із пінополіуретану;

улаштувати гідрозахисне покриття із поліуретанових мастичних матеріалів (наприклад «ІЗОФРАМ УТГІ») або полімочевин.

Для захисту від негативного впливу ультрафіолетового опромінення застосовують дроблені кам'яні матеріали групи ДКМ (зерна дроблених кам'яних матеріалів повинні мати розміри не менше 5 мм і не більше 10 мм та мати обкатану форму).

Після виконання зазначених заходів покрівля має такий вигляд (рис.2.5):

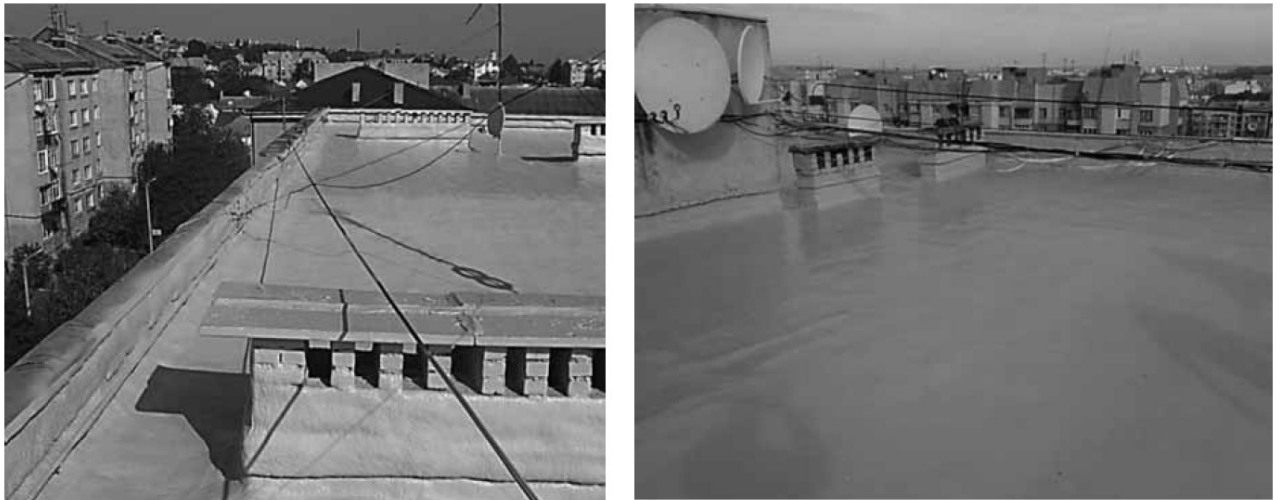


Рисунок 2.5 – Зовнішній вигляд покрівлі, ремонт якої виконаний із застосуванням приладів інфрачервоного опромінення та з улаштуванням багат шарового монолітного теплоізоляційного покриття із пінополіуретану

При задовільному стані покрівлі, але недостатній теплоізоляції покриття необхідно влаштувати додатково паро- і теплоізоляцію з наступним улаштуванням покрівельного килима з рулонних, мембранних, мастикових матеріалів або влаштувати додаткову теплоізоляцію з наступним улаштуванням покрівельного килима з рулонних, мембранних, мастикових матеріалів.

При клеєвому способі (рис. 2.6) використовують гарячий бітум, холодні бітумні мастики або спеціальний клей Trokal C300. Клей наносять на основу смугами, площа яких повинна складати 20-30 % від загальної площі покрівлі.

Механічне закріплення мембрани виконують спеціальними кріпильними елементами, захищеним від корозії (рис. 2.7). Металеві анкери з достатньо великими шайбами для того, щоб зменшити величину зконцентрованих напружень на плівковий матеріал, розміщують на певній відстані від краю першого полотнища і накривають їх наступним полотнищем, як це показано на рисунку.

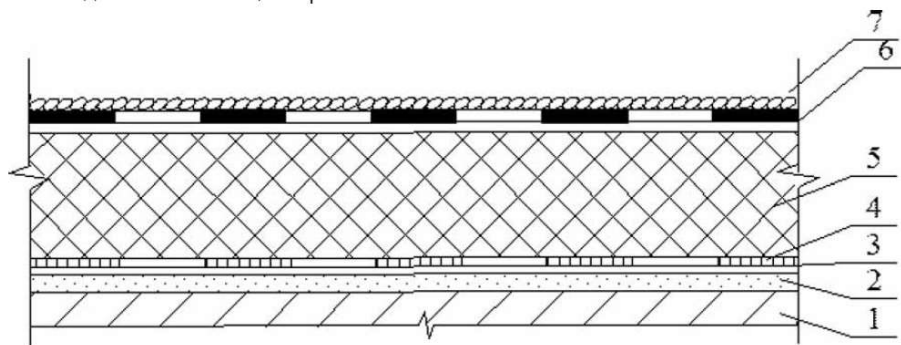


Рисунок 2.6 – Конструктивне рішення плівкової покрівлі «Техноніколь» з приклеюванням матеріалів:

1 – залізобетона плита; 2 - вирівнювальна затирка цементно-піщаним розчином; 3 – ґрунтівка; 4 – точкове приклеювання теплоізоляційних плит мастикою «Эврика»; 5 – плити теплоізоляційні з міцністю на стиск не менше 0,05 МПа марки «ТЕХНО РУФ»; 6 – основний водоізоляційний килим із полімерної плівки Logicroof чи «ТЕХНОЭЛАСТ СОЛО»; 7 – захисний шар.

Плоскі покрівлі допускається утеплювати як із зовнішнього боку (над покриттям), так і з внутрішнього (під покриттям).

У тому випадку, коли проводять термомодернізацію будинків з горищним дахом, де найменша відстань між покриттям та покрівлею більше

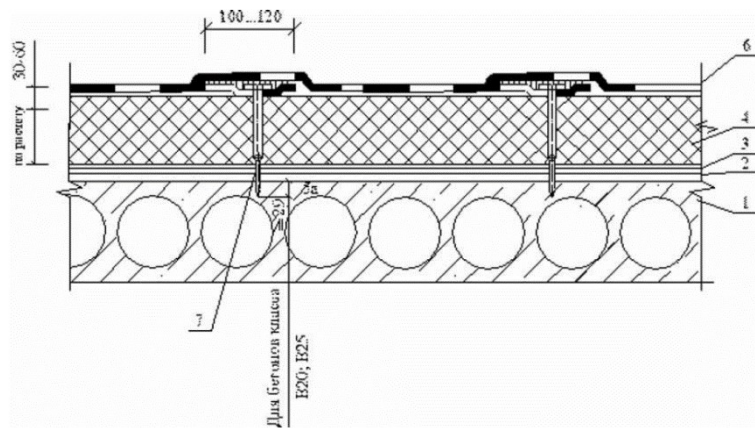


Рисунок 2.7 – Конструктивне рішення плівкової покрівлі «Техноніколь» з механічним кріпленням:

1 – залізобетона плита; 2 – вирівнювальна затирка цементно-піщаним розчином; 3 - ґрунтовка; 4 - плити теплоізоляційні з міцністю на стиск не менше 0,05 МПа марки «Техно Руф»; 6 – основний водоізоляційний килим із полімерної плівки Loqicroof чи «Техноеласт Соло»; 7 – механічне кріплення.

ніж 0,5 м, теплоізоляційний шар слід улаштувати на покритті.

Термомодернізацію перекриття будинків можна виконувати шляхом улаштування теплоізоляційного шару або улаштуванням підігріву і теплоізоляційного шару.

Теплоізоляцію перекриттів над неопалюваними підвальними приміщеннями та над проїздами (арками) допускається улаштувати як зі сторони неопалюваного приміщення, так і з боку опалюваного приміщення або з нижнього боку перекриття (у разі арки).

При утепленні перекриття між першим поверхом та неопалюваним приміщенням з боку опалюваного приміщення шар пароізоляції слід улаштувати над шаром теплоізоляції перед улаштуванням цементно-піщаної або бетонної стяжки, тобто пароізоляційний шар повинен розміщуватись під стяжкою над утеплювачем.

При утепленні перекриття між першим поверхом та неопалювальним приміщенням пароізоляційний шар повинен улаштуватися з боку підвалу на перекритті під шар утеплювача.

Для улаштування теплоізоляційного шару можуть бути застосовані мінераловатні плити, пінополістирольні плити марки ПСБ-С, плити із піноскла, а також пінополіуретанові композиції з антипіреном.

При улаштуванні підігріву в якості теплоізоляційного матеріалу найчастіше використовують пінополістирольні плити густиною не нижче 50 кг/м³.

У разі улаштування теплоізоляції на бетонній основі по ґрунту передбачають улаштування шару гідроізоляції. Гідроізоляцію улаштовують по бетонній основі.

2.3.3 Заміна вікон та вхідних дверей

Для заміни вікон та вхідних дверей використовують сучасні металопластикові склопакети та двері з утепленням, що мають нормативний опір теплопередачі.

Приведений опір теплопередачі світлопрозорих огорожувальних конструкцій (вікон) визначається залежно від характеристик скління (склопакетів), яке включає відстань між шарами скла, виду газонаповнення склопакета та ступеня чорноти поверхні скла.

Норми (ДБН В.2.6-31) встановлюють значення опору теплопередачі для склопакетів одно- камерних та двокамерних з газовим середовищем заповнення: повітряне (висушене повітря), криптонове та аргонове.

ДБН В.2.6-31 використовує варіанти скління – листове стандартне скло (М1); енергозберігальне з твердим покриттям (К); енергозберігальне з м'яким покриттям - (і).

Навіть для однокамерних склопакетів можна досягати нормованих значень опору теплопередачі в разі використання енергоощадливих видів скла.

Для опалюваних приміщень в Україні не рекомендується встановлювати однокамерний склопакет. Для того, щоб збільшити енергозбереження металопластикових вікон, найчастіше застосовують двокамерний склопакет з повітряними проміжками між шибками від 6 мм до 18 мм.

Сумніви окремих фахівців щодо того, чи склопакети з аргоном – в найкращі, виходять з двох істотних моментів. По-перше, з точки зору класичної фізики теплопровідність ідеальних газів залежить тільки від їх тиску, тобто, що повітря, що аргон – все одно. Відмінність між характеристиками реальних газів і ідеального газу складає, як відомо, лічені відсотки. Наприклад, для однакових склопакетів 4-16-4, один з яких заповнений аргоном, а другий повітрям, різниця приведенного опору теплопередачі складає 6 %. Через таку малу різницю, на думку цих фахівців, ніяк не варто зв'язуватися з дорогим устаткуванням та балонами з досить недешевим аргоном. Другий відмічають спеціалісти: як перевірити наявність аргону у склопакеті? Без спеціального приладу це неможливо! Проте такі склопакети існують на віконному ринку, хоч вони набагато дорожчі звичайних, з повітряним наповненням.

Допускається використовувати інші види вікон, дверей, віконних та дверних блоків, які не вступають за теплотехнічними та фізико-механічними показниками вказаним вище вікнам, дверям, віконним та дверним блокам, за наявності сертифікатів відповідності, гігієнічних висновків Міністерства охорони здоров'я України.

Проектування та монтаж заповнення віконних та дверних прорізів виконують з урахуванням ДСТУ-Н БВ.2.6-146.

Для заповнення монтажних зазорів використовують матеріали, які забезпечують необхідні експлуатаційні показники швів; в якості утеплювача

при заповненні монтажних зазорів використовують монтажні піни; мінеральну вату; теплоізолювальні пінополіуретанові та пінополіетиленові джгути; в якості герметизуючих та гідроізолюювальних матеріалів використовують акрилові герметики; ущільнювальні пароізоляційні стрічки (компресійні стрічки), що кріпляться з внутрішнього боку приміщення, і паропроникні прокладки, що кріпляться назовні на фасадних стінах.

2.4 Модернізація поточних інженерних мереж

На споживання енергії в будівлі впливають наступні фактори:

- клімат;
- характеристики будівлі;
- система опалення;
- ставлення споживачів.

На останні три фактори можна впливати з метою усунення причин, що викликають неефективне використання енергії.

Найприйнятнішими заходами зниження витрат енергії є: поліпшення теплоізоляції будинків і трубопроводів, впровадження сучасних засобів регулювання систем тепlopостачання та гарячого водopостачання, підвищення ефективності роботи котлів. Своєчасне і якісне технічне обслуговування забезпечує економічність експлуатації будівель і систем тепlopостачання протягом усього терміну експлуатації. Змінити ставлення споживачів до проблем раціонального використання енергії можна, надаючи відповідну інформацію та переконанням.

Перший досвід, отриманий в країнах Східної Європи, свідчить про те, що значної економії енергії можна досягти шляхом модернізації систем тепlopостачання в житлових будинках. Крім того, заміна поточної системи оплати за енергію системою індивідуального обліку фактичного обсягу

споживання надає можливість економити енергію за рахунок економнішого ставлення до неї споживачів. Такими методами можна заощадити до 40% енергії.

Для житлових будинків Центральної та Східної Європи характерним є такі проблеми:

фіксована оплата за опалення та користування гарячою водою на основі середньостатистичних показників;

відсутність ефективних засобів регулювання подачі тепла.

Оснащення систем тепlopостачання сучасними засобами обліку та регулювання дасть змогу значну зекономити при відносно низьких капіталовкладеннях і терміну окупності. Це дозволить:

отримати економію енергоресурсів;

поліпшити тепловий комфорт;

підвищити безпеку і надійність систем;

впровадити систему оплати за фактичним обсягом споживання енергії.

Засоби регулювання – це необхідний елемент будь-якої системи опалення, що дозволяє оптимізувати її роботу. Сучасні теплогенератори, наприклад, низькотемпературні або конденсаційні котли, що оснащуються відповідними пристроями регулювання, знаходять все більше застосування, оскільки вони економічні і сприяють зменшенню забруднення навколишнього середовища. У якості регуляторів використовуються мікропроцесори, які підвищують ступінь керованості систем, дозволяють застосувати сучасні програмні засоби управління енергоспоживанням, а також проводити реєстрацію та обробку даних. Регулятори на основі мікропроцесорів і аналогових контролерів успішно використовуються в західноєвропейських країнах, оскільки, реєструючи витрату теплової енергії, вони значно спрощують ведення індивідуального обліку споживання.

Регулятори й прилади обліку споживання енергії в системах опалення повинні використовуватися разом. Якщо споживач не отримує інформацію про фактичний обсяг спожитої ним енергії, то він не зацікавлений в економії

енергії і своїх коштів за допомогою пристроїв регулювання. З іншого боку, індивідуальний облік споживання є ефективним тільки тоді, коли споживач має можливість регулювати витрату тепла залежно від своїх власних потреб.

Модернізація огорожувальних конструкцій будівлі або системи опалення повинна проводитися разом з модернізацією систем регулювання, що забезпечують зменшення витрат теплової енергії. У будинках з низьким рівнем теплоізоляції модернізація системи регулювання тепlopостачання також може принести значну економію і стане першою сходинкою до загальної модернізації будівлі. Що стосується модернізації самої системи опалення, то сучасні засоби регулювання вимагають встановлення відповідних радіаторів та котлів.

Системи опалення та гарячого водопостачання в Україні, як і в інших суміжних державах, були завжди об'єктом постійного вдосконалення, головна мета якого полягала у виконанні завдань директивних органів щодо зниження металоємності систем і трудомісткості їх монтажу. Результатом такого вдосконалення стало те, що сьогодні ми вміємо будувати найдешевші у світі опалювальні системи.

Уже в 60-х роках двотрубні системи опалення були повністю витіснені найпростішими однотрубними, в яких витрачалося всього 900 грамів труб на обігрів одного квадратного метра загальної площі будівель, а в системах зі східчастою регенерацією теплоти цей показник був знижений до 740 грам. Замість регульовної арматури стали застосовуватися дуже дешеві триходові крани, які практично не оберталися, а після заміни радіаторів конвекторами, забезпеченими примітивними заслінками для регулювання по повітрю, регульовна трубопровідна арматура в більшості опалювальних систем взагалі перестала застосовуватися.

Для зменшення витрати опалювальних приладів розрахункова температура теплоносія в системах опалення житлових будинків була нормативно встановлена на рівні 105 °С, а для більшості громадських будівель – на ще вищому рівні, хоча настільки високих температур на

практиці ніколи не досягалося навіть тоді, коли системи теплопостачання мали всі технічні та фінансові можливості для подачі потрібної кількості теплової енергії.

Ще більше спростили систему монтажники, обумовивши для себе можливість встановлення опалювальних приладів при стандартній довжині підведення незалежно від ширини вікна і простінку, в результаті чого радіатори і конвектори стали займати зручне для монтажу, але не- прийнятне з точки зору гігієни і естетики місце.

Тепер системи опалення стали настільки простими, що їх монтаж не вимагає високої кваліфікації робітників і майстрів, налагодження не потрібне зовсім, а всі експлуатаційні проблеми переважно обмежуються роботами з ліквідації витоків, а також увімкненням систем восени і вимкненням навесні.

Одноманітністю і низькою ефективністю характеризуються і системи гарячого водопостачання. Приготування гарячої води в центральних теплових пунктах (ЦТП) пов'язано з втратами тепла і води в чотиритрубних теплових мережах, що прокладаються від ЦТП до будинків, а також з установленням досить потужних циркуляційних насосів, які на практиці вмикають рідко, що призводить до значних експлуатаційних втрат води і тепла.

Устаткування теплових введів в більшості будівель спрощено до рівня примітиву і обмежується, як правило, установленням нерегульованого елеватора зразка 30-х років, сопло якого розраховують за різницею тисків в подавальному і зворотному трубопроводах теплової мережі, а фактичний коефіцієнт змішування, який цей елеватор повинен забезпечувати, ніким не контролюється. Бойлерні гарячого водопостачання проектуються з найпростішими регуляторами температури прямої дії, які на практиці не завжди працюють належним чином.

Модернізація систем опалення та гарячого водопостачання могла би помітно зменшити потреби України в паливно-енергетичних ресурсах. Розрахунки показують, що резерв енергозбереження у цій сфері становить

близько 15 млн.т умовного палива на рік – це приблизно 5% загальної потреби держави в паливі.

Одним з найважливіших чинників зменшення теплоспоживання в будівлях є зацікавленість споживачів у досягненні економії. Цього можна досягти при використанні приладів обліку та регулювання витрат теплоти, причому облік є визначальним чинником у цьому процесі.

Щоб переконатися в цьому, досить звернутися до фактів недавнього минулого, коли на початку 80-х років директивними органами була зроблена досить енергійна спроба впровадження в масове житлове будівництво систем пофасадного автоматичного регулювання систем опалення. Було в короткий час налагоджено серійне виробництво вельми досконалих приладів регулювання, розроблено десятки типових проектів, видані розпорядження про недопущення приймання в експлуатацію житлових будинків і громадських будівель, якщо вони не обладнані системами регулювання, проте на практиці нічого не змінилося на краще, будівлі і далі будувалися по-старому, без приладів регулювання, а там, де ці прилади все-таки встановлювалися, експлуатаційні служби їх ігнорували, і все це устаткування не заощадило жодного кілограма палива. Причиною цьому було те, що не був задіяний економічний механізм, який би стимулював прагнення до економії. Такий механізм і не міг бути створений, тому що у відомих постановках про впровадження приладів автоматичного регулювання не передбачалося встановлення приладів обліку, без яких неможливо стимулювати зменшення споживання теплової енергії.

2.4.1 Системи опалення. Влаштування індивідуального теплового пункту

Стан і обладнання системи опалення має основний вплив на споживання теплової енергії. Тому необхідно привести систему в стан максимально можливої справності.

Модернізація повинна охоплювати обладнання в тепловому пункті (якщо тепла енергія надходить з тепломережі), котельні (якщо будинок має власну котельню) і всі елементи системи.

Нижче описано модернізаційні роботи в системі центрального опалення, які реалізуються найчастіше.

Зміни в тепловому пункті. Модернізація теплового вузла охоплює, в цілому, такі зміни:

- заміна теплопункту залежного підключення (з гідроелеватором) до тепломережі на теплопункт незалежного підключення (з теплообмінниками);
- заміна старих теплообмінників, які мають низьку ефективність, на високоефективні пластинчаті теплообмінники;
- заміна запірно-регульовальної арматури і герметизація її стиків з метою ліквідації нещільності системи і зменшення втрат теплоносія;
- застосування автоматичного регулювання, яке включає: - регулятор тиску і перепаду тиску теплоносія, які стабілізують тиск теплоносія в тепловому пункті і обмежують на потрібному рівні теплоспоживання будівлі, незалежно від коливань тиску в мережі; - регулятор теплового потоку за погодними умовами, який коригує температуру теплоносія на вході в систему опалення за заданим графіком в залежності від температури зовнішнього повітря.

Для громадських і приватних житлових будівель він по спеціально програмованому таймеру знижує температуру повітря в приміщеннях, наприклад, вночі, під час вихідних днів, канікул.

Модернізація котельної установки. Якщо будинок отримує теплову енергію від власної місцевої котельної установки, яка пропрацювала більше 15 років, то вона потребує модернізації. Недоліком, який зустрічається повсюдно в місцевих котельних, які використовуються тривалий час, є низька ефективність котлів. Окрім цього, котли, які працюють на вугіллі або коксі, викидають в атмосферу велику кількість речовин і газів, які завдають відчутної шкоди навколишньому середовищу.

Тому ці котли потрібно замінити на газові котли (природний газ, газ пропан) або на рідкопаливні котли (мазут), які мають значно вищу ефективність, зручні в експлуатації та обслуговуванні, а також менше забруднюють довкілля. Можна застосовувати котли на біопаливі або іншому відновлюваному енергоносії.

Якщо з економічних або експлуатаційних міркувань необхідно далі використовувати як паливо вугілля або кокс, слід застосовувати котли нового покоління, які мають значно вищу ефективність (наприклад, ККД 85% замість 50% в старих котлах), і викиди забруднень у них в десятки разів нижчі.

Низьку ефективність мають старі котли на газі або мазуті, які експлуатуються більше 10 років. Їх експлуатаційні характеристики щодо споживання палива значно поступаються аналогічним характеристикам сучасних котлів, тому варто розглянути можливість їх заміни на нові котли.

Ефективність – або експлуатаційне споживання палива – залежить не лише від конструкції самого котла, а й від автоматичного регулювального обладнання, яке застосовується в ньому, яке регулює інтенсивність спалювання залежно від зміни температури повітря в приміщеннях і зовні будівлі. Сучасні котли, як правило, обладнані автоматикою. Котли старшого покоління необхідно в рамках модернізації обладнати автоматикою або замінити новими.

Модернізація системи опалення. Багатоквартирні житлові будинки та громадські будівлі переважно оснащені системами центрального водяного

опалення – однотрубними, з нижньою або верхньою розводкою з елеватором у тепловому пункті. Найчастіше ці будівлі приєднані до тепломережі.

Існуючі системи опалення старих будівель мають ряд конструктивних недоліків, які первинно не дозволяють економити теплову енергію та забезпечувати тепловий комфорт в приміщеннях протягом усього опалювального періоду.

Системи центрального опалення виготовлені з металевих труб, які вичерпали свій термін експлуатації – приблизно 25 років. Тому в будівлях, споруджених до 80-х років, рекомендовано перевірити стан трубопроводів і, при потребі, - замінити їх. При цьому в найпоширеніших системах опалення – з нижньою розводкою (П-подібні) – рекомендується змінити схему розводки системи опалення: або на Т-подібну, або з верхньою розводкою при наявності горища або технічного поверху, або на двотрубну.

Морально застарілі опалювальні прилади – конвектори і сталі штамповані радіатори рекомендується замінити на сучасні. Чавунні радіатори ще можуть послужити після заміни в них прокладок між секціями і позитивного результату випробувань тиском.

Перед модернізацією системи необхідно промити її до повернення повної прохідності трубопроводів. Найчастіше застосовується гідропневматичний спосіб промивки.

Основні заходи модернізації системи опалення:

а) встановлення автоматичних терморегуляторів (рис.2.8) на кожному опалювальному приладі. Ці пристрої зменшують споживання теплової енергії системою опалення за рахунок внутрішніх притоків тепла в приміщення, автоматично підтримуючи встановлену мешканцем комфортну температуру повітря. Увімкнений телевізор, праска, комп'ютер, лампочка, пригріло сонце і т. д. – терморегулятор реагує на надходження тепла від них і зменшує кількість теплоносія в опалювальному приладі, знижуючи його потужність. З 1999 року застосування автоматичних терморегуляторів в

Україні є обов'язковим, згідно з будівельними нормами та стандартами по енергоефективності;

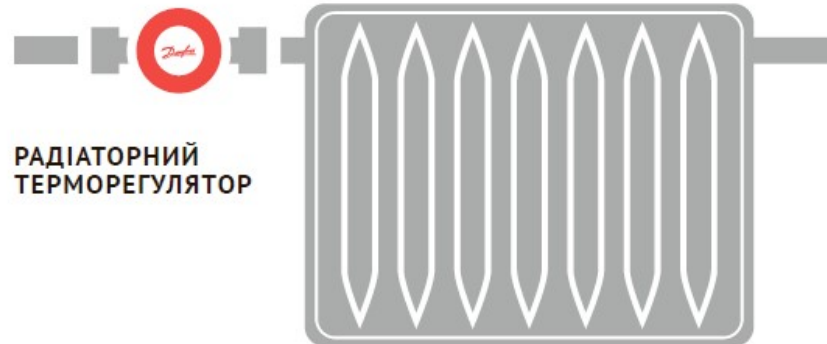


Рисунок 2.8 – Обладнання опалювальних приладів автоматичним терморегулятором

б) встановлення автоматичних балансувальних клапанів на стояках с обмеженням температури теплоносія на виході. Більшість мешканців замінили опалювальні прилади, повністю розбалансувавши систему – в одних квартирах тепло, в інших – холодно. Особливо розбалансовані системи в будівлях, де частково перейшли на квартирне опалення газовими котлами. Автоматичні балансувальні клапани виправляють цю ситуацію, рівномірно розподіляючи теплоносій по всіх стояках системи. Обмеження температури теплоносія на виході в цих клапанів дозволяє не викидати тепло в підвали, які не опалюються, і не перегрівати будівлю, особливо – весною. З 1999 року в Україні застосування автоматичних балансувальних клапанів на стояках системи є обов'язковим, згідно з будівельними нормами та стандартами по енергоефективності;

в) заміна елеватора в тепловому пункті будівлі на насос і регулятор теплового потоку за погодними умовами з регулятором перепаду тиску. Така заміна забезпечує споживання з тепломережі точно стільки теплової енергії, скільки потрібно при конкретній температурі зовнішнього повітря. При цьому усувається надмірне опалення будівлі при потеплінні. В Україні з 1999

року застосування автоматичних регуляторів теплового потоку за погодними умовами є обов'язковим, згідно з будівельними нормами та стандартами по енергоефективності.

Модернізовані системи опалення наведені на рис.2.9-2.11.

Супутні заходи при модернізації системи опалення:

- теплоізоляція трубопроводів та запірно-регулювальної арматури в приміщеннях, які не опалюються: підвалі, горищі, технічному поверсі та ін.;
- заміна ручних повітрівідвідників у верхній частині системи на автоматичні;
- заміна відкритих розширювальних баків (при наявності) на закриті.

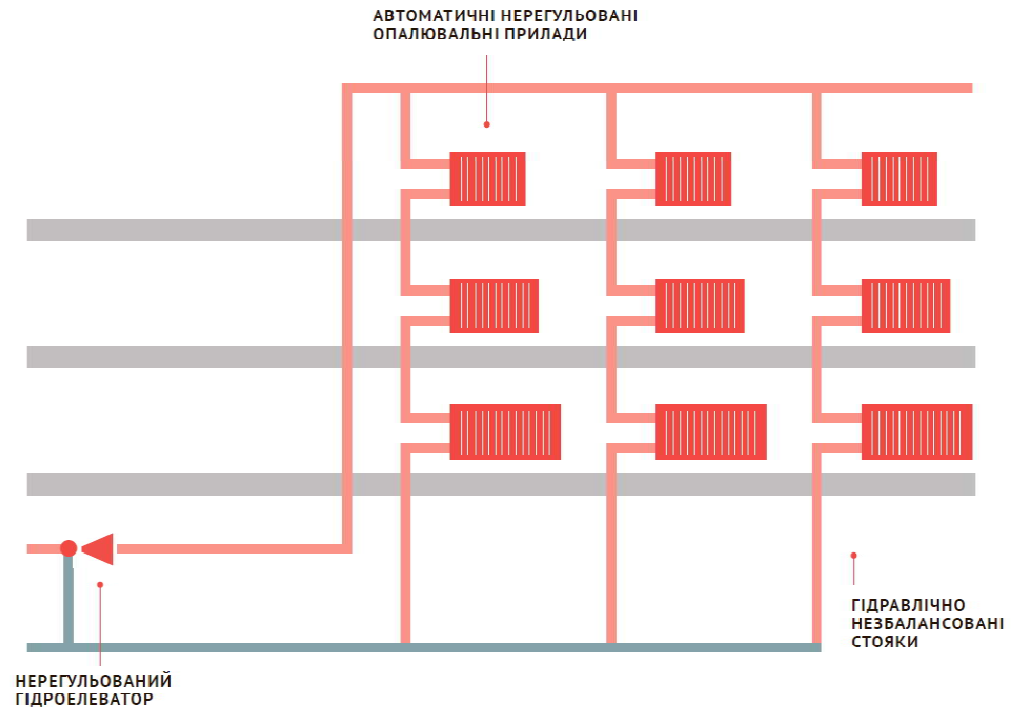
Можна також застосувати абсолютно інші системи опалення, наприклад, підлогового, стінового або повітряного опалення.

Електричне опалення. Одним із варіантів опалення житлових і громадських будівель є застосування системи на електричній енергії. Її можна включати в будь-яку пору року, незалежно від центрального опалення.

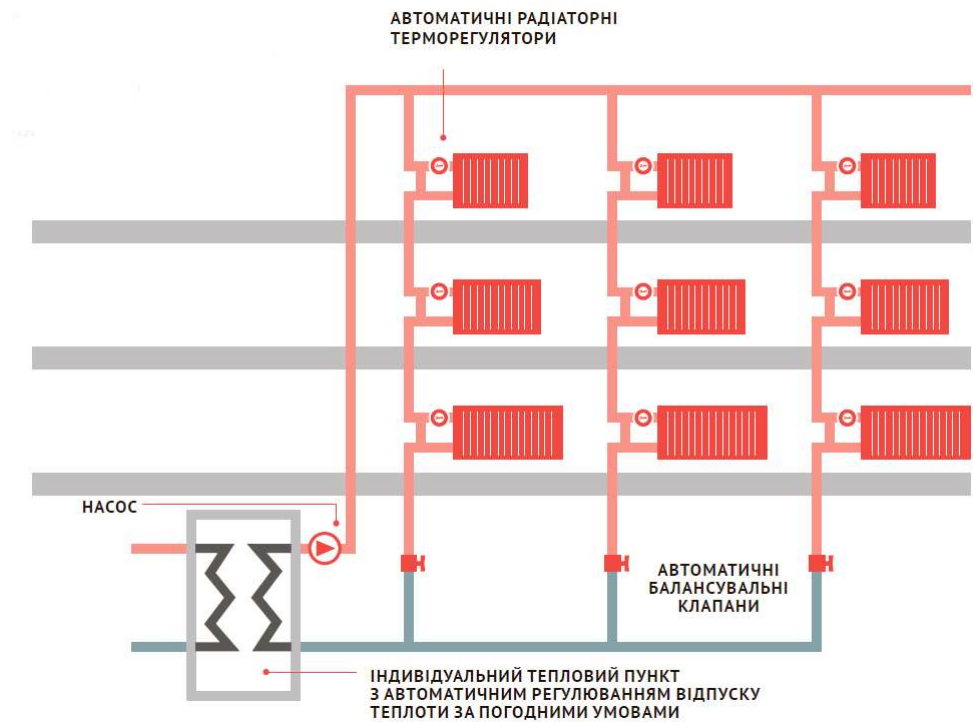
Існує широкий вибір систем і обладнання, які різним способом використовують електричну енергію для опалення і які створюють можливість адаптації опалення до індивідуальних умов і вимог. Можна застосовувати конвектори, обігрівачі, тепловентилятори та ін. Найбільш енергоефективними та комфортними є підлогові електрокабельні системи.

Електрокабельні підлогові системи розділяють на три підвиди:

- а) «тепла підлога» - дозволяє реалізувати ідеальне комбіноване опалення приміщення: від радіатора водяної центральної системи опалення і комфортне від теплої підлоги, яка нагрівається електричною енергією;
- б) пряме опалення – яке споживає електроенергію в будь-який час доби;
- в) акумуляційне опалення – яке накопичує теплову енергію в стяжці



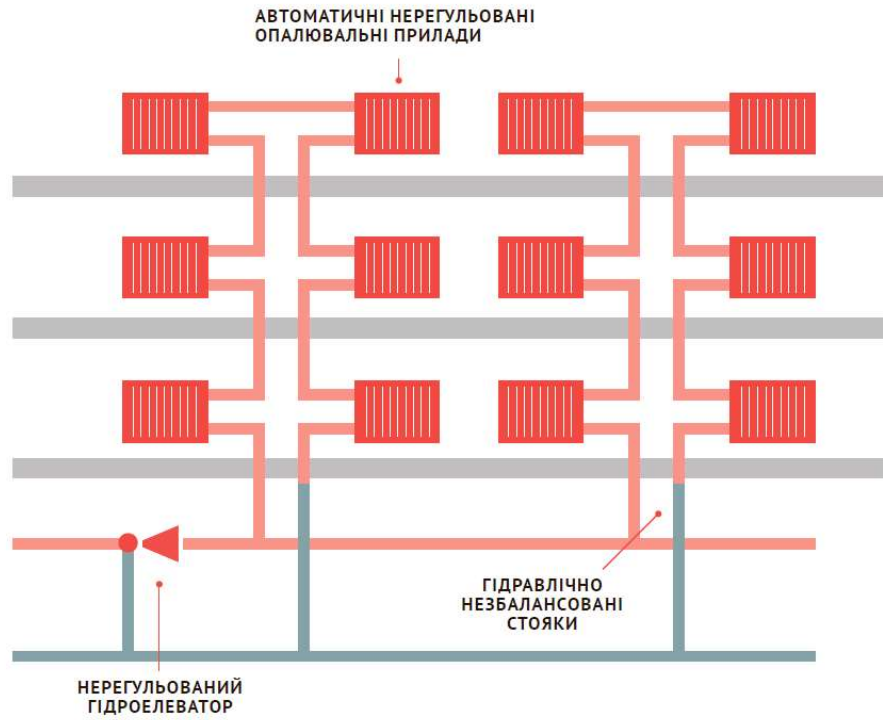
а)



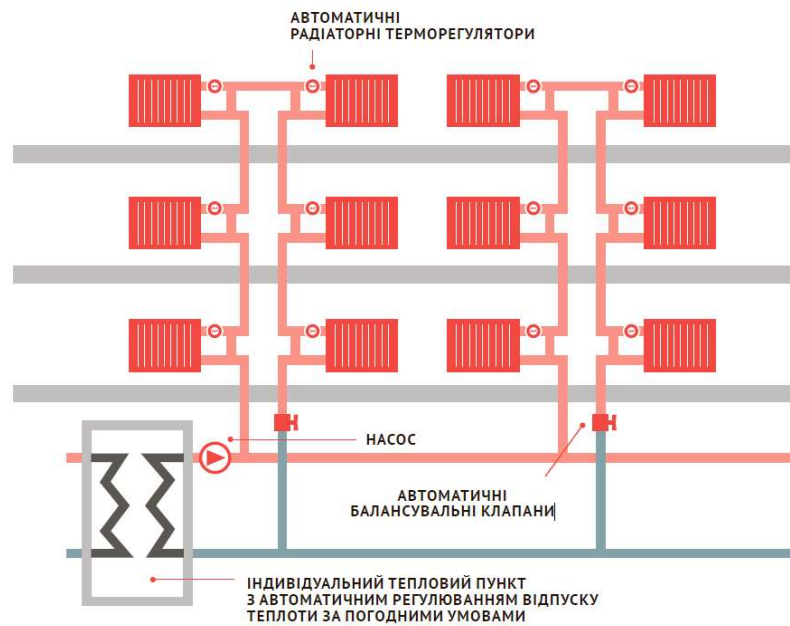
б)

Рисунок 2.9 – Модернізація однотрубно́ї системи опалення:

а) нерегульована система; б) з автоматичним регулюванням

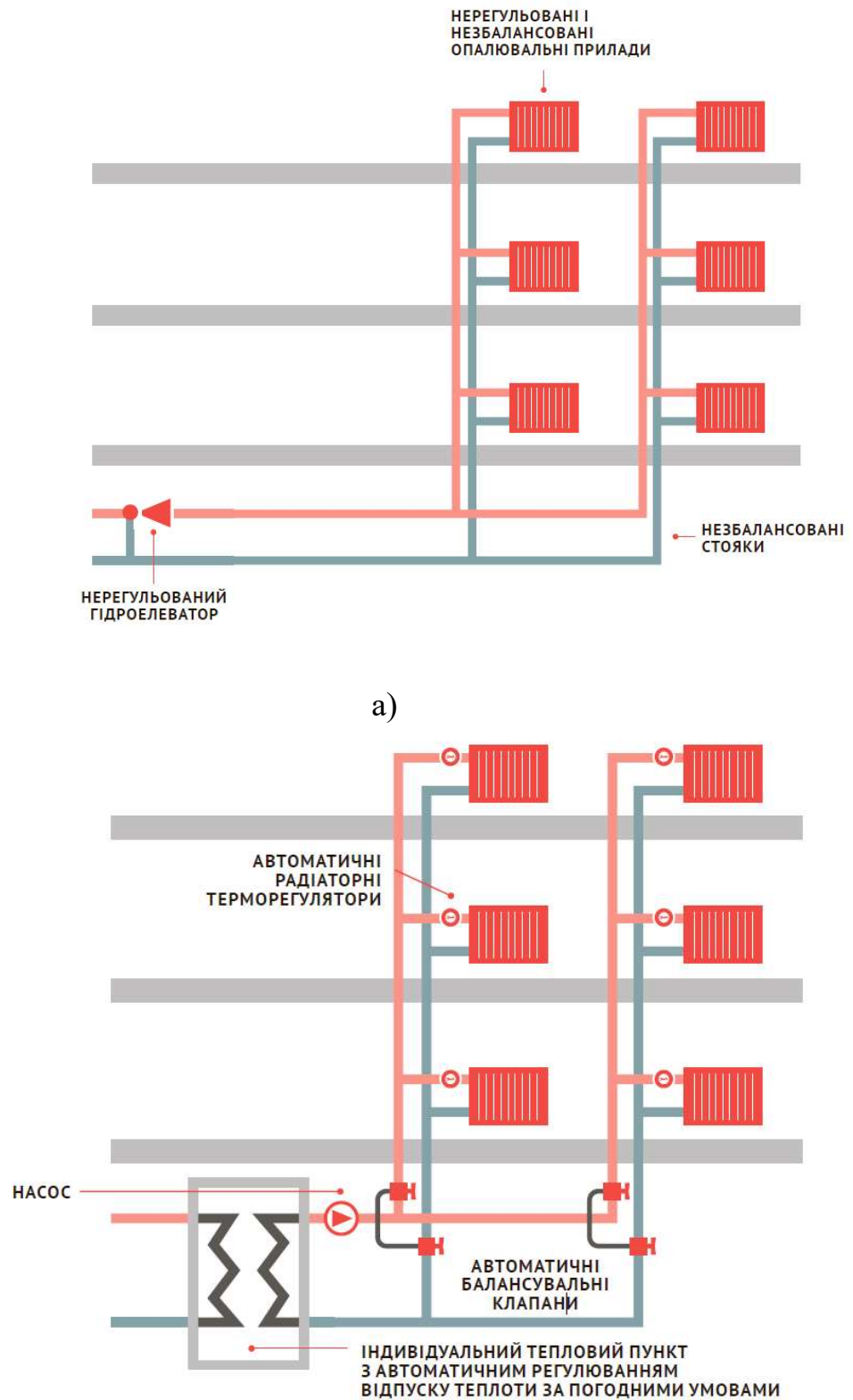


а)



б)

Рисунок 2.10 – Модернізація П-подібної системи опалення:
 а) нерегульована система; б) з автоматичним регулюванням



б)

Рисунок 2.11 – Модернізація двотрубної системи опалення:
 а) нерегульована система; б) з автоматичним регулюванням

підлоги в нічний час при зниженому тарифі на електроенергію і віддає тепло в приміщення протягом доби.

Немає потреби в спеціальних приміщеннях для котельної, а також у димоходах. Використання спеціального тарифу на електроенергію і його зниження в нічні години робить ці системи економічно привабливими.

Електричне опалення характеризується такими особливостями:

- простота в регулюванні температури при увімкненні і вимкненні на певні періоди часу;

- відсутність потреби обслуговування і консервації;• дуже висока надійність і безпека;

- рівномірний розподіл тепла в приміщенні;

- естетичність (невидимість установки);

- безпека для людини і екологічність для довкілля.

Поквартирний облік теплоспоживання. Економне використання теплової енергії повинне здійснюватися усіма її споживачами. Для цього необхідно не тільки дати можливість регулювати теплоспоживання, а й організувати його індивідуальний облік. Згідно з будівельними нормами, з 2009 року в Україні встановлення поквартирних теплових лічильників є обов'язковою в усіх новозбудованих будинках. У будівлях, в яких проводиться реконструкція і капітальний ремонт, при відсутності технічної можливості їх оснащення поквартирними лічильниками тепла, допускається застосування пристроїв-розподільвачів теплової енергії на опалювальних пристроях для обліку фактичного споживання тепла квартирами. Тому потрібно переобладнати усі системи опалення згідно з цими вимогами.

У старих будівлях системи центрального опалення, як правило, виконані вертикальними. Теплоносій у кожному квартиру подається по стояках і немає можливості встановити квартирні лічильники тепла. Для цього потрібно переобладнати систему опалення з вертикальної в горизонтальну, що вимагає істотних фінансових затрат.

Тому в вертикальній системі застосовують не лічильники тепла, а спеціальні пристрої, які дають можливість визначити вартість опалення для кожної квартири. Їх називають приладами-розподільниками затрат. Їх прикріплюють до всіх опалювальних приладів системи опалення.

Прилади-розподільники не є лічильниками, які безпосередньо вказують споживання теплової енергії. Вони надають можливість із загального теплоспоживання будівлі, яке визначається будинковим лічильником в тепловому пункті, вирахувати частку теплоспоживання кожним опалювальним приладом системи. Сумування теплоспоживання всіх опалювальних приладів квартири дає загальне теплоспоживання квартири.

Одночасно з встановленням приладів-розподільників повинні бути встановлені автоматичні терморегулятори на опалювальні прилади, за допомогою яких споживач може виставляти бажану температуру повітря в приміщенні і таким чином здійснювати економне користування тепловою енергією і створювати тепловий комфорт в приміщеннях.

Для визначення оплати за опалення необхідна система розподілу теплоспоживання між квартирами. Така система включає зчитування даних з приладів-розподільників, розподіл теплоспоживання між користувачами і виставлення індивідуальних рахунків для оплати. Зчитування даних може здійснювати експлуатаційна організація (ЖЕК, управляюча компанія і т. д.) автоматично без залучення мешканців, або візуально мешканцями. В останньому випадку щомісячно власники квартир знімають покази приладів-розподільників і представляють їх експлуатаційній організації, яка на основі цих показів і загального фактичного теплоспоживання будівлі розподіляє витрати теплоспоживання по кожній квартирі і виставляє рахунки для оплати.

Як правило, один раз на рік (зазвичай після завершення опалювального сезону) експлуатаційна організація здійснює контрольну перевірку зчитування показів з приладів-розподільників. На підставі результатів

перевірки виявляють випадки недоплати або переплати по кожній конкретній квартирі.

2.4.2 Система гарячого водопостачання

Модернізація системи гарячого водопостачання, метою якого є зниження оплати за гарячу воду, полягає, насамперед, в організації індивідуального розрахунку оплати

на підставі показів лічильників води. З цією метою необхідно в кожній квартирі встановити лічильник води або два лічильники води (якщо гаряча вода в кухню і санітарні приміщення подається від різних стояків). Досвід показує, що після встановлення лічильників води оплата знижується на 20-50%. Це відбувається в результаті того, що мешканці приділяють більше уваги раціональному споживанню гарячої води.

Окрім встановлення лічильників води, модернізація системи гарячого водопостачання охоплює:

заміну несправною запірної арматури (кранів, змішувачів і т. д.) і непридатних трубопроводів;

виконання або ремонт теплоізоляції трубопроводів;

покращення роботи вузла водопідготовки циркуляції;

застосування автоматичного регулювання температури води і роботи циркуляцій-них насосів;

встановлення регулятора тиску на вводі водопроводу в будівлю;

встановлення регуляторів тиску на вводах в квартири;

встановлення терморегуляторів на рушникосушках, або застосування електрорушникосушок;

впровадження спеціальних пристроїв для економії гарячої води, наприклад, розсіювачів (замість звичайних сіток для душу), пристроїв, які перекривають поступлення води в незакритих водорозбірних кранах і т.д.

2.5 Система освітлення та електропостачання

Системи освітлення будівель є частиною інженерних рішень і повинні забезпечувати економне використання електроенергії.

Досягнення цієї мети можливе за умови використання в системах освітлення «енергоощадливих» ламп та обмеження часу роботи окремих груп освітлення.

Найбільш характерні приклади систем освітлення в яких доцільно реалізувати ці принципи :

- системи зовнішнього освітлення та підсвітка фасадів;
- системи освітлення коридорів, тамбурів, прохідних зон;
- системи освітлення сходових клітин;
- системи освітлення санвузлів;
- системи освітлення паркінгів та гаражів.

У системах зовнішнього освітлення обмеження часу роботи можливо реалізувати за рахунок увімкнення та вимкнення певних груп освітлення та фасадної підсвітки за графіком або за рахунок датчиків освітлюваності.

У прохідних приміщеннях, а також там, де недостатня освітленість, використовується найчастіше люмінесцентне освітлення, яке працює 11-12 годин (якщо будівля житлова або офісна) або 24 години (якщо це готель або лікарня). Найбільша економія полягає в оптимізації роботи системи освітлення саме цих приміщень. По статистиці люди перебувають в цих приміщеннях лише 10-20% часу від загального часу роботи систем.

Освітлення на сходових клітинах працює протягом тривалого часу, більшу частину цього часу електроенергія повинна економитись за рахунок використання вранці та вдень природного освітлення через вікна (якщо вікна є). За недостатньої освітлюваності доцільно використовувати датчик освітлюваності.

Для увімкнення системи освітлення, що залежить від присутності людей, додатково необхідно інтегрувати в систему освітлення датчики руху або пристрої ручного керування з обмеженням часу роботи. Це доцільно використовувати в системах освітлення, тамбурів, прохідних зон, сходових клітин, санвузлів, паркінгів та гаражів.

Термомодернізація будівлі і її системи опалення дозволяє суттєво зменшити споживання теплової енергії і знизити експлуатаційні видатки. Результати реалізації окремих модернізаційних заходів відрізняються в кожному індивідуальному випадку. Однак, на підставі багатьох реалізованих прикладів, можна визначити деякі усереднені значення, які наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Зміни в енергоспоживанні

| № | Термомодернізаційний захід | Економія теплової енергії |
|---|--|---------------------------|
| 1 | Утеплення захисних будівельних конструкцій (стін, даху, суміщеної покрівлі, перекриття над підвалом), не включаючи вікна | 15-25% |
| 2 | Заміна вікон на герметичні, з кращим опором теплопередачі R | 10-15% |
| 3 | Модернізація теплового пункту, включаючи регулювання за погодними умовами і насосну циркуляцію | 10-30% |
| 4 | Комплексна модернізація внутрішньої системи центрального опалення, включаючи встановлення терморегуляторів на всіх опалювальних приладах, автоматичних балансувальних клапанів на стояках, теплоізоляцію трубопроводів | 10-25% |

Постачання електроенергії доцільно обраховувати за двозонним тарифом, диференційованим за періодами часу. З 23 до 7 години застосовується тарифний коефіцієнт 0,5, в інший час – 1. Досягнення цієї

мети можливе завдяки встановленню лічильників електричної енергії з двозонним тарифом.

До загальнобудинкових споживачів електричної енергії, електропостачання яких можливе за двозонним тарифом, відносяться системи освітлення місць загального користування, ліфти, обладнання інженерних систем вентиляції, гарячого водопостачання, кондиціонування.

3 ДОСЛІДЖЕННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЗВЕДЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ МОДУЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ

3.1 Особливості удосконаленої технології

Технологічний процес монтажу конструкцій складається з транспортних, підготовчих, основних, додаткових та допоміжних процесів. До транспортних відносяться доставка на будівельний майданчик пакетів, монтажного крана та обладнання та пристроїв. До підготовчих процесів - влаштування доріг, встановлення монтажного обладнання, підготовка інвентарю та пристроїв та ін. Основні процеси складаються зі стропування елементів ТМЗ, що монтуються, підйому та встановлення їх на опори, тимчасового закріплення. До додаткових процесів відноситься герметизація стиків та швів конструкцій ТМЗ, 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 ТМЗ, але і від прийнятого способу виконання монтажних робіт, механізмів і пристроїв, що застосовуються. Однією з переваг монтажу є те, що окремі конструктивні елементи до їх підйому та встановлення укрупнюють у заводських умовах. У цьому випадку не потрібна додаткова транспортна операція з переміщення укрупненої конструкції до місця підйому, а монтаж може здійснюватися з транспортних засобів.

Монтаж конструкцій 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 має наступну структуру і послідовність складаються з низки взаємопов'язаних технологічних процесів та операцій.

1. Підготовчий період: - планування майданчика; прив'язка ТМЗ до будмайданчика; визначення місця встановлення монтажного крана.

2. Зведення підземної частини: загвинчування гвинтових паль на проектну глибину; розкріплення гвинтових паль ростверком.

3. Зведення надземної частини:

- підйом краном за петлі силового конькового елемента двох шарнірно з'єднаних пакетів ТМЗ;

- опускання розгорнутого у просторі ТМЗ 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 конькового силового вузла; пристрій 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 розглянуто варіант фундаментів із застосуванням гвинтових паль.

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)

грунтах;

- можливість встановлення фундаменту на палях без зміни рельєфу місцевості та без проведення земляних робіт;
- цілорічний процес монтажу, т.к. гвинтові палі не схильні до впливів морозного пучення;
- готовність до сприйняття проектного навантаження безпосередньо після зведення;
- не вимагають гідроізоляції;
- ремонтпридатність.

Витрати праці під час виробництва палевих робіт і тривалість технологічних процесів визначається за нормативними джерелами та виробничими умовами, що забезпечують темп та строки будівництва.

Зведення надземної частини трансформованих малоповерхових будівель із сендвіч-панелей здійснюється наступним чином. На безпечній відстані від фундаменту автокраном вантажопідйомністю до 10т розкладають пакети впритул один до одного, поєднуючи верхні поздовжні ребра схилу даху для утворення конькового вузла (рис. 3.1). Потім крізь петлі протягують штир-шарнір і таким чином з'єднують обидва пакети в єдину конструкцію.

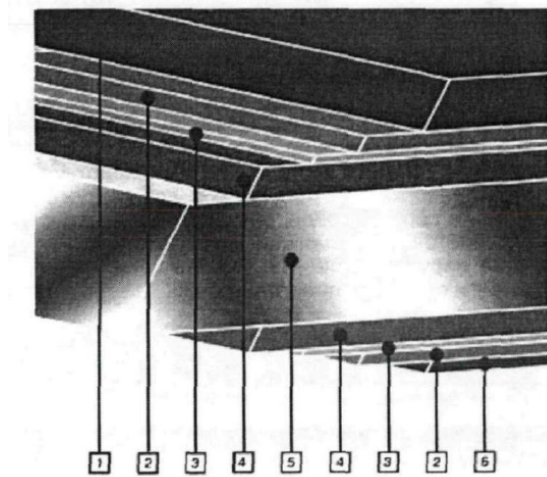


Рисунок 3.1 – Структура листової сталі з полімерним покриттям для сендвіч-панелей: 1-полімерне покриття; 2-грунт; 3-шар пасивації; 4-цинк; 5-сталевий лист; 6 покриття зворотного боку

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.

Переведення і встановлення в проектне положення малоповерхової будівлі, що трансформується, 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 коньковий 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 Організація і технологія виконання робіт по зведенню індивідуальних модульних будинків

Концепція розробки даного методу полягає в наступному. Враховуючи, що основною причиною виникнення деформацій будівель, споруд частіше є нерівномірні осідання фундаментів внаслідок нерівномірних деформацій основ, тому для ліквідації деформацій будівель доцільно йти шляхом

технологічного впливу на основи з метою зміни їх деформованого стану, тобто нівелювання різниці осідань ґрунтів основ. Реалізація такої концепції можлива оперуванням жорсткістю основи. Раціональне керування жорсткістю основи з метою управління осіданнями фундаментів можна здійснювати технологічними способами, наприклад, щілиноподібною виїмкою ґрунтів скребками чи пропилом, замочуванням ґрунтів, ущільненням ґрунтів вібрацією та ін. Гіпотеза такого підходу в питанні усунення деформованого стану будівель, споруд полягає в припущенні, що при оптимальній зміні коефіцієнта жорсткості основи k по довжині (ширині) будівлі можна досягнути горизонтального положення фундаменту.

Виходячи із такої гіпотези, нами запропонований на рівні винаходу (декл. патент №65455) спосіб вирівнювання будівель, споруд. Сутність такого способу полягає в наступному. Нерівномірні осідання фундаментів відбуваються внаслідок різних причин. При правильному виконанні технології зведення будівельних споруд в процесі реалізації адекватного проекту нерівномірні деформації ґрунтів виникають через нерівномірний вплив на ґрунти основи техногенних чинників або неякісна підготовка основ в процесі будівництва. Як наслідок, під дією ваги будівлі (споруди) жорсткість основи нерівномірно змінюється із нерівномірним осіданням фундаменту.

Проілюструємо приклад реалізації запропонованого способу усунення деформацій конструкцій і будівель в цілому на схемі (рис.3.2). В процесі експлуатації будівлі її основа піддалась деформації зі зміною коефіцієнта жорсткості $k_1(x,y)$. Поверхня основи зайняла нахилене положення по деякій функції $f(x,y)$ і відповідно фундамент нерівномірно осів, зайнявши відповідно нахилене положення. Для вирівнювання фундаменту необхідно виконати нівелювання деформацій шару основи, на який опирається фундамент. Цю дію можна здійснити зміною жорсткості основи за рахунок технологічного процесу - перфорації підстиляючого фундамент шару основи бурінням горизонтальних свердловин змінних параметрів. Під дією ваги

споруди цілики ґрунту між свердловинами, досягаючи межі міцності, руйнуються і перфорований шар основи стискається по закономірності у відповідності зі зміною параметрів горизонтальних свердловин, що відповідає потрібній зміні жорсткості основи $k_2(x,y)$, нівелюючи різницю осідань фундаменту, який в результаті займає проектне (горизонтальне) положення.

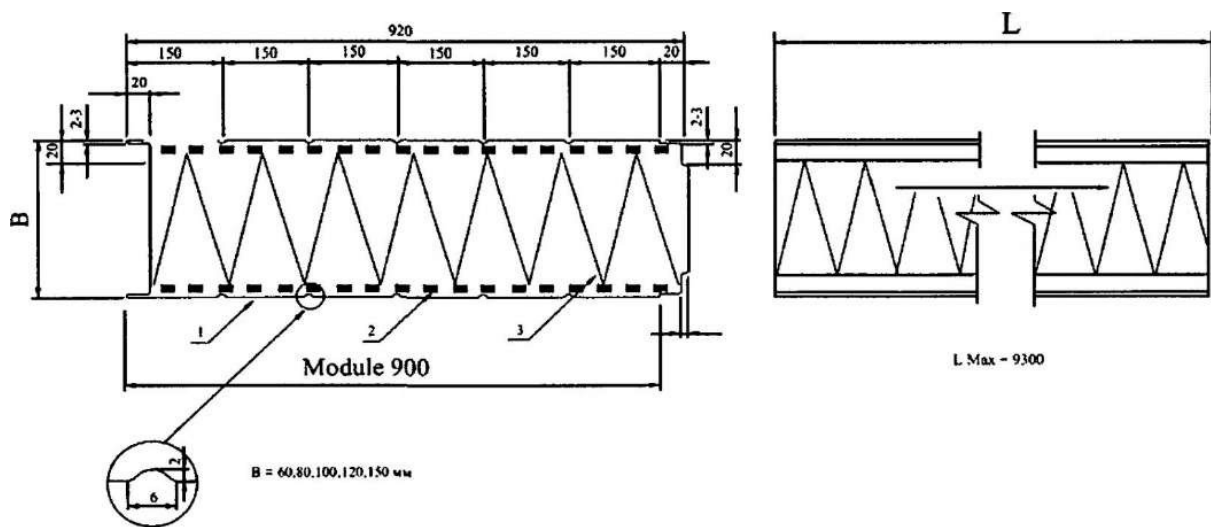


Рисунок 3.2 – Сендвіч-панель металева тришарова з утеплювачем з мінеральної вати типу ВПС (НПМ) для монтажу котеджів

Даним способом можна усувати деформації різних видів: вигину , прогину або крену (патент України №95510). Для реалізації запропонованого методу ліквідації різних видів деформацій необхідно розробити відповідні технології.

Розробку технології усунення деформованого стану будівельних об'єктів шляхом зміни жорсткості основи фундаментів бурінням горизонтальних свердловин змінних параметрів покажемо на прикладі ліквідації кренів.

Як зазначалось у розділі 1, деформації кренів є одним із складних та небезпечних видів деформацій.

У регіонах із просідаючими й іншими структурно-нестійкими ґрунтами, а також на підроблюваних територіях має місце велика кількість деформованих будинків і споруд, які зазнали крени. Критеріями небезпеки кренів є:

- виникнення та збільшення ексцентриситету центру ваги споруди, що веде до перерозподілу тиску на основу, яке викликає подальше збільшення крену, аж до втрати стабільного положення;
- збільшення деформованого стану будівель і споруд із виникненням інших видів деформацій – тріщиноутворення, зсувів конструкцій та ін.;
- зіткнення суміжних будинків або їхніх блок - секцій через зустрічні крени, виникнення взаємних тисків з наступними негативними наслідками;
- погіршення роботи й експлуатації ліфтів і підйомних механізмів.
- заклинювання вікон, дверей, перекося підлог, які завдають дискомфорт проживання мешканців.

Основним шляхом захисту нахилених будівель, споруд є їх вирівнювання. Методи вирівнювання можна підрозділити на дві групи:

- вирівнювання будівель та споруд із застосуванням спеціальних пристроїв і регульованих фундаментів (проводиться підйом або опускання будинків без додаткових деформацій основи);
- усунення кренів будівель, споруд за рахунок деформацій основи.

Усунення кренів будівельних об'єктів спеціальними пристроями, з різними робочими середовищами. В 30-х роках О. Люткенс запропонував вирівнювати споруди шляхом їх підйому за рахунок нагнітання цементного розчину в ґрунт під фундаментну плиту. Недолік методу – у складнощях із керуванням процесу й великої витрати розчину через його неконтрольоване розтікання в сторони. Метод не знайшов широкого застосування.

Куббота Тікара й Канно Маріо (Японія) в 1978 році запропонували спосіб виправлення нерівномірного осідання споруди, який полягає в застосуванні водонепроникної оболонки з негашеним вапном, яке при

реакції з нагнітаємою водою набухає, піднімаючи споруду. Загальними недоліками цього способу є високі вимоги до герметичності й умови довговічності камер з робочим середовищем і запірним устроєм.

В 1911 році бельгієць Э. Франкіньо запропонував спосіб захисту споруд від нерівномірних деформацій основи шляхом улаштування піщаної основи під фундаментами споруди [38]. Під спорудою створюються порожнини, заповнені піском, що мають запірні пристрої. При видаленні частини піску споруда опускається. Недоліком пропозиції є складність прогнозування й керування процесом опускання будівель, споруд.

У НДІБК в 1975 році В.П. Шумовский запропонував пристрій «пісочниця» для захисту будівель і споруд від нерівномірних осідань, що включає основу, утворену в тілі фундаменту: лоткова порожнина, заповнена сипучим матеріалом, на яку опирається надфундаментна конструкція, перекриті заслінками похилі канали, що відходять від порожнини назвні фундаменту [39].

У цьому ж році винахідники М.М. Богоярков і Ю.Г. Чернишов запропонували пристрій для вирівнювання положення будівель та споруд, що складається з компенсатора, заповненого сипучим матеріалом і має пристосування для його випуску.

Вищенаведені пропозиції із застосуванням сипучих матеріалів мають загальний недолік. При зволоженні сипучого матеріалу виникають складнощі його видалення.

І.М. Москаліна (ЗВ НДІБК) запропонував спосіб і пристрій по виконанню регулювання висотного положення будинку шляхом дозованого перепуску піску з вищерозташованої ємності в нижчерозташовану, які успішно впроваджені в 1976 - 77р.г. для задавання деформацій при випробуванні експериментального 5-ти поверхового великопанельного будинку в п.м.т. Тернівка Дніпропетровської обл.[40]

Як робоче середовище в регульованому пристрої може служити рідина. В 1973 р. Ф.І. Мавроді (Дон НДІ проект) запропонував

використовувати у фундаментах будівель, споруд між фундаментним і розподільним поясами компенсатори, кожний з яких складається із заповнених рідким середовищем циліндра й поршня. З метою забезпечення автоматичної компенсації осідання основи, поршень виконаний порожнім і в його днище встановлений клапан граничного тиску. При нерівномірних осіданнях основи навантаження на фундаментні подушки будуть змінюватися: зменшуючись на одних, вони будуть збільшуватися на інших. Коли навантаження на компенсатор перевищать граничну величину, спрацює клапан, і рідина з компенсатора перетікає в порожній поршень. Розподільний пояс при цьому переміщується, забезпечуючи навантаження на фундаментні подушки з меншим осіданням.

У Німеччині був побудований будинок підвищеної поверховості, висотою 60 метрів, що опирається на подушки з водою. Недоліками цих пропозицій є підвищені вимоги до герметичності і довговічності регулюючих пристроїв.

Методи вирівнювання будівель, споруд регулюючими пристроями з термопластичними елементами. В 1962 р. В.І. Хорунжий (НДІБК) запропонував конструкцію фундаменту для споруд, зведених на просідаючих основах, що являє собою короб з порожнинами, встановлений на шар вирівнюючого матеріалу [41]. У днищі короба утворені отвори, через які порожнини з'єднуються із простором під днищем, обмеженим ребрами, що розділяють шар вирівнюючого матеріалу (асфальтові розчини, мастики) на окремі ділянки. У випадку застосування твердого вирівнюючого матеріалу, для перетворення його в текучий стан при нагріванні в нього вставляються електроди. Вирівнювання спорудження шляхом його опускання досягається видаленням вирівнюючого матеріалу, із прийомних відсіків або вручну, або шляхом видавлювання через отвори в днище короба домкратами вантажопідйомністю 1-2 т.

В 1976 р. С.Н. Клепиков і В.І. Хорунжий (НДІБК) запропонували пристрій для вирівнювання будинків, споруд [42], що містить розміщені під

опорною частиною споруди шар термопластичного матеріалу й електронагрівники, циліндричну відкриту з торців оболонку, яка прилягає до нижнього торця оболонки днище. Електронагрівники розташовані в днищі, термопластичний матеріал розміщений у циліндричній оболонці, а поршень під термопластичним матеріалом. Така форма поршня забезпечує поворот опорної частини споруди на допустимий кут без утворення щілин між бічною поверхнею поршня й внутрішньою поверхнею оболонки.

В 1977 р. група авторів НДІБК Ю.К. Болотов, С.Н. Клепиков, В.І. Хорунжий розробили пристрій для усунення кренів будівель, споруд [43], який складається із залізобетонного піддону, у каналах якого закладені електронагрівники, асфальтові плити із арматурними сітками. Вирівнювання положення будівлі, споруди провадять шляхом розігріву асфальтової плити. Керування деформаціями здійснюється регулюванням теплопродуктивності електронагрівника й тривалості розігріву.

Недоліками зазначених пропозицій є відсутність достовірних даних про тривалість, міцність і час старіння асфальтових матеріалів, небезпеки роботи з електронагрівниками, проблема в прогнозуванні і керованості задаваних осідань по необхідним для вирівнювання будинку закономірностям.

Вирівнювання будівель, споруд із застосуванням домкратних систем.
Вперше домкрати почали використовувати в минулому столітті. В 1868 році на річці Ніл Стефансон застосував гвинтові домкрати для підйому порома з розташованими на ньому залізничними платформами. В 1879 році Джоном Діксоном були використані гідравлічні домкрати для усунення крену споруди «Голка Клеопатри». Вирівнювали домкратами висотний будинок (висота 80 м) в Есені.

При будівництві Ейфелевої вежі (Париж) в минулому сторіччі в трьох опорах із чотирьох встановлені гідравлічні домкрати на випадок її вирівнювання.

Один з найбільш випробованих і ефективних способів вирівнювання будинків у нас в Україні, заснований на застосуванні домкратної системи, установлюваної у фундаментно-підвальної частини будинків у період вирівнювання [42]. Даний спосіб прийнятний для усунення кренів як безкаркасних, так і каркасних будівель, споруд.

При проектуванні каркасних будівель, споруд із можливістю їхнього вирівнювання домкратами забезпечується установка біля кожної колони двох домкратів. Передбачається ряд конструктивних заходів, що забезпечують безперешкодне переміщення при підйомі колон і пов'язаних з ними конструкцій.

У Донецькому вугільному басейні побудовано близько 100 безкаркасних будинків, пристосованих до вирівнювання домкратними системами. В окремих випадках домкратні системи можуть бути застосовані для вирівнювання будинків, не пристосованих в період будівництва. В 1985 році в м. Волгодонську було здійснене вирівнювання чотирьох блок-секцій 9-ти поверхового цеглового будинку серії 87. Є досвід ВНІМІ Мінвуглепрому й Донецького Промбудніiproекту в регіонах Криворізького, Донецького і Кузнецького вугільних басейнів по застосуванню домкратних систем для вирівнювання будівель і споруд на підроблених основах, не пристосованих до цього при проектуванні й будівництві.

Розроблено кілька варіантів рішень по застосуванню домкратних систем для вирівнювання споруд [43-45]. Вони мають свою область раціонального застосування і мають потребу в експериментальній перевірці.

З 1960 по 1968 р.р. на підроблених територіях у Донецькому вугільному басейні способом домкратних систем було випробувано і ліквідовані крени одинадцяти 4-5 поверхових бескаркасних будинків. При цьому застосовувалося устаткування на основі поршневих домкратів ДГ-100 вантажопідйомністю 100 т і клиноподібних пристроїв.

Недолік застосування поршневих домкратів полягає в необхідності виконання значно великих ніш у несучих стінах цокольно-фундаментних частин будівель або споруд, через значні габарити таких домкратів.

У Київському науково-дослідному інституті будівельних конструкцій (НДІБК) був удосконалений домкратний метод вирівнювання будинків і домкратне устаткування на основі плоских домкратів (С.М. Клепиков, В.П. Шумовський, Ю.К. Болотов). Розроблена методика вирівнювання, що забезпечує створення мінімальних перевантажень на деформовану основу в процесі підйому і повороту споруди. Дана методика пройшла успішне випробування в 1977-1985 р.р. в натурних умовах при штучному задаванні деформацій і вирівнюванні 5-9 поверхових житлових будинків у м.м. Горлівка, Нікополь, Запоріжжя, регульованого масивного фундаменту під устаткування на виробничому об'єднанні «Атоммаш» у м. Волгодонську.

Метод піддомкращування плоскими домкратами був застосований при вирівнюванні аварійного будинку №17 по вул. Гудименка, 17 в м. Запоріжжі [48], який полягає в підйомі всієї будівлі за допомогою домкратів, а потім шляхом задавання змінних переміщень домкратів домагаються відновлення його в проектне положення. Домкрати встановлюють з кроком приблизно 3м під усіма несучими стінами. Враховуючи, що домкрати розвивають зусилля до 200т, виникає необхідність в істотному підсиленні цокольно-фундаментної частини будівлі і пристосуванні його до піддомкращування - влаштування домкратних ніш, відділення верхньої частини будівлі від фундаменту шляхом розрізання будівлі по всьому контуру та інші заходи. Потім після розрізання будівлю поетапно піднімають, закладаючи з певним кроком зазори, що утворилися металевими пластинами або бетонними елементами на кожному етапі (рис.3.3). По закінченні вирівнювання виконують бетонування зазорів, що виникли між верхньою і цокольно - фундаментною частинами будівлі. Враховуючи істотні зусилля, що прикладаються до коробки будівлі, існує небезпека деформацій конструкцій

і дегерметизація збірних елементів будівлі, що мало місце в практиці вирівнювання об'єктів. На час виконання підйому будівлі виникає необхідність у виселенні людей.

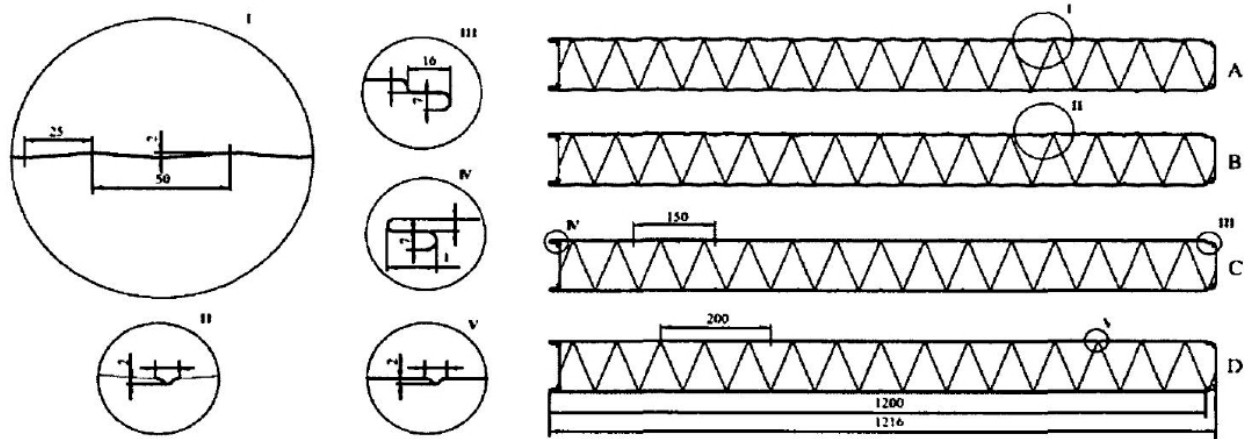


Рисунок 3.3 – Види профілювання металевих обшивок панелей шириною 1200 мм

При розробці проекту вирівнювання, організації робіт, управління технологічним процесом правильного осідання фундаментів потрібна найвища міра відповідальності, компетентності виконавців. Особливе значення при вирівнюванні має приділятися моніторингу.

Іншим різновидом методів вирівнювання будівель і споруд, є методи засновані на принципі штучно керованих деформацій основи. При забезпеченні нерівномірних деформацій основ відбуваються нерівномірні осідання будинків без застосування спеціальних пристроїв і конструкцій. До таких методів вирівнювання відносяться: вплив на фундаменти ін'єктуванням в ґрунт основи під високим тиском різних розчинів, організоване замочування просідаючої основи, вплив на основу аварійних будинків перегрітим паром, вирівнювання будинків шляхом ослаблення шару основи частковою виїмкою ґрунту з-під фундаментів.

Вирівнювання нахилених будівель шляхом ін'єктування в ґрунт основи різних розчинів полягає в тому, що закачування ін'єктних розчинів

відбувається під високим тиском так, щоб зусилля від ін'єктування перебільшило вагу будівлі. При цьому ін'єктування повинно відбуватися по заданій програмі у відповідності до потрібної епюри контрнахилу фундаменту. В Україні даним методом займається Дніпропетровська академія будівництва та архітектури – д.т.н., проф. Головка С.І. [50]. Складність цього методу вирівнювання полягає в необхідності застосування механізмів і обладнання для забезпечення надто високого тиску ін'єктування, а також у відповідній технології, яка б забезпечувала необхідний режим нерівномірного піднімання будівлі для задавання контрнахилу при поверненні її в проектне положення.

Використання перегрітого пару при вирівнюванні нахилених будівель, споруд. Питання про доцільність застосування водяного пару для ущільнення просідаючих ґрунтів уперше був поставлений професором О.А. Щолоковим в 1951 році. Відзначаючи високе й рівномірне проникнення пару в пори ґрунту в порівнянні з іншими речовинами, А.О. Лугів показав на прикладі своїх дослідів, що в результаті пропарювання була повністю ліквідована макропориста структура й ґрунт значно ущільнився.

Розвитком методу пропарювання займався Г.М. Вариніченко в Дніпропетровському інституті інженерів залізничного транспорту. Сутність запропонованого ним способу полягає в провокуванні осідання ґрунтів з метою ліквідування просадочності при обробці просадочної товщі перегрітим паром. Вариніченко Г.М. запропонував використовувати пропарювання для підготовки основи споруджуваних будинків, споруд і для усунення кренів існуючих об'єктів [51-54]. Достойність обробки паром просадочних ґрунтів полягає в тому, що процес просадочності розпочинається досить швидко, що є наслідком активного розчинення солей природних зв'язків між частинками ґрунту та їх агрегатами. В свою чергу швидко припиняється просадочність по закінченні пропарювання. Спосіб був впроваджений при вирівнюванні освітлювальної вишки на

будмайданчику Дніпропетровського шинного заводу [54]. При цьому використовувався пар з котельні шинного заводу.

Недоліком такої технології є те, що в більшості випадків виникає необхідність у вирівнюванні об'єктів, що перебувають на значній відстані від джерел пару і розглянутий спосіб практично неможливо застосувати на таких об'єктах.

Уникнути зазначеного недоліку дозволяють розроблені в Запорізькому відділенні НДІБК оснащення для генерування пару безпосередньо в свердловинах й спосіб вирівнювання будинків і споруд пропарюванням просадочних ґрунтів (І.В. Степура, А.В. Павлов та ін.).

У розробках ЗВ НДІБК генерування пару передбачене у вертикальних свердловинах, пробурених на глибину просадочної товщі безпосередньо біля фундаментів будинку з певним кроком. Для реалізації способу пропарювання були запропоновані різні конструкції парогенераторів, всередині яких спалювалось газоподібне або рідинне паливо, а в зоні горіння (факелу) по спіралеподібному трубопроводі циркулювала вода, яка нагрівалася і перетворювалася в пар з виходом у свердловину [55-57].

Одним із головних недоліків методу вирівнювання пропарюванням ґрунтів полягає в тому, що його можна використовувати лише в регіонах із просадочними ґрунтами, і неможливо застосувати для вирівнювання будинків, споруджень у регіонах з іншими видами ґрунтів, а також на підроблених територіях.

Усунення кренів будівель, споруд способом організованого замочування ґрунтів основи. Метод організованого замочування полягає в штучному виклику осідань фундаментів замочуванням через дренажні свердловини частини основи будівлі, що вирівнюється з боку, протилежної крену. Замочування здійснюється по окремих ділянках у кілька етапів, що забезпечують повернення будівлі у вертикальне положення за рахунок нерівномірних просідань ґрунтів від власної ваги й пригрузу будинком. Після вирівнювання, при необхідності, здійснюється подальше замочування

всієї основи з метою усунення просадочних властивостей ґрунтів, що її складають.

Одним із прикладів вирівнювання нахиленої споруди організованим замочуванням з додатковим привантаженням основи є досвід румунського дослідника Стенкулеску по усуненню крену залізобетонної водонапірної башти висотою 31,8 м при глибині закладення кільцевого фундаменту 4 м. Внаслідок однобічного зволоження ґрунту основи башти відбулося нерівномірне осідання спорудження з відхиленням від вертикалі на 112 см. Відхилення вежі було скорочено до 18 см у результаті організованого замочування основи протягом двох з половиною місяців через дренажну траншею, вириту із протилежної сторони крену й привантаженням фундаменту штучними вантажами загальною вагою 58 т.

У колишньому СРСР спосіб ущільнення ґрунтів організованим замочуванням, розроблений у Грозненському нафтовому інституті і в подальшому розвинутий у Волгоградському інженерно-будівельному інституті, НДІБК, Дніпропетровській філії НДІБВ Держбуду України, НДІОПС ім. Герсеванова, Московському інженерно-будівельному інституті ім. В.В.Куйбишева. У цих наукових закладах проводились дослідження в натурних умовах при вирівнюванні безкаркасних і каркасних будинків, у тому числі в м.м. Дніпропетровську, Кишиневі, Запоріжжі, Ташкумірі.

Регулювання осідання будівлі при ліквідації крену досягається тим, що замочування посадочної товщі виконують по програмі, розробленій на базі розрахунків відповідних нерівномірних просадочних деформацій, які відповідають параметрам нахилу будівлі. Для реалізації такої програми замочування влаштовують відповідну дренажну систему.

Спосіб організованого замочування, при своїй простоті має ряд істотних недоліків. До недоліків відомого способу відносяться, значна трудомісткість і матеріалоемність, які пов'язані із влаштуванням дренажної системи, де необхідно бурити свердловини значних діаметрів та забезпечувати велику кількість щебеню і його засипку в свердловини. У

роботі [58] показано успішне впровадження даного методу для усунення крену 9-поверхового житлового будинку, із якого витікають позитивні сторони та недоліки методу. Спосіб обумовлює замочування всієї просадочної товщі ґрунтів, яка може досягати 20.....30м і більше (при вирівнюванні наведеної будівлі вона мала 19 – 20м). Ця обставина обумовлює витрати великого об'єму води, яка розтікається і викликає просадки ґрунтів прилеглих територій, де виникають деформації масивів ґрунтів. Окрім того, такий спосіб вирівнювання потребує значного часу – в даному прикладі до 10 місяців.

Наведені недоліки суттєво знижують ефективність відомого способу вирівнювання будівель.

При цьому, необхідно враховувати сезонність робіт, а в умовах щільної забудови даний метод вельми складно застосовувати через небезпеку замочування основи сусідніх об'єктів.

Для підвищення ефективності цього потенціально важливого способу вирівнювання нахилених будівель на територіях із просадочними ґрунтами, особливо великої потужності, необхідно його вдосконалювати.

Розглянутий вище спосіб усунення кренів будівель володіє значними потенційними можливостями, що спонукає вдосконалювати метод. Для підвищення його ефективності і тим самим забезпечення більш широкого впровадження вдосконалення методу необхідно вести в напрямках суттєвого скорочення витрат води для виклику просадочних деформацій лесових і лесоподібних ґрунтів, мінімізації розтікання води в сторони та підвищення керованості процесом замочування ґрунтів.

Нами запропонований спосіб вирівнювання нахилених будівель шляхом адресного замочування просадочних ґрунтів [59]. Запропонований спосіб усунення кренів будівель базується на сутності процесу просідання лесових і лесоподібних ґрунтів, який полягає в тому, що просідання таких ґрунтів відбувається при їх замочуванні до ступеня вологості $s_r \geq 0,8$ при значенні тиску, досягнутого до початкового просадочного. При збільшенні

тиску на замочений ґрунт ступінь просадочності збільшується. Як відомо із механіки ґрунтів, просадочну товщу ґрунтів можливо умовно розподілити на три зони. В верхній зоні I просадка замоченого ґрунту відбувається в основному за рахунок тиску будівлі, який передається фундаментами з додаванням тиску від власної ваги ґрунту цієї зони. II зона – нейтральна зона, де просадка не відбувається тому, що тиск від будівлі по відомій кривій різко зменшується по глибині, а від власної ваги ґрунту тиск ще не досягає величини (рис. 3.4) початкового просадочного. Лише в зоні III, де тиск від власної ваги ґрунту досягає початкового тиску просадочності відбувається просадка замоченого ґрунту. При цьому, зі збільшенням глибини просадка ґрунту підвищується внаслідок збільшення власної ваги ґрунту. Звідси витікає висновок і аргумент пропонування нашої технології – замочування ґрунтів I і II зони не доцільне. Необхідно замочувати ґрунти лише III зони. Тобто, рекомендується адресне замочування необхідного шару ґрунту просадочної товщі [60].

Рекомендована нами технологія на базі запропонованого способу адресного замочування шару ґрунту зони III просадочної товщі показана на технологічній схемі (рис.3.5-3.6) і полягає в наступному.

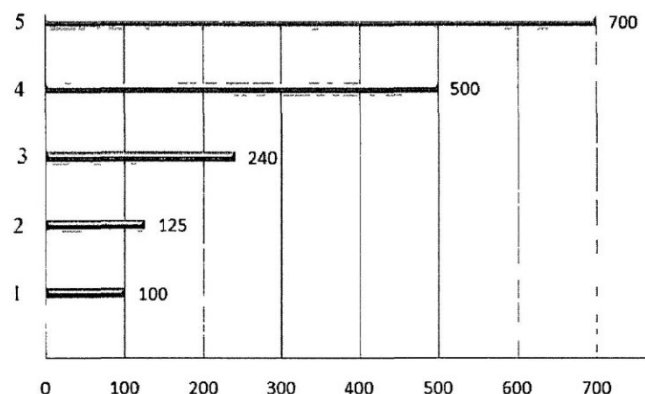


Рисунок 3.4 – Порівняння теплоізоляційної здатності різних видів будівельних матеріалів для котеджів:

- 1 - сендвіч-панель для покрівлі та стін виробництва NordProfil; 2 - пробка; 3 - дерево; 4 - пористий бетон; 5 - повнотіла цегла

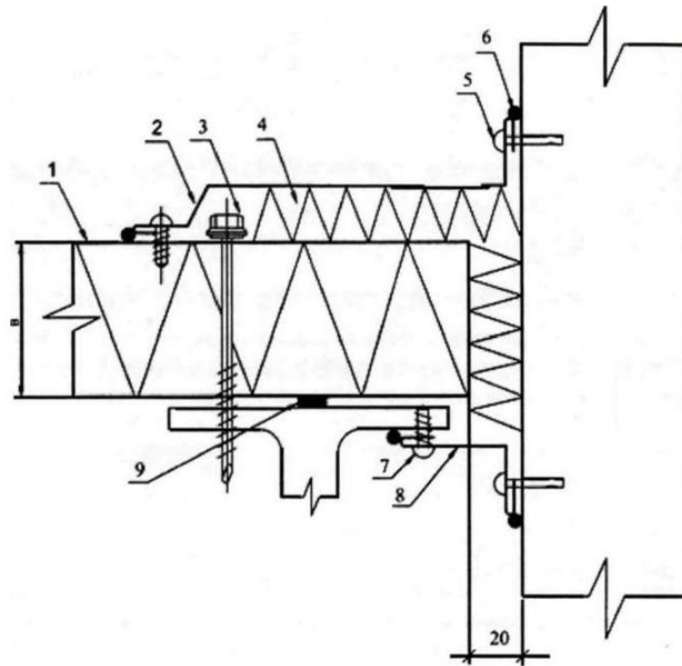


Рисунок 3.5 – Технологія примикання панелі до стіни котеджу: В - товщина панелі; 1 стінна панель; 2-нащельник зовнішній; 3-самонарезаючий болт; 4-термоізоляція (мінвата); 5-дюбель; 6-силіконова ізоляція; 7-самонарезаючий гвинт; 8-нащельник внутрішній; 9-ущільнювач INSEAL 3209

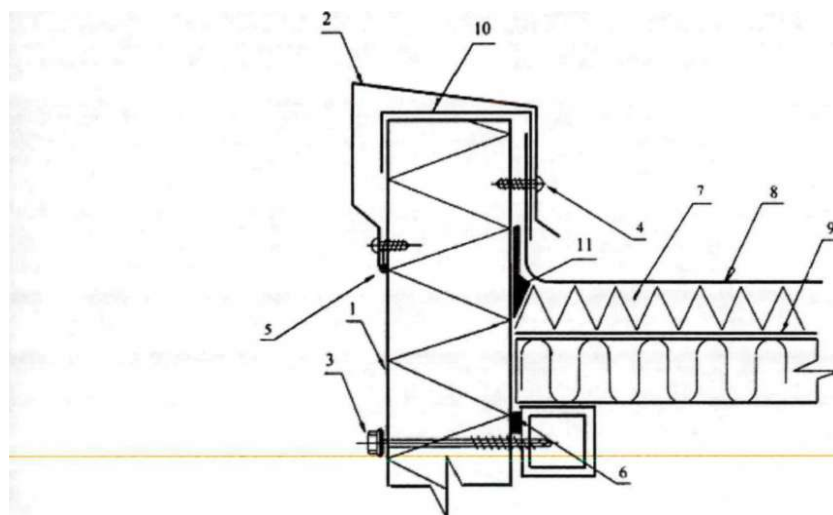


Рисунок 3.6 – Технологія пристрою парапету: 1-стінова панель; 2-нащельник (обрамлення парапету); 3-самонарезаючий болт; 4-теплоізоляція; 5-саморіз 4,3 * 13, крок 300 мм; 6 силіконова ізоляція; 7-ущільнювач INSEAL 3209 (ізолон); 8-гідроізоляційний килим; 9-пароізоляція; 10-нащельник (Zn); 11-герметик

Для конкретних ґрунтових умов нахиленої будівлі встановлюють параметри крену – кут нахилу, горизонтальне відхилення верхньої точки від вертикалі b , ці дані визначаються теодолітною зйомкою. Шляхом геодезичного нівелювання встановлюють вертикальне положення (вертикальна зйомка) нахиленої будівлі і будують епюру нерівномірних осідань $E_{п}$. Із епюри визначається максимальна нерівномірність осідань фундаменту Δ . Для спрощення пояснення запропонованої технології (рис.3.7-3.8) робимо такі припущення: по-перше, крен відбувся лише в поздовжньому напрямку будівлі, по-друге, осідання можливо відбутися не тільки в точці Д, але і в точці Б, абсолютна величина яких при назначені технології вирівнювання неважлива, важливо знати їх відносну різницю Δ .

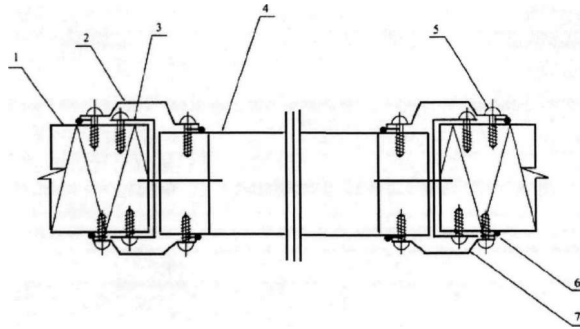


Рисунок 3.7 – Технологія примикання панелі до дверного блоку:

1-стінова панель; 2-лиштва (внутр.); 3-підсилює профіль (1,2-1,5 мм); 4-дверний блок; 5-самонарезаючий гвинт; 6-силіконовий герметик; 7-лиштва (зовнішній)

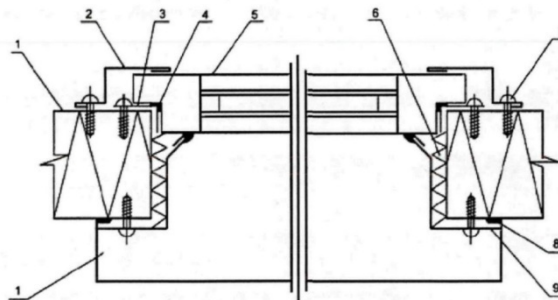


Рисунок 3.8 – Технологія установки вікна:

1-стінова панель; 2-обрамлення вікна; 3-підсилює профіль; 4-ущільнювач; 5-віконний блок; 6-мінеральна вата; 7-самонарезаючий гвинт; 8-силіконовий герметик; 9-лиштва; 10-карниз

Уточнюють інженерно-геологічні умови площадки будівлі із визначенням потужності посадочної товщі H та геологічних пошарових елементів, складаючих цю товщу з параметрами їх просадочності. Знаючи максимальну величину потрібного осідання фундаменту Δ , на яку необхідно опустити точку B та потрібну закономірність цих осідань для усунення крену будівлі, розрахунками за методами механіки ґрунтів встановлюють необхідну потужність шару просадочної товщі h_1 в зоні III , при замочуванні якої буде досягнута різниця величин посадочних деформацій точок A та B , яка має бути рівною величині Δ . За цими ж розрахунками визначаються із глибиною залягання h_2 шару ґрунту, який необхідно замочувати. Таким чином, величину осідань фундаменту з різницею Δ необхідно здійснити за рахунок просадочних деформацій ґрунту нижньої зони III шляхом замочування ґрунту тільки цієї зони, де діє максимальний тиск на ґрунт від власної ваги в межах просадочної товщі ґрунтів H , що обумовлює, по-перше, найбільш інтенсивну деформацію просадки шару ґрунту при замочуванні, по – друге, при цьому відсутнє замочування ґрунтів зон I і II , що суттєво зменшує непродуктивні витрати води та, що особливо важливо, зменшується радіус розтікання води в сторони.

З урахуванням цих визначень влаштовують дренажну систему: по контуру будівлі, споруди, а при необхідності і в підвальній частині бурять лідерні свердловини 1 на глибину h_2 із розрахунковим кроком t , облаштовують їх трубами 2 , які перфоровані в нижній частині, та занурені в ґрунт зони III . Діаметри лідерних свердловин назначають в залежності від розміру діаметра труб 2 , який має бути незначним, наприклад $20\dots 25$ мм, та умов забезпечення можливості тампонування зазору між стінками 3 і трубами 2 в забойній частині. Матеріал труб 2 підбирають за умови забезпечення довгострокової служби, наприклад ПХВ, адже дренажну систему доцільно залишити при необхідності на весь період експлуатації будівлі, споруди. До кожної свердловини підводять воду і забезпечують регулюючими та контролюючими пристроями 4 подачі води.



Рисунок 3.9 – Влаштування стрічкового бетонного фундаменту під експериментальний котедж

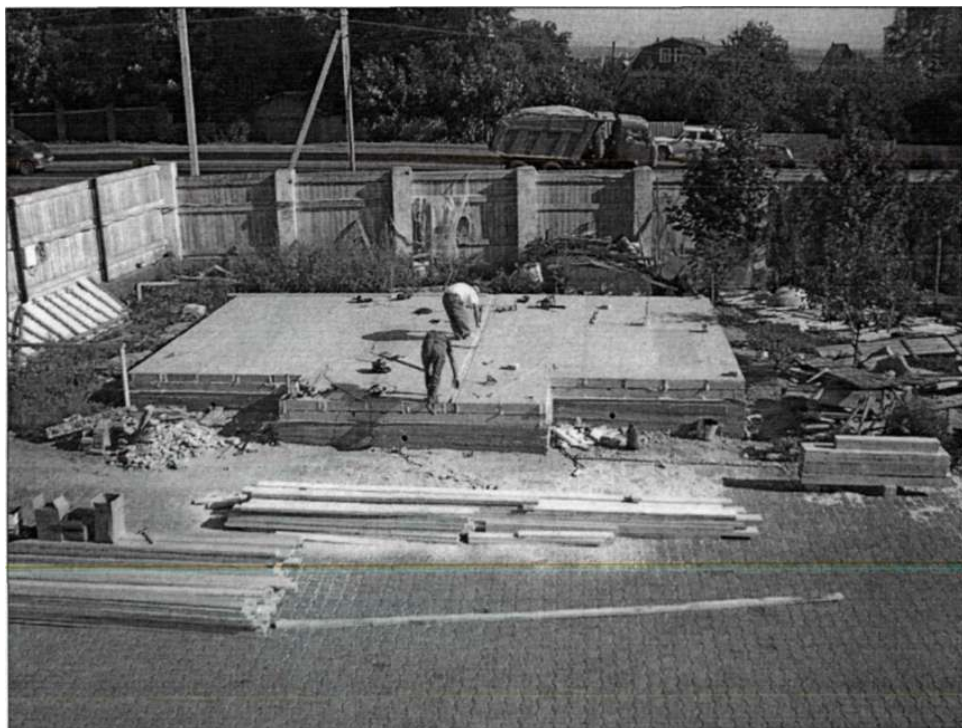


Рисунок 3.10 – Безкрановий монтаж панелей надпідвальних перекриттів з сендвіч-панелей вручну - основний будівельний процес в експериментальній технології

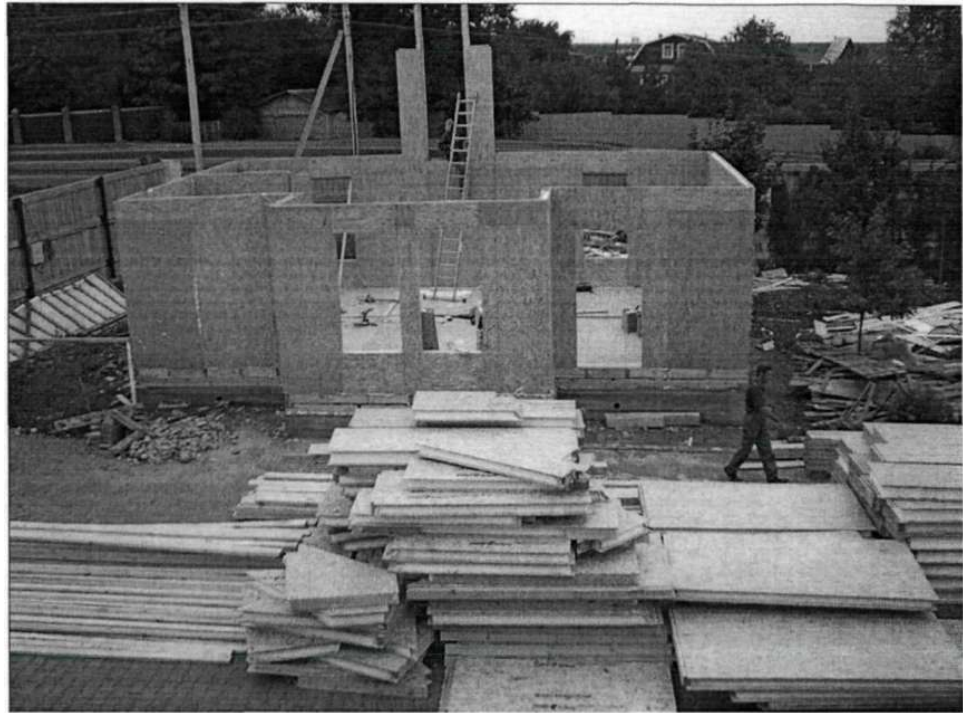


Рисунок 3.11 – Монтаж зовнішніх стінових панелей 1-го поверху з сендвіч-панелей 1,2 на м вручну, ланкою з 3-х робочих 2-го розряду в експериментальній технології



Рисунок 3.12 – Установка зовнішніх стінових панелей 2 поверху з сендвіч-панелей



Рисунок 3.13 – Установка панелей перегородок із сендвіч-панелей

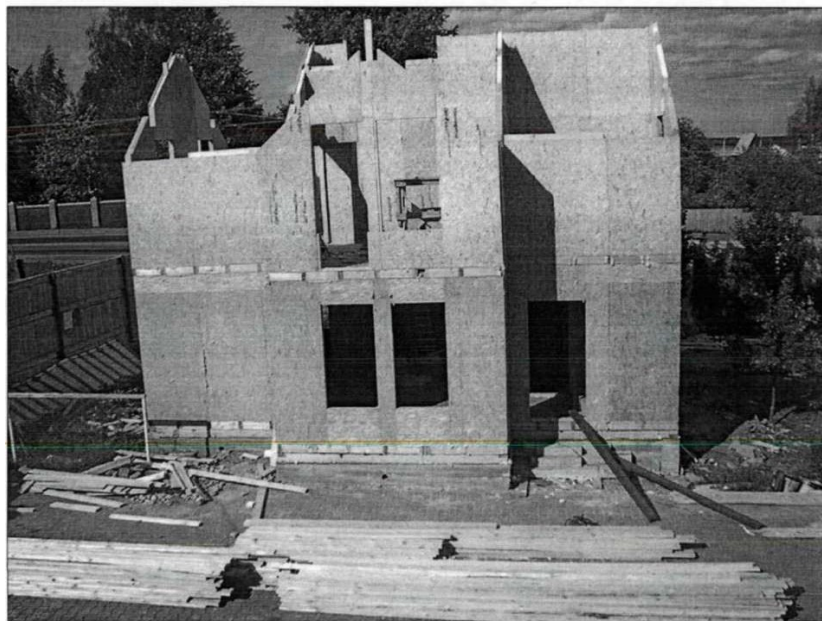


Рисунок 3.14 – Влаштування каркаса і стін горищного простору з сендвіч-панелей



Рисунок 3.15 – Влаштування даху та кровлі



Рисунок 3.16 – Зовнішнє оздоблення котеджу, зведеного за експериментальною технологією з швидкозбірних сендвіч-панелей

В залежності від визначеної потрібної епюри осідань фундаменту назначають технологію замочування шару ґрунтів зони III, яка забезпечить

деформації просідань ґрунтів цього шару відповідно до потрібної епюри E_n , регулюючи подачу води кранами 4 і контролюючи кількість подачі її водомірами. Найбільш інтенсивна подача води по трубах 2 має бути зі сторони торця АБ будівлі, споруди, якому необхідно задати максимальні осідання з поступовим зменшенням витрат води в напрямку торця СД будівлі, споруди, в залежності від інтенсивності зменшення необхідних осідань відповідно зі зміною лінії епюри ЕД. Теоретично при осіданні будівлі торця АВ на величину Δ осідання торця СД не повинно бути – це ідеальний випадок, але по різних причинах осідання торця імовірно можливо буде відбуватися. Тому важливо, щоб осідання торців будівлі відбувалися таким чином, щоб різниця між просадочними деформаціями S_1 і S_2 ущільненого шару внаслідок просадки ґрунтів відповідала необхідному осіданню Δ торця АБ. При цьому слід зазначити, що точність розрахунків процесу вирівнювання залежить від багатьох чинників – від якості інженерно-геологічних досліджень, від точності розрахунків просадочних деформацій, від процесу замочування та ін., тому не завжди може відбуватися потрібне осідання фундаментів по визначеній епюрі. Компенсатором можливої неточності розрахунків повинен бути моніторинг, за допомогою якого процес осідань до потрібного доводять шляхом управління процесом замочування ґрунтів. В процесі замочування ґрунтів основи будівлі, споруди, необхідно виконувати ретельний постійний моніторинг за осіданнями фундаменту, зміною крену будівлі та станом конструкцій. Моніторинг має бути як геодезичними засобами, так і автоматизованими [49]. По результатам геодезичної зйомки осадок регулярно будують епюри осідань фундаментів, аналізують процес вирівнювання і при необхідності корегують технологію замочування таким чином, щоб лінії епюр осідання були прямими для попередження деформацій прогину та вигину фундаментів. Теодолітною зйомкою та за допомогою електронно-виміральної системи [50] контролюють зміну нахилу будівлі.

Як зазначалося вище, принцип адресного замочування ґрунтів лише зони III просадочної товщі призводить до зменшення витрат води, для виклику необхідної величини деформації просідань і значного звуження зони її розтікання. На показано порівняння зон розтікання при замочуванні просадочних ґрунтів зверху і зони III. Як відомо, вода під гравітаційною дією розтікається під кутом розтікання β , при цьому зона розтікання в першому випадку буде a_1 , в другому випадку - a_2 . Із порівняльної схеми видно, що $a_1 > a_2$ і ступінь різниці залежить від глибини призначення зони III - h_2 , зі збільшенням h_2 зона розтікання зменшується.

Дослідженнями Варініченко Г.М. встановлено, що при обробці лесових і лесоподібних ґрунтів гарячою водою інтенсивність просадки різко підвищується. Це явище базується на принципі більш інтенсивного розчинення природних солей ґрунту від дії гарячої води, при цьому із підвищенням температури гарячої води збільшується кількість солей, які при замочуванні холодною водою не розчиняються.

В зв'язку з цим явищем нами запропоновано з метою збільшення ефективності метода вирівнювання нахилених будівель, споруд за рахунок суттєвого зменшення розтікання води в сторони і збільшення при цьому інтенсивності просадочних деформацій, адресне замочування шару ґрунту просадочної товщі в зоні III виконувати гарячою водою. На рис.3.4б показані порівнянні угли розтікання β_1 і β_2 відповідні зони розтікання a_1, a_2, a_3 звідки видно, що $\beta_1 < \beta$; $a_1 < a_2 < a_3$. Де $\beta_1; \beta_2; \beta_3$ - угли розтікання при замочуванні гарячою водою і холодною і відповідно a_1, a_2, a_3 - радіуси розтікання вологи.

Це значно збільшить можливість застосування даного методу усунення кренів будівель навіть на густо заселених територіях. Для вирівнювання будівель гарячу воду використовують із мережі теплозабезпечення житлових масивів. Враховуючи, що вартість гарячої води більша ніж холодної, рішення

Таблиця 3.1 – Порівняльний аналіз технологічних переваг розробленого методу монтажу індивідуальних житлових будинків і існуючих технологій

| № | Показник і технологічних переваг | Од. вим. | Види будівельних технологій | | | | | | |
|----|----------------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------|-------------------------|---|--|--|---|
| | | | традиційні | | | | Швидкокомтовані | | |
| | | | монолітний бетон | Цегляна кладка | Монтаж панелей з бетону | Пристрій каркаса і обшивка його утеплювачем | Монтаж дрібних сендвіч-панелей на болтах | Монтаж середніх сендвіч-панелей на накладках | Монтаж великих сендвіч-панелей (удоск. техн.) |
| 1 | Трудомісткість монтажу | чол.-ч/м ² | 20 | 10 | 5 | 3 | 1 | 0,4 | 0,2 |
| 2 | Ступінь заводської готовності | % | 50 | 60 | 70 | 75 | 80 | 85 | 95 |
| 3 | Трудомісткість демонтажу | чол.-ч/м ² | - | - | - | - | 1 | 0,5 | 0,2 |
| 4 | Вартість монтажу | грн/м ² | 3000 | 2000 | 1000 | 600 | 200 | 80 | 40 |
| 5 | Маса панелі | кг | 3000 | 3000 | 3000 | 200 | 150 | 300 | 100 |
| 6 | Розряд робочих | - | 5-6 | 5-6 | 4-5 | 3-4 | 3-4 | 3-4 | 1-2 |
| 7 | Догляд за конструкціями | - | + | + | + | + | - | - | - |
| 8 | Каркас панелі | - | ЗБК | ЗБК | ЗБК | дерево | дерево | дерево | сталь |
| 9 | Теплоізоляція | - | газобетон, кераміка | кераміка, газобетон | газобетон, кераміка | пінопласт | скловата | мін.вата | базальт. |
| 10 | Обшивка | - | штукатурка | штукатурка | навісний фасад | Проф.настил | фонера | фонера | сайдинг |

про впровадження методу вирівнювання нахилених об'єктів із застосуванням гарячої води приймається на базі техніко-економічного порівняння. В певних умовах даний метод вирівнювання може бути найбільш доцільним.

Відомі способи вирівнювання будівель, споруд шляхом часткової виїмки ґрунту з-під фундаментів, які можуть бути використані для ліквідації кренів об'єктів у регіонах із просідаючими ґрунтами, на підроблених територіях і ін.

В 1942 році Молчанов Т.А. запропонував спосіб усунення кренів димових труб, веж і інших споруд шляхом ослаблення їхніх основ з боку, протилежної кренам, похилими свердловинами з метою одержання однобічних осідань фундаментів, що зменшують крени споруд. Причому, свердловини нахилені до горизонту під кутом 18-20° (для лесових суглинків).

Для прискорення процесу повороту споруджень застосовується зволоження водою ґрунту через свердловини.

Інститутом «Гіпросільгосптахопром» разом з кафедрою основ і фундаментів Київського інженерно-будівельного інституту розроблена методика усунення кренів вищевказаним способом, що була застосована на ряді об'єктів, зокрема - елеваторів Київської обл., Харківської й Полтавської областей. Фундаменти споруд були виконані у вигляді суцільних залізобетонних плит. Ґрунтові основи складені лесовими суглинками різної потужності із проявом просадочних властивостей. Усунення кренів веж елеваторів здійснено шляхом похилого буріння свердловин в основі під фундаментами менш осілих частин споруд. Технологія впровадження робіт по вирівнюванню будинку, споруди полягає в наступному. Перед початком буріння влаштовується котлован до рівня підосви фундаментної плити. Котлован повинен мати ширину біля 6 м, що при глибині 2,5 - 3,0 м дасть можливість проводити буріння під оптимальним кутом до горизонту 18-20°. Якщо за місцевих умов влаштування котловану неможливе, буріння здійснюється з поверхні, але

при цьому збільшується довжина свердловин, загальний обсяг буріння. Крок буріння приймається рівним 200-300 мм. Буріння виконується ручним або механічним способами. При ручному бурінні застосовується комплект устаткування, що складається з легких штанг (водопровідні труби 3/4 дюйма) і наконечників типу: «стакан» - для суглинистих ґрунтів і типу «желонка» - для піщаних. Діаметр бурового наконечника підбирається відповідно до розрахунку, у межах 100-130 мм.

Видалення ґрунту з-під підосви фундаменту приводить до перерозподілу навантаження від маси споруди на меншу площу, що приводить до деформування свердловин і викликає додаткове осідання основи. З метою руйнування зводів і перемичок між свердловинами після буріння чергового ряду здійснюється заливання води в свердловини по всьому фронту буріння.

Способом похилого буріння [65] (Болотов Ю.К., Григор'єв Г.М. і ін.) декількома рядами паралельних свердловин проведені роботи по вирівнюванню елеватора в с. Александрівське Харківської області. По даним Київської філії інституту «Промзернопроект» силосний корпус внаслідок нерівномірності осідань ґрунтів основи мав відхилення від вертикалі в поперечному напрямку в середньому 732 мм, що становить крен $i = 0,024$ при допустимому $i = 0,004$. Усунення крену силосного корпусу виконувалося шляхом послідовного буріння похилих свердловин під кутом 15° до горизонту діаметром 200 мм, довжиною 12 м за допомогою бурового верстата БВУ-1 із пневматичним приводом, призначеним для буріння вугілля в гірничодобувній промисловості, що був переустаткований у Бюро впровадження НДІБК для роботи в траншеї або котловані. З цією метою було розроблене оснащення, що включає мобільний базовий візок і упорні пристрої. Конструкція базового візка забезпечувала буріння свердловин в 2 ряди по висоті без зміни рівня рейкового шляху, а також можливість буріння похилих свердловин. Тривалість робіт з вирівнювання корпусу

склала 3 місяці. Відхилення верху споруди було зменшено і досягло на 210-256 мм.

Відомий також спосіб вирівнювання будівель та споруд, розроблений у НДІБК (Шишко Г.Ф., Григор'єв Г.М.), що полягає в бурінні в основі фундаментів нахилених будівель декількох паралельних рядів похилих свердловин постійного діаметру по їхній довжині, змінного кроку, змінної довжини і у заливанні похилих свердловин водою, при цьому буріння всіх рядів свердловин здійснюється в напрямку знизу нагору. Буріння свердловин і їхнє заливання водою виконують, починаючи з найбільш осілого кута споруди. Цей спосіб вирівнювання споруд застосований при усуненні кренів силосних корпусів елеваторів [67].

Вище наведені способи усунення кренів будинків, споруд похилим бурінням ефективні у випадку вирівнювання об'єктів спеціального призначення, насамперед ємнісних, що мають можливість бути привантаженими при їхньому завантаженні, які мають високу жорсткість конструкцій, на фундаменті із залізобетонної плити, конструктивні елементи яких не зазнали інших окрім крену істотних деформацій. В інших випадках похиле буріння малоефективне, а в деяких випадках, наприклад, при вирівнюванні деформованих будинків гнучкої схеми, використання цих способів проблематично через низький ступінь керованості процесом вирівнювання.

У НДІ будівельного виробництва (м. Дніпропетровськ) розроблений спосіб вирівнювання будинків шляхом буріння похилих свердловин у частині основи «плями будинку», тобто ослаблення шару основи відбувається лише під частиною площини фундаментів будинку. Потім похилі свердловини заповнюють водою. У результаті замочування ґрунту навколо свердловин він розмокає, руйнується, заповнюючи свердловину. Повторною проходкою колоною шнеків ґрунт, що заповнював свердловину, видаляється на поверхню й свердловина знову заповнюється водою. Після повторного її заповнення зруйнованим ґрунтом роблять чергове чищення. У

результаті такої технології відбувається перерозподіл пластичних деформацій основи, які поступово поширюються під фундаментом, у результаті чого відбуваються нерівномірні осідання фундаментів і поворот будинку в необхідному напрямку. Крім зазначених вище недоліків, що стосуються вирівнювання будинків похилими свердловинами, необхідно вказати ще на один істотний недолік методу НДІБВ, який полягає в наступному. Ослаблення основи тільки під частиною фундаменту і його активного осідання в цій частині «плями» будинку може призвести до виникнення згинального моменту у фундаменті будинку й, отже, до виникнення або збільшення існуючих деформацій у конструкціях, що трапилось при вирівнюванні нахиленого 10-поверхового будинку №10 в мікрорайоні "Тополь-1" в м. Дніпропетровськ.

Враховуючи недоліки технології вирівнювання будівель похилими свердловинами робилися спроби послабити шар основи під фундаментом горизонтальними свердловинами постійних параметрів. Ю.М. Абелєв і М.Ю. Абелєв в своїй праці [60] наводять приклад вирівнювання нахиленої димової труби шляхом перфорації шару основи під фундаментом горизонтальними свердловинами постійного діаметру. Горизонтальні свердловини ослаблюють шар основи, але не забезпечують змінні осідання фундаментів. Тому для забезпечення нерівномірних осідань фундаменту в потрібному напрямку при усуненні крену димову трубу бандажували металевими конструкціями, до яких кріпили троси та за допомогою лебідок направляли димову трубу в необхідному напрямку. Через складність та недостатні керованість і безпеку такого способу вирівнювання він не знайшов широкого застосування.

Подальшими розробками методу горизонтального вибурювання ґрунту в основах нахилених будинків займалися в НДІБКук.т.н. Ю.К. Болотов і інженер А.П. Пулатов та інші [55]. Їхні дослідження були присвячені вивченню напружено-деформованого стану основи, ослабленої

вибурюванням ґрунту горизонтальними свердловинами постійного діаметру.

Отже, на даний час технологія вирівнювання нахилених будівельних об'єктів вибурюванням ґрунту із основи потребує удосконалення в напрямку забезпечення надійності, керованості, зменшення вартості, універсальності та спрощення робіт.

Із аналізу попередніх підрозділів витікає, що в практиці вирівнювання нахилених будівель, споруд існує достатня кількість методів, способів, технологій по вирішенню даної проблеми, що свідчить про її масштабність, складність та небезпечність. В той же час можна констатувати, що ефективного методу усунення кренів, який був би конкурентно спроможним в економічному, безпечному, надійному, багатофункціональному та інших планах не існує.

При розробці інноваційної технології вирівнювання нахилених будівель, споруд ми керувались наступною концепцією. Усунення кренів будівельних об'єктів має виконуватись без зупинки їх функціонування. Особливо це стосується житлових комплексів через, по-перше, відсутність, як правило, переселенческого фонду, а по-друге, переселення людей, навіть тимчасове, тягне за собою значні соціальні проблеми. Такий підхід при вирішенні даної проблеми потребує насамперед безпечності як для проживаючих мешканців при усуненні кренів будівель без відселення, так і для виконавців робіт. Однією із умов по забезпеченню безпечності має бути відсутність прикладених зосереджених зусиль до будівлі чи споруди під час її вирівнювання. Розроблені технологічні процеси при усуненні крену не повинні збільшити деформований стан будівлі. Нерівномірні технологічні осідання фундаментів, які задаються в процесі вирівнювання, мають відбуватися за рахунок нерівномірної керованої деформації стиску шару основи певної товщини. Інші чинники безпеки розроблювальної технології вирівнювання будівель, споруд будуть розкриті в подальших розділах при висвітленні відповідних технологічних процедур.

Важливим елементом розроблювальної інноваційної технології є те, що вона повинна бути універсальною. Під універсальністю розуміється декілька факторів: по-перше, метод має забезпечити усунення кренів різних напрямків – поздовжніх, поперечних, складних(одночасно в двох напрямках); по-друге, має забезпечити вирівнювання нахилених будівельних об'єктів різних форм в плані (призматичних, круглих та ін.); по-третє, використання методу в різних ґрунтових умовах, у т.ч. у водонасичених ґрунтах.

Необхідно акцентувати на наступному. Успішне вирівнювання нахилених будівель повинно базуватись на достовірних даних по інженерно-геологічним умовам площадки деформованого об'єкту, на професіональних розрахунках технологічного процесу вирівнювання і розробці проекту, на чіткому виконанні проектних рішень в процесі усунення крену та ін. Але на кожному із цих етапів по різним об'єктивним та суб'єктивним причинам можливі відхилення від теоретичних вимог. Наприклад, виконати достатній об'єм геологічних досліджень в „платні” під існуючою будівлею, де в основі ґрунти можуть різнитися по щільності, вологості та ін., практично неможливо, що може відобразитись на точності розрахунків осідань фундаментів. При виконанні робіт також можуть виникати різні непередбачувані ситуації, наприклад, в основі можливі включення будівельного сміття, чи лінзи сильно замоченого ґрунту, які призводять до відхилення від нормального процесу вирівнювання. В зв'язку з цим при розробці методу усунення кренів повинні бути передбачувані чіткі, надійні компенсатори таких відхилень. Такими компенсаторами мають бути технології регулювання процесів осідань фундаментів, які б забезпечили прискорення, призупинення, корегування напрямку осідань та інші технологічні чинники.

Отже, враховуючи вище викладене приймаємо, що об'єктом впливу при усуненні крену являється не конструкція коробки будівлі, споруди, а шар ґрунту основи, якому необхідно задати змінні параметри стиску цього шару шляхом регульованої часткової виїмки ґрунту, яка може виконуватися

різними технологіями - пропилом, вимивом та ін., але найбільш технологічним прийомом є буріння свердловин. При цьому згідно патентів України та Польщі свердловини мають бути горизонтальними змінних параметрів – діаметрів, кроків, довжин, кількість ярусів (рядів по вертикалі), які б забезпечили стиск перфорованого шару основи необхідної закономірності, як по напрямку, так і по величині адекватних, необхідній закономірності параметрів осідань фундаменту. При цьому слід зазначити перевагу часткової виїмки ґрунту горизонтальними свердловинами змінних параметрів в порівнянні із похилими свердловинами, яка полягає в наступному. По-перше, горизонтальні свердловини перетинають шар ґрунту із практично ідентичними властивостями, дотримується однакова відстань від подошви фундаменту по всій довжині свердловини, зменшується об'єм буріння; по-друге, змінні параметри свердловин досить добре забезпечують прогнозування потрібних осідань фундаментів як по величині, так і по напрямку, що суттєво спрощує методика розрахунків технологічних параметрів вирівнювання, підвищує керованість процесу усунення кренів. Загалом всі ці переваги значно підвищують ефективність методу вирівнювання нахилених будівельних об'єктів.

3.3 Експериментальне будівництво та обґрунтування оптимальних технологічних параметрів вдосконаленого методу зведення індивідуальних модульних будинків

До будівель призматичної форми відносяться житлові, цивільні, промислові та інші будівлі з розташуванням фундаментів в основному у двох взаємно перпендикулярних напрямках, моменти інерції яких направлені в двох напрямках. Призматичні будівлі можуть мати три види

крену - поздовжні, поперечні і одночасно у 2-х напрямках - складні. Нами розроблені способи ліквідації крену всіх трьох видів.

Крен будівель або споруд є наслідком нерівномірних осідань фундаментів, які викликані нерівномірними деформаціями основ внаслідок негативного техногенного впливу на властивості ґрунтів. Нерівномірні осідання будівель часто викликають деформації будівельних конструкцій у вигляді тріщин, відносного зсуву конструкцій з опорних поверхонь, перекосів дверних і віконних прорізів іт.д. Для попередження збільшення деформацій будівельних конструкцій і будівель в процесі вирівнювання епюра нерівномірних технологічних осідань фундаментів, необхідних для вирівнювання об'єктів, повинна мати форму трикутника, тобто закономірність зміни осідань повинна відбуватися по лінійній епюрі від нуля до максимальної величини для повернення будівлі у вертикальне положення.

Прямолінійність зміни епюри осідань, що задаються, може бути забезпечена за умови, що осідання крайнього ряду фундаментів, з боку частини будівлі, що менш осіла, будуть в 2 рази більше осідань середнього ряду у разі стрічкових або стовпчастих фундаментів. При варіанті плитних фундаментів аналогічно - осідання крайнього обрізу фундаменту повинно бути в 2 рази більше осідання середини фундаменту. Таке співвідношення осідань фундаментів можливе при відповідній зміні параметрів горизонтальних свердловин, якими проводиться перфорація шару основи. Оскільки напруги в ґрунтовій товщі основи від ваги будівлі змінюються по відомій криволінійній закономірності [52] з максимальним значенням під подошвою фундаментів, зменшуючись по глибині, то для ефективнішого руйнування ціликивґрунту між свердловинами їх буріння необхідно проводити безпосередньо під фундаментами, тобто в зоні максимального тиску на ґрунт основи. Якщо максимальне значення необхідних осідань не забезпечується одним рядом свердловин, необхідно бурити декількапаралельних рядів по висоті, при цьому свердловини в суміжних рядах розташовують зі зміщенням на половину кроку, тобто в шаховому

порядку. Всі ряди свердловин необхідно виконувати в зоні активних деформацій.

Для буріння горизонтальних свердловин необхідно відрити котлован на глибину нижче за підшву фундаменту на 0,5 - 1,0 м. При цьому необхідно перевіряти укіс котловану на стійкість, при недостатній стійкості його необхідно підсилити, наприклад перфорованою підпірною стіною або вертикальними армуючими елементами бурозмішувальною технологією. Буріння горизонтальних свердловин в шарі основи під підшвою фундаментів проводять спеціальними буровими станками відповідно до проекту по розрахункових параметрах. Фронт буріння свердловин розбивають на ділянки, кількість яких відповідає наявності бурових станків. При цьому необхідно мати на увазі - чим більше ділянок, тим плавніше змінюється жорсткість перфорованої основи і тим плавніше змінюються осідання фундаментів без перегибів. Буріння свердловин починають одночасно на всіх ділянках в певній послідовності залежно від кількості бурових станків. Наприклад, за наявності 4 і більше станків свердловини можна бурити через одну, спочатку непарні в напрямі зліва направо, потім у зворотному напрямі парні. Якщо кількість станків 3, то спочатку бурять кожену четверту свердловину в одному напрямі, потім через одну у зворотному напрямі.

Як було сказано раніше, будівлі і споруди можуть піддаватися крену в різних напрямках. Для ліквідації різних видів крену розроблені відповідні способи на рівні винаходу (Патент №65455А «Спосіб вирівнювання будівель, споруд»).

Технологічна схема вирівнювання в поперечному напрямку показана. Для вирівнювання будівель в поперечному напрямку відривають котлован з боку фундаментів, що менш осіли, уздовж будівлі. Для забезпечення життєдіяльності мешканців для переходу через котлован над ним встановлюють місток.

На дні котловану монтують рейкові напрямні для переміщення і кріплення станків горизонтального буріння. Ослаблення шару ґрунту під плямою будівлі, з метою отримання деформацій основи і відповідних осідань фундаментів по трикутній епюрі свердловини бурять змінного перетину упоперек будівлі, тобто ступінчасті (змінного діаметру по довжині) з розрахунковими параметрами по захваткам і в певній послідовності, що забезпечує поступове пропорційне зниження жорсткості шару основи. При цьому довжина свердловин складає приблизно $3/4$ ширини будівлі, тобто свердловини повинні виходити на 3 - 3,5 м за межі середньої стрічки фундаментів або середини плитного фундаменту. Осідання фундаментів у поперечному напрямку по епюрі у вигляді трикутника відбувається за рахунок перерозподілу пластичних деформацій ґрунту перфорованого шару основи.

Після закінчення буріння проектного об'єму свердловин приступають до регулювання осідань фундаментів і, відповідно контркрону будівель, споруд як по величині, так і по напрямку. Технології і порядок регулювання осідань приведені в наступних розділах.

У разі поздовжнього крену будівлі або споруди котлован відривають залежно від можливості, більш раціональним є улаштування котловану з боку торця будівлі, що менше осів. Якщо відкопування котловану в торці будівлі неможливе, наприклад, із-за блокування з суміжними блок-секціями або будинками, то котлован відривають уздовж фасаду будівлі. При цьому враховують наступні чинники: вологістний стан ґрунтів, розташування комунікацій, зручність проживання людей в процесі вирівнювання будівлі, оскільки однією з поставлених умов є розробка такої технології ліквідації крену, яка забезпечить виконання робіт без відселення мешканців. При високій вологості ґрунту (більше 20%), коли значно ускладнюється буріння свердловин, котловани влаштовують з обох фасадів (головного і дворового). При вологості до 20% - з одного, переважно, з головного фасаду, де менше комунікацій, оскільки випуски каналізації частіше розташовані з дворового

фасаду, крім того, таке розташування котловану не заважає нормальній життєдіяльності людей, немає необхідності в забезпеченні перехідним містком. Ослаблення основи в зоні активних деформацій виконують залежно від місця відкопки котловану таким чином:

- при влаштуванні котловану з торця будинку - бурінням ступінчастих свердловин уздовж будівлі з постійним розрахунковим кроком по всьому фронту буріння. Довжина свердловин при цьому дорівнює відстані до передбачуваної лінії повороту будівлі;

- при влаштуванні двох котлованів уздовж будівлі з обох фасадів – бурінням уперек будівлі горизонтальних свердловин постійного перетину із змінними розрахунковими кроками і діаметрами. При цьому довжина фронту буріння дорівнює відстані від передбачуваної лінії повороту до зовнішнього обрізу фундаментів

будівлі, що менше осіли. Змінні параметри буріння (діаметр і крок свердловин, а також кількість рядів) визначаються розрахунком за умови тотожності прогнозованих (розрахункових) і необхідних осідань фундаментів по трикутній епюрі на кожній ділянці фронту буріння. Буріння свердловин ведуть одночасно з двох котлованів уперек будівлі комплектом станків назустріч один одному в певній послідовності по захватках. Довжина кожної свердловини при цьому рівна половині ширини будинку, збільшеної приблизно на 0,5 м;

- при влаштуванні котловану уздовж одного з фасадів будинку - бурінням горизонтальних свердловин з ідентичними розрахунковими параметрами як і у варіанті буріння свердловин з двох котлованів, за винятком довжини свердловин, яка в даному випадку рівна збільшеному на 1 м відстані між зовнішніми обрізами поздовжніх фундаментів будівлі.

Технологічна схема ліквідації поздовжнього крену для варіанту буріння свердловин з одного котловану уздовж головного фасаду показана. Осідання фундаментів уздовж будівлі по трикутній епюрі досягаються бурінням свердловин уперек будівлі за межі фундаментів постійного

перетину по довжині свердловин із змінними діаметрами і кроками по фронту буріння, тобто уздовж будівлі. При цьому діаметри свердловин зменшуються в напрямку від торця будівлі, що менш осів, до того, що більш осів, тобто $d_1 > d_n > d_{n+1}$, а кроки навпаки - збільшуються: $t_n < t_{n+1}$. Довжина фронту буріння дорівнює довжині будівлі, збільшеній на один крок свердловин з боку торця, що менш осів. Така схема буріння свердловин по розрахункових параметрах забезпечує зміну осідань по лінійній епюрі від максимальних значень в торці будівлі, де діаметри свердловин найбільші. Після закінчення буріння приступають до регулювання осідань за такою ж технологією, як і при усуненні поперечного крену. Впродовж всього періоду вирівнювання за даними регулярного геодезичного нівелювання будують епюри осідань фундаментів, які повинні мати форму трикутника в поздовжньому напрямі будівлі.

Для вирівнювання будівель і споруд, що мають відхилення близьке до діагоналі, котлован відривають з будь-якої можливої сторони, переважно уздовж фундаментів, що менш осіли, перпендикулярно вектору відхилення будинку від вертикалі з більшою величиною складової вектора, або з 2 фасадів з боку кута, що менше осів. Задавання технологічних деформацій основи, необхідних для отримання нерівномірних осідань фундаментів по складній епюрі, яка при вирівнюванні складного крену матиме форму трапеції, здійснюють шляхом ослаблення шару одним або кількома рядами горизонтальних ступінчастих свердловин зі змінними розрахунковими параметрами буріння - кроком, діаметром і довжиною свердловин, що забезпечують необхідні нерівномірні осідання фундаментів одночасно в двох напрямках і поворот будівлі близькому до діагоналі. Буріння свердловин також виконують по захваткам і в певній послідовності, що виключає появу зон концентрацій вертикальних напруг під «плямою» будівлі. Після закінчення буріння свердловин приступають до регулювання осідань, забезпечуючи прямолінійність лінійтрапецевидної форми епюри осідань. При вирівнюванні будівель з різними видами крену буріння горизонтальних

свердловин необхідно виконувати строго по розрахункових параметрах. У разі неможливості виконати буріння відповідно до проекту, наприклад із-за включення в якій-небудь частині основи в «плямі» механічних перешкод, необхідно аналізувати ситуацію і ухвалити адекватне рішення по компенсації ослаблення цього фрагменту основи, що можливо або за рахунок виготовлення додаткового фрагменту котловану і додаткового буріння, або локального заглиблення котловану і буріння нижче під перешкодою, або за рахунок застосування комбінації запропонованих способів регулювання осідань, або інших логічних рішень.

Після виконання буріння проектного об'єму свердловин приступають до управління процесом вирівнювання об'єкту шляхом застосування того або іншого варіанту із запропонованого комплексу способів регулювання осідань або їх комбінацій, які будуть наведені в послідуєчих розділах, домагаючись величини потрібних осідань, необхідного вектору переміщення будівлі, споруди, пряmolінійності ліній епюр зміни осідань, поступової і плавної зміни осідань для попередження посилення деформованого стану.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз нормативно-технічної бази та досліджень українських та зарубіжних учених у галузі сучасного малоповерхового будівництва виявив, що можливості розвитку нормативно-технічної бази стосовно нових конструктивно-технологічних рішень та технологій обмежені через нечисленні експериментальні дослідження та статистичні дані, в тому числі у узагальнено систематизованому вигляді.

2. Розроблене конструктивно-технологічне рішення малоповерхового модульного житлового будинку з сендвіч-панелей передбачає скорочення трудомістких процесів складання елементів при зведенні на будівельному майданчику за рахунок особливостей з'єднання шарнірних вузлів трансформованої конструкції.

3. Визначено технологічні параметри зведення модульних малоповерхових будівель з урахуванням конструювання та особливостей складання вузлів сполучення сендвіч-панелей, розрахункового кількісного складу ланки монтажників, використаних засобів механізації.

4. Виявлено основні чинники і закономірності, що впливають на оптимізацію технологічних режимів зведення індивідуальних житлових будинків з індустріальних сендвіч-панелей: зниження трудомісткості і вартості монтажу від: збільшення розмірів, ступеня заводської готовності і маси панелей; зниження трудомісткості пристрою вузлів з'єднань; скорочення тривалості будівництва від підвищення: кількості і кваліфікації робітників у ланці, змінності і ступеня механізації робіт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Абрамов Л.И., Манаенкова Э.Ф. Организация и планирование строительного производства. Управление строительной организацией: учеб. для вузов. Київ, 1990. 400 с.
2. Абелев М.Ю. Аварии фундаментов сооружений: учеб. пособие. Київ, 1975. 85 с.
3. Альбом усовершенствованных железобетонных конструкций для капитального ремонта жилых домов. Київ, 1988. 100 с.
4. Андрушкявичюс А. З. Методы комплексной реконструкции исторического центра старого города : дис. ... канд. техн. наук: 05.23.08 / Вильнюс, 1984. 212 с.
5. Андре К. Досвід реконструкції центрів: довідник. Харків, 2000, 44 с.
6. Атаєв С.С., Данилов М.М., Прикіна Б.В. Технологія будівельного виробництва: навч. посіб. Київ : Недра, 2001. 599 с.
7. Афанасьев А.А. Возведение зданий и сооружений из монолитного железобетона: учеб. пособие. Київ : СИ, 1990. 376 с.
8. Бешелев С.Д., Гуревич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок : учеб. пособие. Київ: Статистика, 1980. 163 с.
9. Борисов В.І. Проблеми векторної оптимізації. *Дослідження операцій*. Київ : Наука, 2005. С. 72-91.
10. Брахман Т.Р. Багатокритеріальної і вибір альтернативи в техніці: навч. посіб. Харків : Радио и связь, 2001. 288 с.
11. Брук Б.Н., Бурков В.Н. Методы экспертных оценок в задачах упорядочения объектов. *Изв. АН СССР*, 1972. № 3. С. 29-39.
12. Бубес Е.Я., Попов Г.Т., Шарлигіна К.А. Оптимальне перспективне планування капітального ремонту та реконструкції житлового фонду : навч. посіб. Київ : КНУБА, 2008. 190 с.

13. Булгаков С.Н. Технологичность бетонных конструкций и проектных. решений: учеб. пособие. Київ : СИ, 2005. 303 с.

14. Вилкас Э. Теория полезности и принятие решений. *Математические методы в социальных науках*. Вильнюс, 2001. Вып.1. С.13-60.

15. Вилкас Э. Многоцелевая оптимизация. *Математические методы в социальных науках*. Вильнюс, 2002. Вып.7. С.17—67.

16. Глотов В.А., Гречко В.М., Павельев В.В. Экспериментальное сравнение некоторых методов определения коэффициентов относительной важности. *Многокритериальные задачи принятия решений*. Киев: Машиностроение, 2005. С.156-168.

17. Де Гроот М. Оптимальные статистические решения: пер. с англ. Київ : Мир, 2003. 491 с.

18. Євланов Л.Г. Теорія і практика прийняття рішень : навч. посіб. Харків : Економіка, 1984. 176 с.

19. Євланов Л.Г., Кутузов В.А. Експертні оцінки в управлінні : навч. посіб. Київ : Економіка, 2002. 133 с.

20. Емельянов С.В., Ларичев О.И. Многокритериальные методы принятия решений : метод.ук. Київ : Знание, 1985. 32 с.

21. Завадскас Э.К. Комплексная оценка и выбор ресурсосберегающих решений в строительстве : уч. пособие. Вильнюс : Мокслас, 2010. 210 с.

22. Завадскас Э.К. Основы оптимизации строительного производства. - Вильнюс, 1979. - 76 с.

23. Інструкція по розробці проектів організації і проектів виробництва робіт з капітального ремонту житлових будинків. Київ, 1995. 19 с.

24. Колотілкін Б.М. Долговечность житлових будинків: навч. посібник. Київ: СІ, 2003. 254 с.

25. Краснекер А.С. Задачи и методы векторной оптимизации. *Измерения, контроль, автоматизация*. 1975. №1, вып.3. С.51-

26. Кутуков В.Н. Реконструкція будівель: навч. посібник. Київ : ВШ, 2008. 263 с.
27. Макаров И.М., Виноградская Т.М. Теория выбора и принятия решения : уч. пособие. М. : Наука, 1982. 327 с.
28. Матвеев Е.П. Технологія реконструкції житлових будівель методом вбудованих будівельних систем : дис...канд.техн.наук : 05.23.08 /Одеса:ОДАБА, 2005. 286 с.
29. Мешічек В.В., Ройтман А.Г. Капітальний ремонт, модернізація та реконструкція житлових будинків: навч. посібник. Київ : СІ, 2005.241 с.
30. Миловидов Н.Н., Осин В.А., Шумилов М.С. Реконструкція житлової забудови. Київ,2000. 240 с.
31. Михалко В.Р. Ремонт конструкцій великопанельних будинків. Київ.: СІ, 2000. 311 с.
32. Монфред Ю.Б., Финельд В.П. Рекомендації з аналізу технологічності серій типових проектів будівель ТЕС. Харків : 1995. 89 с.
33. Нейман Д. фон, Моргенштерн 0. Теория игр и экономическое поведение : Пер. с англ. Київ : Наука, 1970. 707 с.
34. Ніколаєв С. В. Збірний залізобетон: вибір технологічних рішень. Дніпро, 1999. 240 с.
35. Олейник П.П., Фомиль Л.Ш. Інженерна підготовка території будівельного майданчика промислового підприємства : навч. Посібник. Київ. :СІ, 2006. 240 с.
36. Олейник П.П. Удосконалення організації будівельного виробництва.*Промислове будівництво*. Харків : 1999. № 9 с. 14 - 15.
37. Олійник П.П.Вибір раціональних організаційних рішень для реконструкції підприємств.*Економіка будівництва*. Київ : 1993. № 3. с.20 - 25.
38. Онуфриев Н.М. Посилення залізобетонних конструкцій промислових будівель і споруд. Львів, 1998. 342 с.
39. Организация, планирование и управление строительством / Под

ред. А. К. Шрейбера. Київ:ВШ, 1977. 352 С.

40. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальні рішення багатокритеріальних задач. Київ : Наука, 2003. 254 с.

41. Подиновский В. В. Об относительной важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений. *Многокритериальные задачи принятия решений*. Київ : Машиностроение, 1978. С. 48-82.

42. Поляков Е.В. Реконструкція та ремонт житлових будинків: навч. посібник. Київ : НЕДРА, 1997. 192 с.

43. Попов Г.Т., Бурак Л.Я. Технічна експертиза житлових будинків старої споруди. Львів : СІ, 2003. 254 с.

44. Проблемы социально-экономической эффективности реконструкции кварталов и микрорайонов в больших городах / Е.М.Блех, А.Ю.Жданькова, Е.Я. Сокова. Київ : МГЦНТ, 1982.23 с.

45. Б. Гольдин, В.Л.Вольфсон, А. И. Папков.Виробництво ремонтно-будівельних робіт: довідник. Львів : СІ, 2010. 238 с.

46. Рекомендации по рациональному применению железобетонных конструкций при капитальном ремонте жилых зданий. Київ : СИ, 1989.

47. Ройтман А.Г., Смоленська Н.М. Ремонт і реконструкція житлових і громадських будівель. Харків, 2003. 317 с.

48. Ройтман А.Г. Надійність конструкцій експлуатованих будівель. Харків : СИ, 2003. 176 с.

49. Ройтман А.Г. Оптимизация технических решений ремонта конструкций эксплуатируемых жилых зданий : Консп.лекций /ЦМИПКС. Київ: 1999.29 с.

50. Соколов В.К. Реконструкція будівель ТЕС: навч. посібник. Київ, 2003. 204 с.

51. Тимохов Г.Ф. Модернізація житлових будинків. К. : СІ, 2000. 191 с.

52. Вказівки по технології ремонтно-будівельного виробництва. Кн.1 : Загальнобудівельні роботи / Під общ.ред. С.Д.Хі- Мунін.Київ : СІ, 2005. 432 с.

53. Швець В.Б., Фёклін В.І., Гінзбург Л.К. Посилення і реконструкція фундаментів. Харків : СІ, 2002. 203 с.
54. Шрейбер А.К. и др. Организация и планирование строительного производства. Київ : ВШ, 1987. 368 С.
55. Шрейбер К.А. Многокритериальная оценка проектов реконструкции жилых зданий. *Передовой опыт в строительстве Москвы*, No 6. Київ : 1986.
56. Шрейбер К.А. Варіантне проектування при реконструкції будівель ТЕС. Харків : СІ, 2006. 232 с.
57. Шумилов М.С. Будівлі ТЕС та їх технічна експлуатація. К: ВШ, 2005. 376 с.
58. Яворский В.Г. Монтаж строительных конструкций при реконструкции зданий: уч.пос. Киев : Будівельник, 2001. 233 с.
59. Bernoulli D. Specimen theoriae novae de mensura sortis. *Comentarii Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae*, 1738, 5, pp. 175-192.
60. Mesarovic M.D. Multilevel concept for systems engineering, Proc. Systems Eng. Conf., Chicago, 111, 1965.
61. Oxley R., Poskitt J. Management techniques applied to the construction industry. London, Toronto, New York : Crosby Lockwood Staples Graduate Publ. 1979.