МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
імені Ю.М. ПОТЕБНІ

КАФЕДРА МІСЬКОГО БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ
(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота (проєкт)

магістр
(рівень вищої освіти)

на тему Забезпечення експлуатаційних показників панельних будівель під час ремонту міжпанельних швів

Виконав: студент 2 курсу,групи 8.1923-мопа-дн
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія
(код і назва спеціальності)
освітньої програми Містобудування та об'ємно-просторова архітектура
(назва освітньої програми)
Ес-Саіфі Мохаммед-Ріда
(ініціали та прізвище)

Керівник доц., к.т.н, Савін В.О.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)
Рецензент доц., к.т.н, Фостащенко О.М.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя
2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
імені Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра міського будівництва і архітектури
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
(код та назва)
Освітня програма Містобудування та об'ємно-просторова архітектура

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри _____
«01» 10 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЄКТ) СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Ес-Саіфі Мохаммеду-Ріді
(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи (проєкту) Забезпечення експлуатаційних показників панельних будівель під час ремонту міжпанельних швів

керівник роботи доц., к.т.н, Савін В.О.,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом ЗНУ від «30» 09 2024 року № 1486-с .

1 Строк подання студентом роботи 01.02.2025

2 Вихідні дані до роботи Актуальність обраного напрямку досліджень, значимість у сучасному житті, можливість розвинення проблематики, перспективи впровадження майбутніх досягнень, мета роботи, завдання до виконання обраних досліджень, об`єкт досліджень, предмет досліджень, передбачувані методи виконання досліджень

3 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Літературний огляд. Аналіз комп'ютерного моделювання в ПК ЛІРА САПР зовнішнього шару тришарової огороджувальної конструкції. Визначення лінійних деформацій під температурними впливами.Аналіз експериментальних даних шляхом проведення випробувань монтажної піни (пінополіуретан) на розтягування та стиснення, що моделює період експлуатації.

4 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Презентація із результатами аналітичних обґрунтувань наукового напряму досліджень, результатами експериментальних досліджень, результати розрахунків із застосуванням сучасних інформаційних методів досліджень

5 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Савін В.О.		
2	Савін В.О.		
3	Савін В.О.		

6 Дата видачі завдання 01.09.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Прим
1	Літературний огляд	01.10	
2	Розділ 1	01.11	
3	Розділ 2	15.11	
4	Розділ 3	01.12	
5	Розробка графічної частини	15.12	
6	Оформлення роботи	15.01	
7	Попередній захист	01.02	

Студент _____ (підпис) Ес-Саіфі Мохаммед-Ріда (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проєкту) _____ (підпис) Савін В.О. (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ (підпис) Гребенюк І.В. (ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Ес-Саіфі Мохаммед-Ріда. Забезпечення експлуатаційних показників панельних будівель під час ремонту міжпанельних швів.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 - Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник В.О. Савін. Інженерний навчально-науковий інститут імені Ю.М. Потебні ЗНУ, кафедра міського будівництва і архітектури, 2025.

У роботі отримані експериментальні дані шляхом проведення випробувань монтажної піни (пінополіуретан) на розтягування та стиснення, що моделює період експлуатації. Дано оцінку працездатності заповнення гирла міжпанельного. шва яка базується на теоретичних даних комп'ютерного моделювання із зіставленням отриманих даних під час візуального та інструментального обстеження.

Ключові слова: ГИРЛО ШВА, ПІНОПОЛІУРЕТАН, СТІНОВА ПАНЕЛЬ, СЕРІЯ 121, КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ВИПРОБУВАННЯ ЗРАЗКІВ.

ABSTRACT

Es-Saifi Mohammed-Rida. Ensuring the Performance Indicators of Panel Buildings During the Repair of Inter-Panel Joints.

Qualifying graduation thesis for obtaining a master's degree of higher education in the specialty 192 - Construction and civil engineering, academic supervisor V.O. Savin. Engineering Educational and Scientific Institute named after U.M. Potebny ZNU, Department of Urban Construction and Architecture, 2025.

The work obtained experimental data by testing the mounting foam (polyurethane foam) for tension and compression, which simulates the period of operation. An assessment of the performance of filling the mouth of the interpanel

seam is given, which is based on theoretical data from computer modeling with a comparison of the data obtained during visual and instrumental examination.

Key words: SEAM THROAT, POLYURETHANE FOAM, WALL PANEL, SERIES 121, COMPUTER MODELING, SAMPLE TESTING.

ЗМІСТ

	ВСТУП…….	7
Розділ 1	АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ МІЖПАНЕЛЬНИХ ШВІВ ПАНЕЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ ……..	10
1.1	Огляд будівництва панельних будинків……	10
1.2	Методики рішень герметизації міжпанельних швів……	21
1.3	Застосовувана технологія……...	23
1.4	Висновки щодо розділу 1…….……..	24
Розділ 2	КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ТА КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МІЖПАНЕЛЬНОГО ШВА……	25
2.1	Конструктивні рішення…….……..……..……..……..…….	25
2.2	Організація та технологія виконання робіт ……..	28
2.3	Контроль якості…….……..……..…….	29
2.4	Комп'ютерне моделювання міжпанельного шва……..	30
2.5	Висновки щодо розділу 2……	37
Розділ 3	ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МОНТАЖНОЇ ПІНИ НА РОЗТЯГУВАННЯ ТА СТИСНЕННЯ…...……..…..…..…..…...	38
3.1	Випробування монтажної піни……...	38
3.2	Візуальне обстеження……..	47
3.3	Інструментальне обстеження……...…...…...….	51
3.4	Рекомендації щодо забезпечення експлуатаційних показників під час ремонту міжпанельних швів…….	64
3.5	Висновки щодо розділу 3……	74
ОСНОВНІ ВИСНОВКИ……		75
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ……..		77

ВСТУП

Актуальність роботи. На сьогоднішній день в Україні значну частину збудованих житлових об'єктів становлять панельні будинки. Панельне домобудування є найбільш швидкомонтованим за рахунок механізованого процесу. Вартість будівництва панельного будинку на 25-35% дешевше ніж цегляне і на 50-60% дешевше монолітно-каркасного домобудівництва, що робить житло більш доступним.

У середині 70-х років на зміну п'ятиповерховому панельному домобудуванню приходять будинки з поверховістю в 9 та 16 поверхів з побутовою назвою «брежнівки».

Настільки високому відсотку будівництва сприяв технологічний процес панельного домобудування, який був найшвидшим методом будівництва, за рахунок виготовлення всіх несучих та огороджувальних конструкцій механізованим способом на території заводу, що дозволило в найкоротші терміни звести не лише окремі будівлі, а й цілі квартали.

Отже, питання забезпечення ефективності їх під час експлуатації нічого не винні стояти дома.

Зведена будівля повинна забезпечувати ефективне та економічне витрачання енергетичних ресурсів та підтримувати необхідні параметри мікроклімату приміщень, даній вимогі необхідно приділити особливу увагу, оскільки почастішала проблема з промерзанням зовнішніх конструкцій, що захищають панельних будівель. Відповідальним елементом при будівництві та експлуатації є міжпанельні шви. Основними критеріями, що пред'являються до конструкції шва, є цілісність, працездатність герметизації та низька теплопровідність. При порушенні технології герметизації швів можуть виникнути області замокання, тріщини та відшарування по конструкції панелі.

Наслідком дефектів, що утворилися, є промерзання, виникнення конденсату на внутрішній поверхні огороджувальних конструкцій і поява грибкових утворень, що призводить до невідповідності даного житла

санітарно-гігієнічним вимогам.

Вразливим місцем при втраті тепла з житлових приміщень в будівлях панельного типу є міжпанельні стики, які повинні забезпечувати опір теплопередачі не нижче значення опору теплопередачі для зовнішніх конструкцій, що захищають.

Таким чином необхідно розробити заходи щодо забезпечення експлуатаційних показників панельних будівель при ремонті міжпанельних швів, які відповідатимуть чинним нормативним документам у галузі енергоефективності будівель та споруд та забезпечать довговічність конструкцій та нормалізацію мікроклімату всередині приміщення.

Мета і завдання дослідження. Мета дослідження. Моделювання працездатності міжпанельного шва під температурними впливами та розробка рекомендацій щодо забезпечення експлуатаційних показників щодо збереження її цілісності.

Завдання дослідження. Для досягнення поставленої мети було сформульовано такі основні завдання:

- комп'ютерне моделювання з визначення максимальних та мінімальних деформацій міжпанельного шва;

- експериментальне дослідження заповнювача гирла шва (пінополіуретан) на розтягування та стиск;

- інструментальне (тепловізійне) обстеження об'єктів дослідження;

- розробка рекомендацій щодо забезпечення експлуатаційних показників під час ремонту міжпанельних швів.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження є міжпанельні шви будівель серії 121.

Предмет дослідження. Предметом дослідження є працездатність міжпанельних швів із збереженням цілісності під час експлуатації.

Методи дослідження. При вирішенні поставлених завдань використовувалися узагальнення, аналіз теоретичних та практичних досліджень на тему роботи. Теоретичне дослідження, засноване на

комп'ютерному моделюванні стінової панелі з визначення лінійних деформацій зовнішнього шару тришарової огороджувальної конструкції під температурними впливами. Експериментальне дослідження монтажної піни на стискаючі та розтягувальні зусилля. Інструментальне (тепловізійне) дослідження міжпанельних швів на об'єктах дослідження (будинки серії 121).

Наукова новизна одержаних результатів. Наукова новизна полягає в отриманні експериментальних даних шляхом проведення випробувань монтажної піни (пінополіуретан) на розтягування та стиснення, що моделює період експлуатації. Оцінка працездатності заповнення гирла міжпанельного шва базується на теоретичних даних комп'ютерного моделювання із зіставленням отриманих даних під час візуального та інструментального обстеження.

Практичне значення одержаних результатів. Отримані результати, відображені в магістерській роботі, призначені для використання/ознайомлення експлуатуючими організаціями житлових будівель при здійсненні робіт з ремонту герметизації міжпанельних швів для зменшення тепловтрат конструкцій, що захищають, та забезпечення експлуатаційних показників панельних будівель.

Особистий вклад дослідника. Постановка мети і завдання дослідження. Збір і аналіз даних для проведення дослідження.

Структура та обсяг магістерської роботи. Магістерська робота складається з вступу, трьох розділів, основних висновків, списку використаних джерел, містить 82 сторінки, 50 рисунків, 10 таблиць 55 список використаних джерел.

РОЗДІЛ 1
АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ МІЖПАНЕЛЬНИХ ШВІВ ПАНЕЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ

1.1 Огляд будівництва панельних будинків

Для отримання наочної інформації та порівняння у відсотковому співвідношенні будівництва панельних та цегляних будівель побудуємо діаграму, наведену на рисунку 1.1.

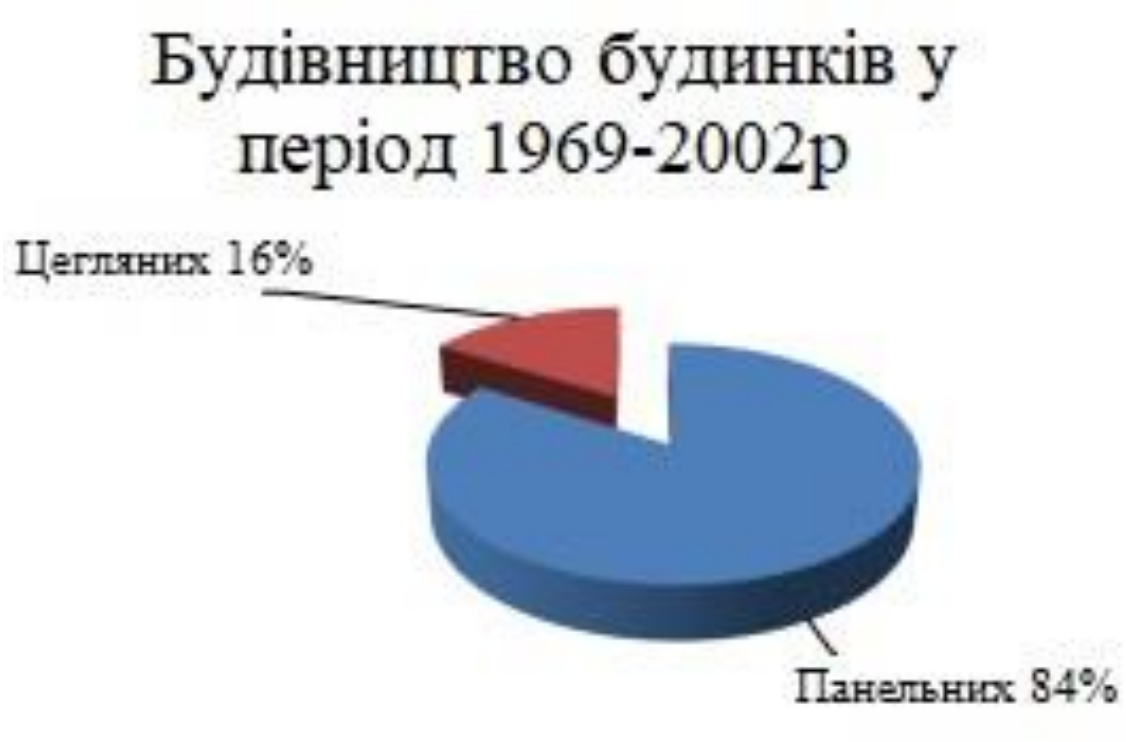


Рисунок 1.1- Діаграма відсоткового співвідношення будівництва панельних та цегляних будинків у період будівництва з 1969 по 2002 рр.

У період з 1967 по 2002 рік будівництво панельних будинків не стояло на місці, розроблялися і використовувалися нові і різноманітні серії.

Серія II-57 мала безліч модифікацій II-57: II-57-05 та II-57/17, які відрізняються кількістю поверхів. Поверховість серії будинків: II-57 – 12

поверхів, II-57-05 – 9, II-57/17-17.

Будинки мають характерні балкони, що виступають за контур зовнішніх стін, з поєднанням балконних огорож під тупим кутом. Перевагами серії II-57 є роздільні санвузли та техпідпілля для розміщення інженерних комунікацій. Ще однією особливістю можна назвати велику кількість варіантів перепланування.

Недоліком є невеликі кухні, а також присутність лише пасажирських ліфтів у дев'ятиповерховій версії будинку. Зовнішні стіни – виготовлені з тришарових керамзитобетонних панелей завтовшки 320 мм [3].

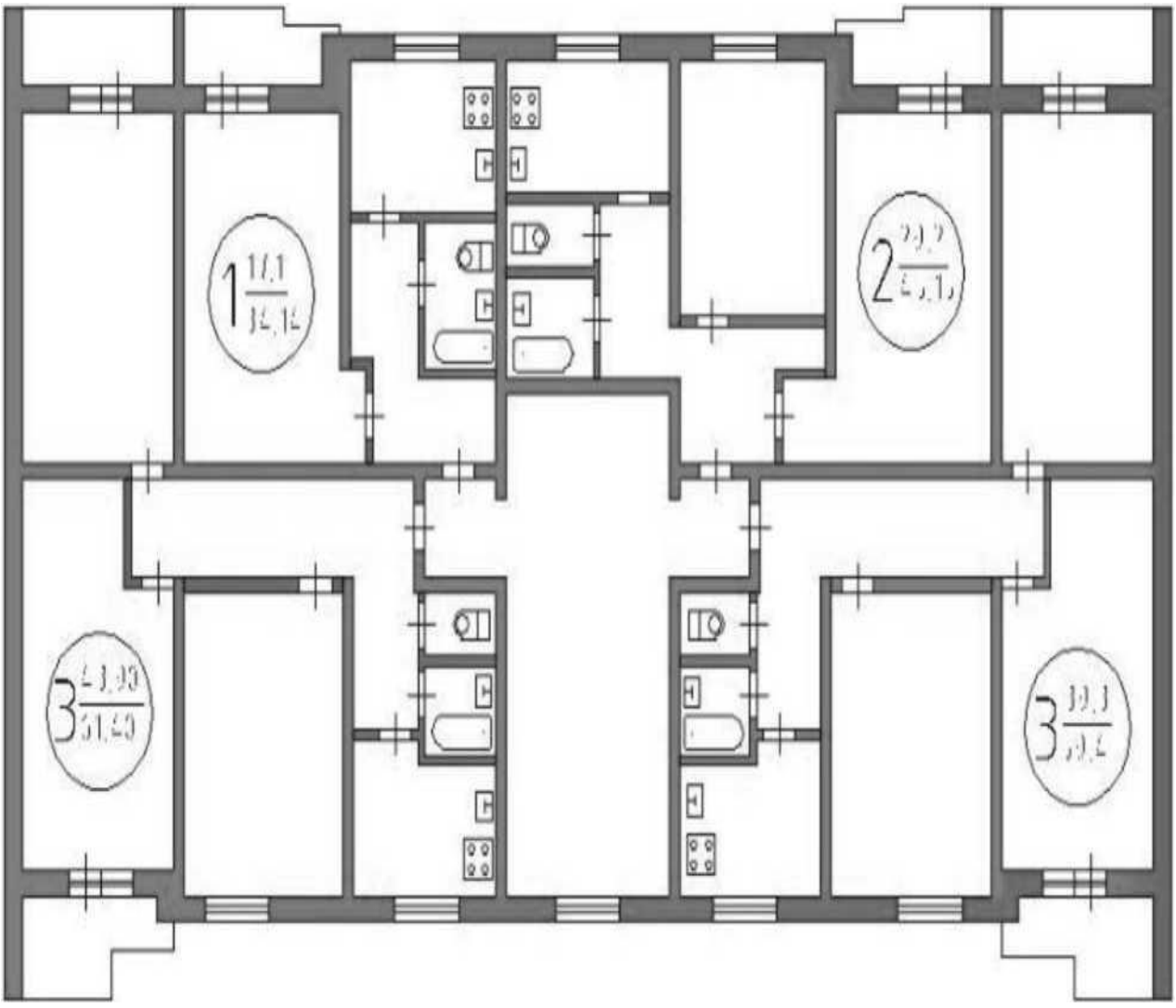


Рисунок 1.2 - Планування будинку серії II-57

Надалі застосовувалися такі серії як:

Серія II-49.

Будинки типової серії II-49, спроектовані в сімдесяті роки, були замінені п'ятиповерховими будинками серії К-7. В основі виготовлення нових будинків застосовані нові технологічні рішення, що стосуються облицювання зовнішніх стін та стиків між панелями. У заводських умовах на панелі стали наносити гранульовану плитку. Що стосується стиків, то вперше застосовані відкриті стики зовнішніх стін із застосуванням водобійної стрічки. Роки будівництва: 1965-1985, Зовнішні стіни - виготовлені з тришарових керамзитобетонних панелей марки М75 з утеплювачем з пінопласту або фіброліту. Товщина 300 мм., Висота стель 2.64м [3].

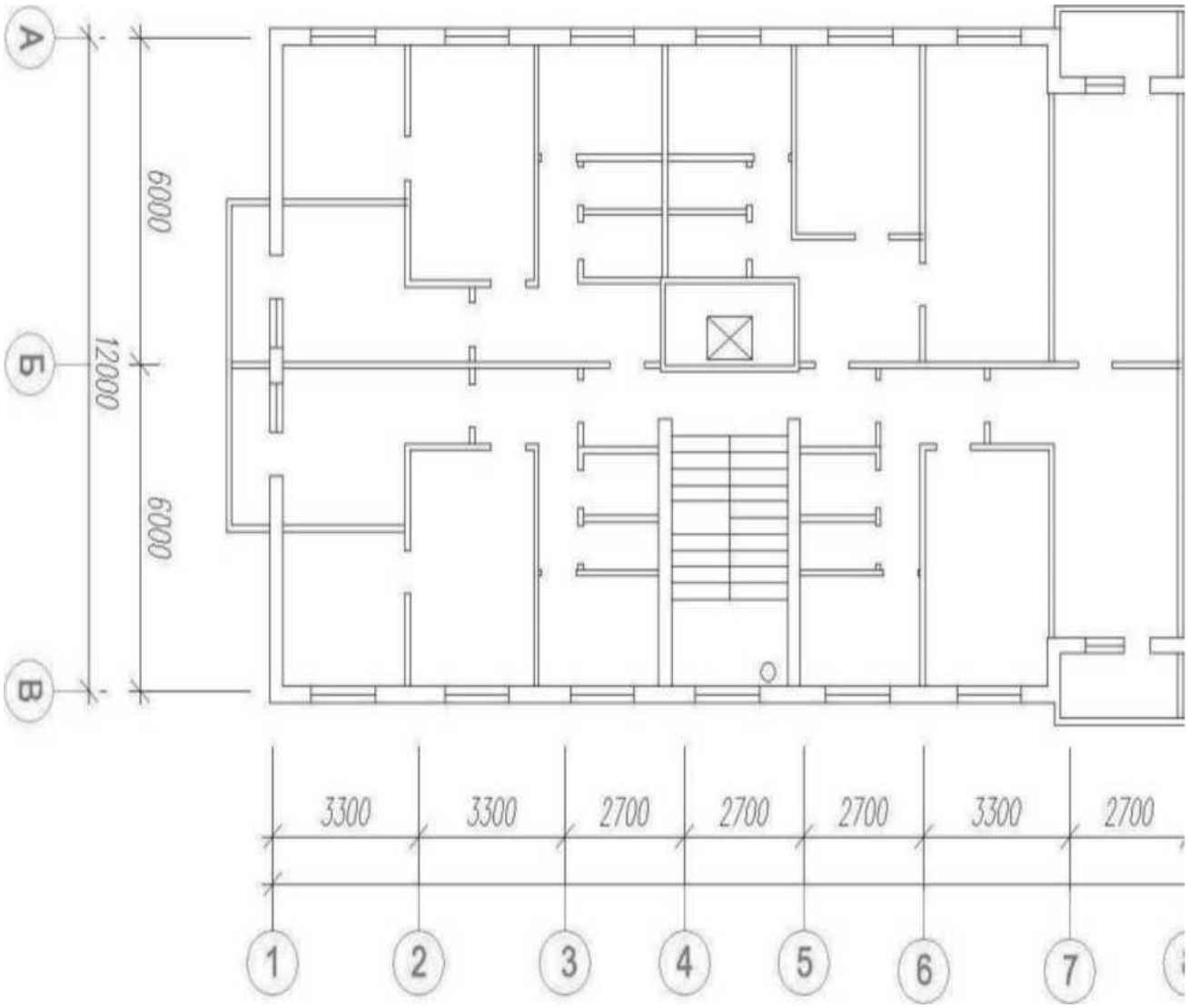


Рисунок 1.3 - Планування будинку серії II-49

Серія 1-464.

Поверховість цієї серії будинку варіювалася з 4-х до 5-ї. Висота житлових приміщень – 2,50 м. Квартири - 1,2,3 кімнатні. Зовнішні стіни є одно- і тришарові залізобетонні панелі товщиною від 21 до 35 см. Товщина залежить від кліматичного району будівництва. Утеплювач - напівтверді мінераловатні плити на фенольній зв'язці. Зовні пізнавані вікнами на міжповерховому майданчику в під'їздах, ідентичним 2-стулковим вікнам у квартирах. До недоліків даної серії можна віднести досить високу теплопровідність зовнішніх стін, суміщені санвузли навіть у 3-кімнатних квартирах та неможливість капітального перепланування [3].

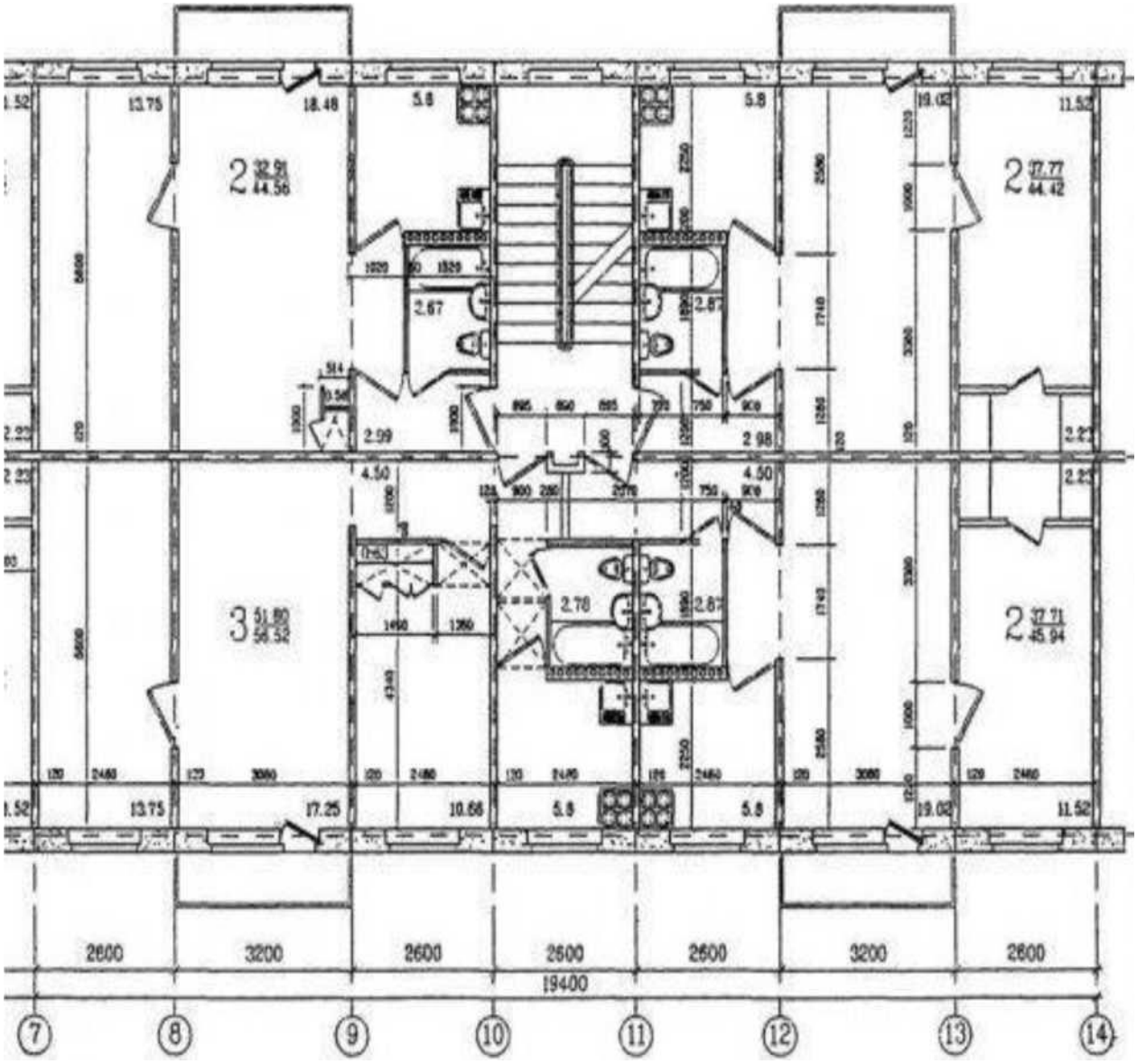


Рисунок 1.4 - Планування будинку серії 1-464

Серія II-60

Будинки цієї серії зводилися 16 поверховими. Квартири - 1,2,3 кімнатні. Роки будівництва - 1970-1980-і рр. [3].

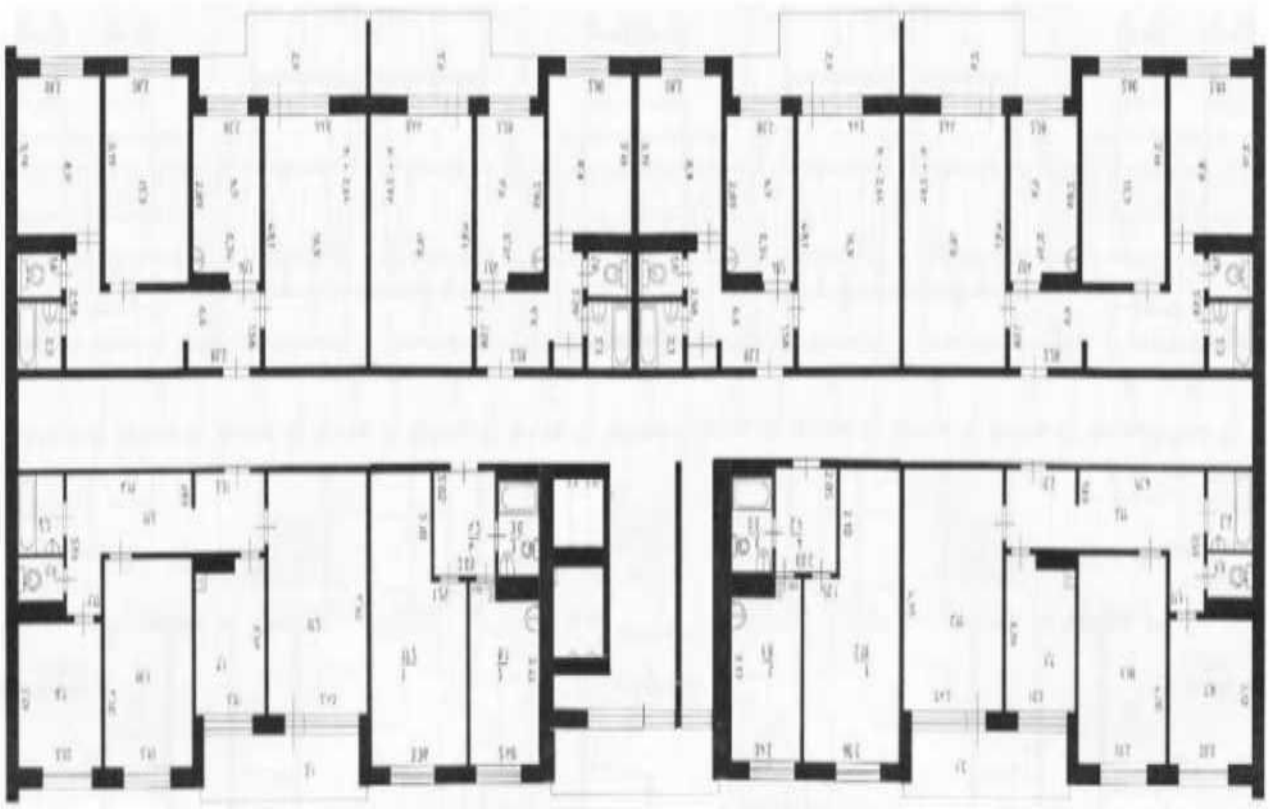


Рисунок 1.5 - Планировка дома серии II-60

Серія II-68 Роки будівництва 1970-і-1990-і Всі кімнати в квартирах ізольовані. 16-поверхові будинки-вежі впізнавані великим лоджіям. Роки будівництва 1969–1999. Висота стель 2.5м., Кількість квартир на поверсі 4-6. Зовнішні стіни – тришарові бетонні панелі товщиною 30 см.

Утеплювач - тирса. Облицювання зовнішніх стін виконане з використанням кам'яною крихтою деяких стін у деяких ранніх корпусах, облицювання плиткою пізніх корпусів, що в даний час забарвлюється в довільні кольори [3].

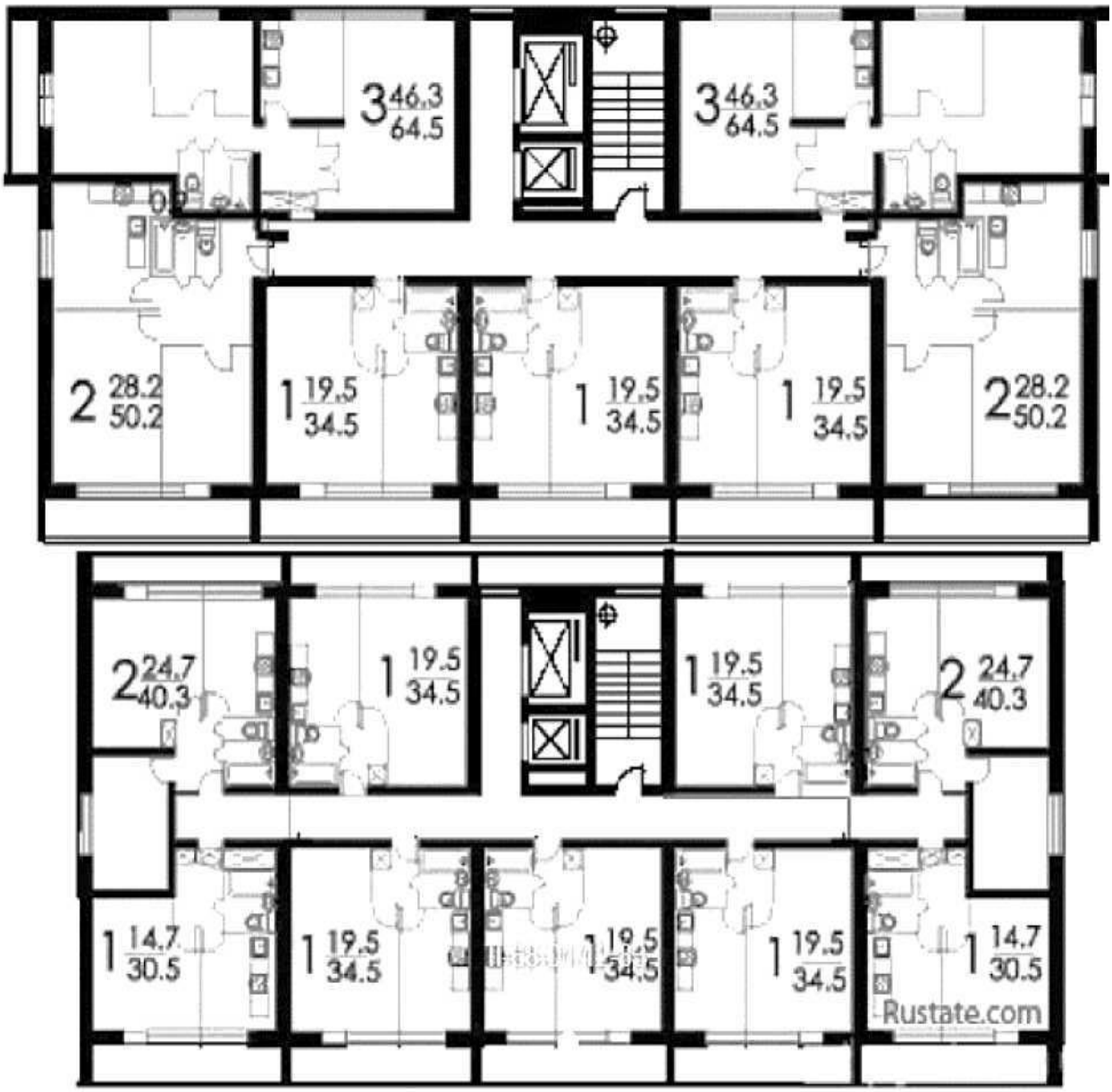


Рисунок 1.6 - Планування будинку серії II-68

Серія 121Т

По площах квартири в будинках серії 121Т часом навіть перевершують квартири з індивідуальним плануванням (121-7Т). Різні планувальні рішення комфортніші і зручніші, на сходовому майданчику є приміщення, площею близько 10,5 квадратів, з лоджією.

Будинки серії 9-ти та 10-ти поверхові, будівлі 2000-х рр., санвузол - роздільний, кухня 9 - 16 м2., кімнати - роздільні, поверховість - 5,9,10, висота житлових приміщень - 251 см. Зовнішні стіни являють собою тришарові панелі товщиною 40, 40 а також практично всі стіни в квартирах – несучі [3].



Рисунок 1.7 - Планування будинку серії 121Т

Серія П-31

Будинки серії П-31 є модифікацією серії П-30. Основна відмінність у тому, що в будинках серії П-31 відсутні вбудовано-прибудовані приміщення під магазини, і є деякі відмінності у торцевих секціях. У всьому іншому це повний аналог серії П-30. Роки будівництва - 1971-2005 р., квартири: 1-4-кімнатні, поверховість: 5-10, 12-14, висота стелі: 2.64м.

Переваги серії полягають у великих кухнях та сучасним плануванням. У ваннах є місце для пральної машини. Недолік будинків цієї серії в тому, що можливі труднощі з перепланування у зв'язку з тим, що багато стін у квартирі несучі [3].

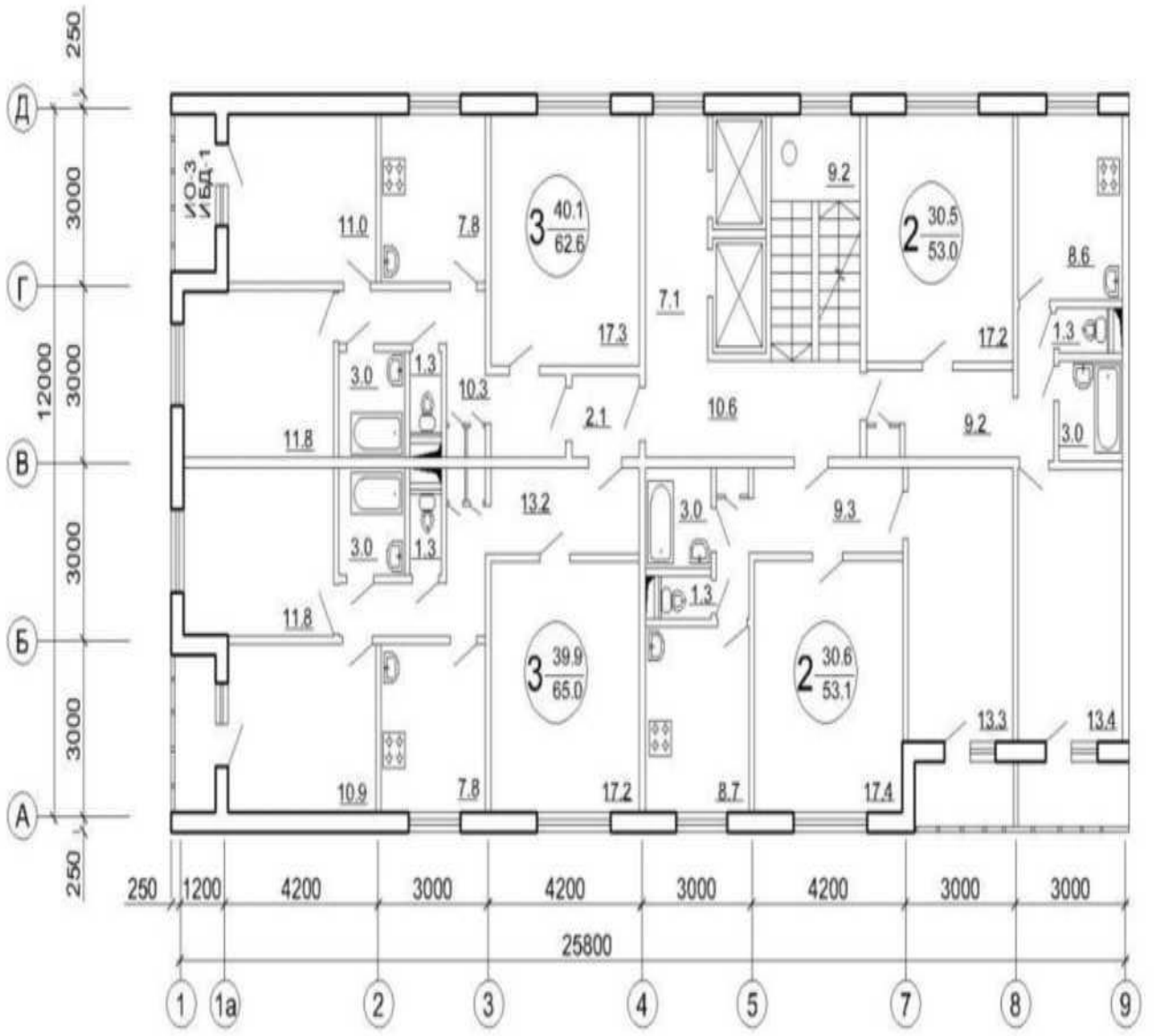


Рисунок 1.8 - Планування будинку серії П-31

Серія 90

Перші будинки 111-90 почали будувати 1971 року. Під час будівництва були використані різні варіанти обробки фасадів зовнішніх панелей. Дана серія відрізнялася тим, що балкони та лоджії були розташовані під невеликим кутом щодо площини фасаду та роздільний санвузол.

Роки будівництва 1971-2000-і рр. Квартири 1,2,3,4 кімнатні, Висота приміщень 2,64м. Зовнішні стіни із залізобетонних панелей мають товщину від 300 до 400 мм [3].

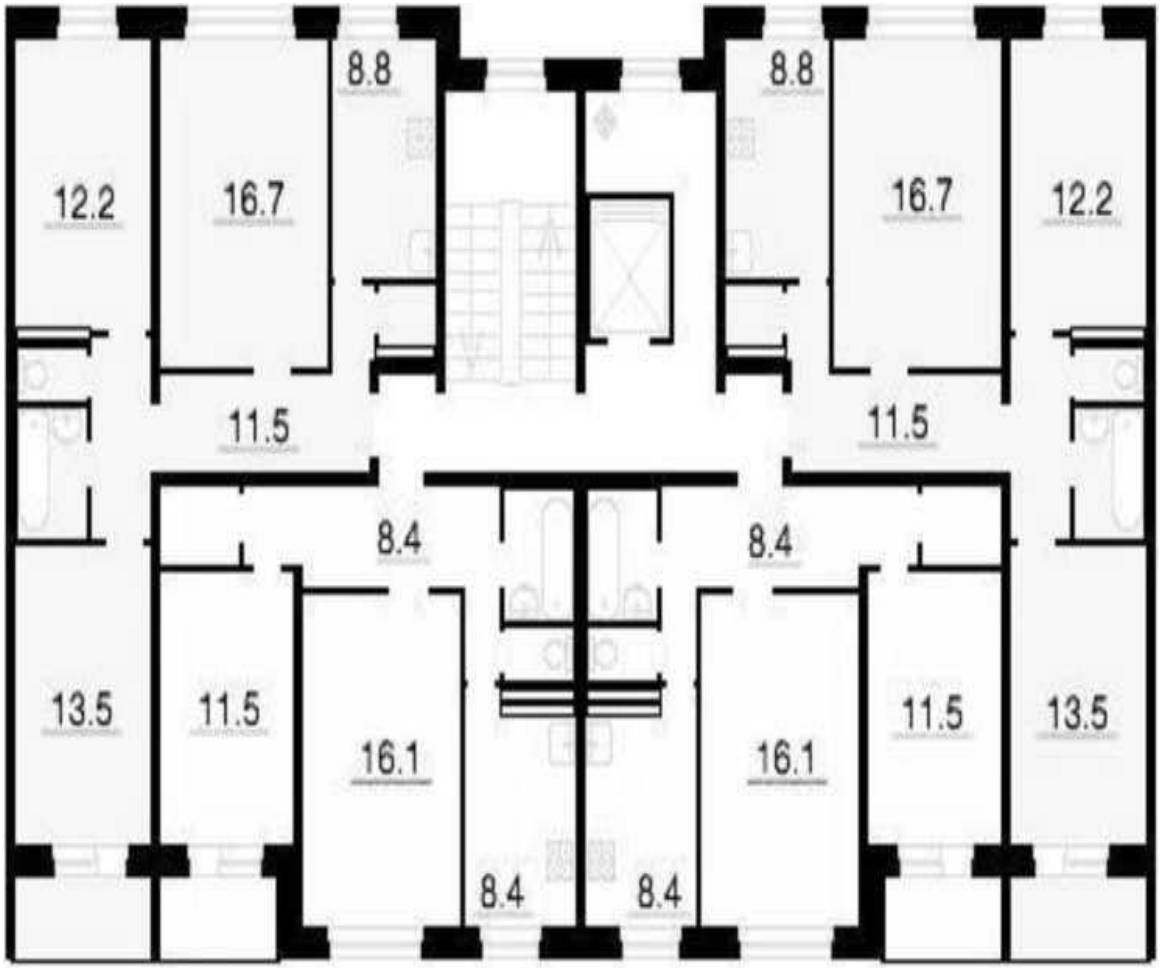


Рисунок 1.9 - Планування будинку серії 90

Серія 75

Роки будівництва-з 1971р. по теперішній час. Поверховість цієї серії варіюється 5,9,10. Квартири 1,2,3 кімнатні. Зовнішні стіни із залізобетонних панелей мають товщину 300, 350, 400 мм., утеплювач-пінополістирол. У цій серії збільшені площі кухонь та передпокоїв.

На вторинному ринку житла такі будинки користуються великим попитом. Будинки адаптовані до потреб маломобільних категорій громадян, обладнані пандусами. Перевагою даної серії є наявність лоджій, що виступають в основному як додаткова кімната [3].

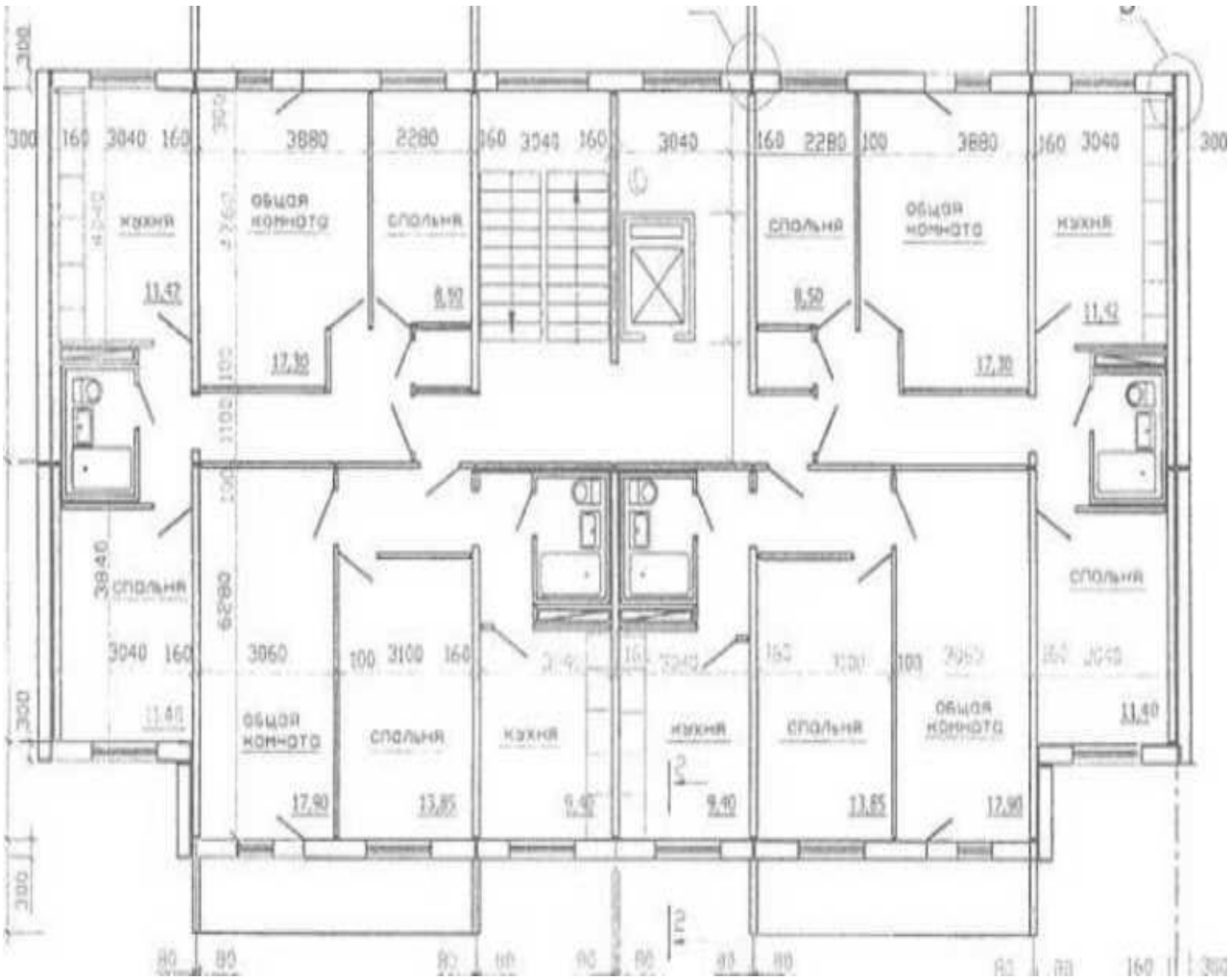


Рисунок 1.10 - Планування будинку серії 75

З 2000 р. При будівництві будинків по серії 121 застосовуються зовнішні тришарові керамзитобетонні панелі завтовшки 400мм з дискретними. Їх відмінністю від одношарової стінової панелі є: - Кількість шарів; - робота конструкції під температурним впливом. Під впливом температурних вплив суцільна одношарова панель стискається і розтягується по всій своїй площі на всю товщину панелі ніж тришарова, де температурним впливам піддається тільки зовнішній шар, що несе, а два інших шари (утеплювач і внутрішній шар) залишаються в нерухомому стані. Об'єм зовнішнього несучого шару тришарової панелі, що нагрівається/охолоджується, менше об'єму суцільної панелі, таким чином зовнішні несучий шар тришарової панелі буде підданий більшим деформаціям ніж суцільна одношарова панель. Дана серія будинків розглядатиметься у ВКРМ для дослідження міжпанельних швів.



год	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Серія II-60	0	2	0	2	4	5	4	7	7	5	5	9	4	3	4	9	7	6	5	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Серія 121	0	0	0	0	0	3	5	7	4	3	6	7	9	17	15	17	12	16	5	13	15	12	19	33	23	9	9	7	2	4	6	6	4	0
Серія 1-464	4	10	17	13	14	9	4	3	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Серія II-68	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	4	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Серія 1-151	3	8	4	4	1	0	0	0	2	0	3	2	1	2	2	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Серія П 31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Серія 75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0
Серія 90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	6	0	0	1	3	1	1	1	0	2
Серія II-49	14	9	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Серія II-57	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рисунок 1.11 -Діаграма будівництва панельних будинків

1.2 Методики рішень герметизації міжпанельних швів

Герметизація міжпанельних швів одна із значних складових при будівництві та ремонті панельних будівель. Від якості герметизації гирла шва залежить його теплопровідність і як наслідок захист від промерзання, виникнення конденсату на внутрішній поверхні несучих конструкцій, що огороджують, і поява грибкових утворень, що згодом призводить до невідповідності даного житла санітарно-гігієнічним вимогам.

З часом удосконалювалася не тільки технологія серій панельних будинків, а й закладення стиків між ними.

Існує чотири основні методики з герметизації стиків стінових панелей:

- поверхнева замазка стику;
- закладання стику розчином (гідроізоляція стику);
- закладання монтажною піною - технологія «Макрафлекс»;
- технологія «Теплий шов»;

Поверхнева замазка стику.

Поверхневий метод замазки стику плит – поверхнева (неглибока) герметизація міжпанельних швів. Даний спосіб ремонту швів не передбачає відкриття та видалення старого герметика. Гідроізоляційна мастика наноситься прямо на нього зверху. Цей спосіб ремонту застосовується у тому випадку, якщо колишній шар мастики пошкоджений несильно, а теплоізоляційний матеріал зберіг свої властивості повністю. Використовується зазвичай надання видимості проведеної роботи [4].

Закладення стику розчином (гідроізоляція стику).

Гідроізоляція стику плит - герметизація міжпанельних швів з попереднім видаленням старої мастики, що герметизує. Здійснюється повне зачищення стику плит від колишнього герметика. На чистий стик міжпанельний наноситься свіжий шар розчину. При цій технології відсутнє

утеплення шва, а це не гарантує усунення протікання та втрати теплової стіни [4].

Закладення монтажною піною - технологія «Макрафлекс»

Герметизація міжпанельних швів з попереднім видаленням старої мастики, що герметизує. Здійснюється повна зачистка стику плит від колишнього герметика, далі здійснюються роботи з ремонту пошкоджень панелі з подальшим ґрунтуванням основи, заповненням гирла свіжим шаром монтажної піни «Макрафлекс» та нанесенням свіжого шару мастики. При даній технології утеплення шва відсутнє, що не гарантує усунення протікання та втрати теплової стіни [6].

Технологія «Теплий шов» Процес герметизації та теплоізоляції швів та стиків здійснюється в кілька етапів:

- підготовка стиків та швів, які потрібно утеплювати;
- відновлення цілісності деталей стиків та фасадів;
- влаштування ізоляції стиків;
- виконання ремонтно-відновлювальної герметизації, а також теплоізоляції панельних стиків.

Підготовка стиків і швів включає роботи з їх очищення від каски і забруднень, розшивку тріщин, позбавляються теплопровідних включень, старого герметика і залишків потрісканого розчину.

Очищення стиків здійснюється вручну, використовуючи скарпель та молоток, у поодиноких випадках - механізованим способом. Необхідно, щоб на момент герметизації поверхня кромок стиків була абсолютно сухою.

Для того, щоб здійснити зовнішню ремонтно-відновлювальну герметизацію, а також виконати теплоізоляцію стиків панелей, застосовуючи технологію «теплий шов», використовуються шнури Вілатерм, що ущільнюють.

Трикомпонентна герметизація швів проводиться у кілька етапів:

1) Гирло шва заповнюють поліуретановою теплозахисною піною.

Згодом піна твердне, розширюється і поступово заповнює порожнечі, які існують усередині шва.

2) Не чекаючи, поки піна застигне, на неї укладають утеплювач Вілатерм (Ізонел). Цей утеплювач є спіненим матеріалом круглого перерізу, він має щільну структуру, дуже еластичний і зручний у роботі [4].

3) Поверх утеплювача Вілатерм (Ізонел) виконують роботи з обмазування поверхні шва, що не затвердіває мастикою.

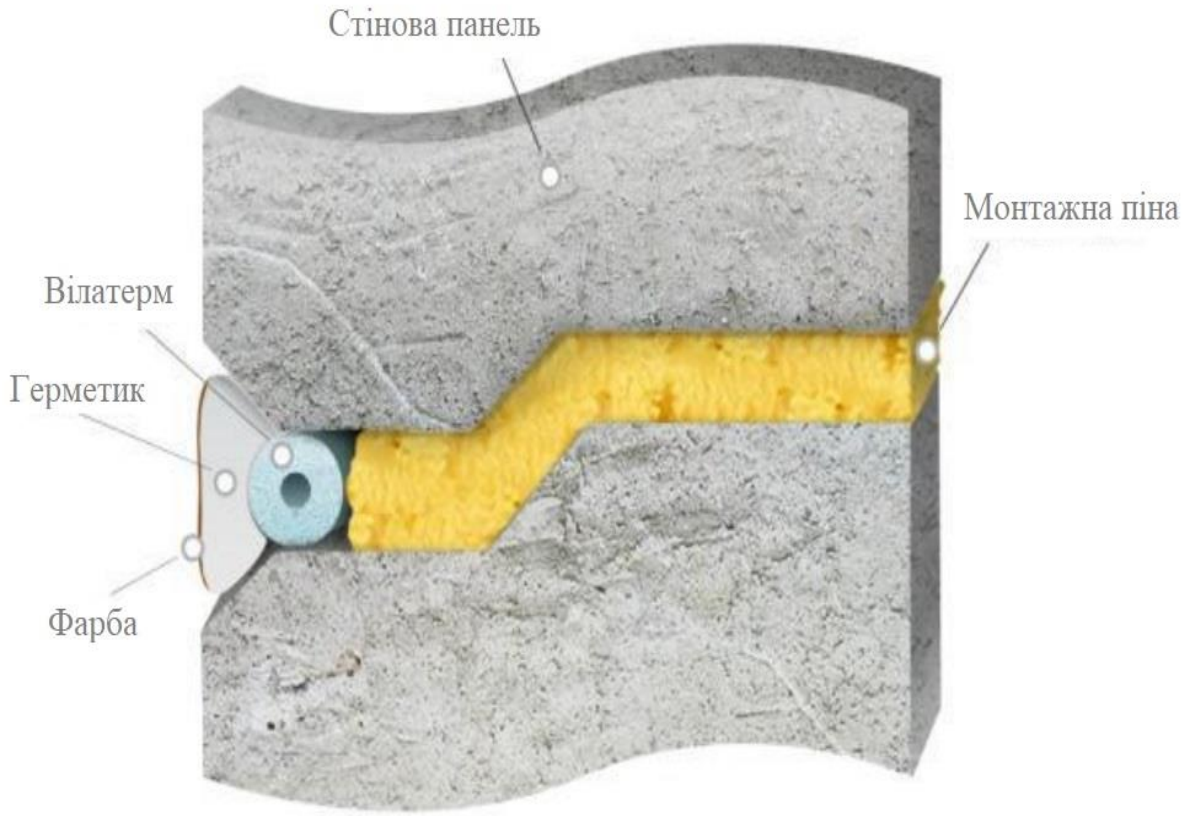


Рисунок 1.12 - Влаштування міжпанельного шва в розрізі за технологією «Теплий шов»

1.3 Застосовувана технологія

На даному етапі будівництва та ремонту міжпанельних швів, дві технології по закладенню міжпанельних швів:

1) Закладення монтажною піною «Макрофлекс»

2) Утеплення Вілатермом «Теплий шов»

1.4 Висновки щодо розділу 1

Зробивши візуальний огляд частини панельних будівель, можна зробити висновок, що більше 70% будинком піддаються або були піддані ремонтним роботам за першою технологією, а саме закладення швів за допомогою монтажної піни «Макрофлекс».

РОЗДІЛ 2
КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ТА КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МІЖПАНЕЛЬНОГО ШВА

2.1 Конструктивні рішення

За способом герметизації стики діляться на:

- Закритий;
- Дреновані;
- Відкритий.

Не допускається поєднувати різницю способів закладення конструкції горизонтальних і вертикальних стиків у межі будівництва однієї будівлі.

Закритий стик.

Закритий стик являє собою закрите гирло шва, заповнене матеріалами, що ущільнюють, із захисним шаром з мастики (герметик) яка в свою чергу компенсують температурні деформації без розкриття стиків.

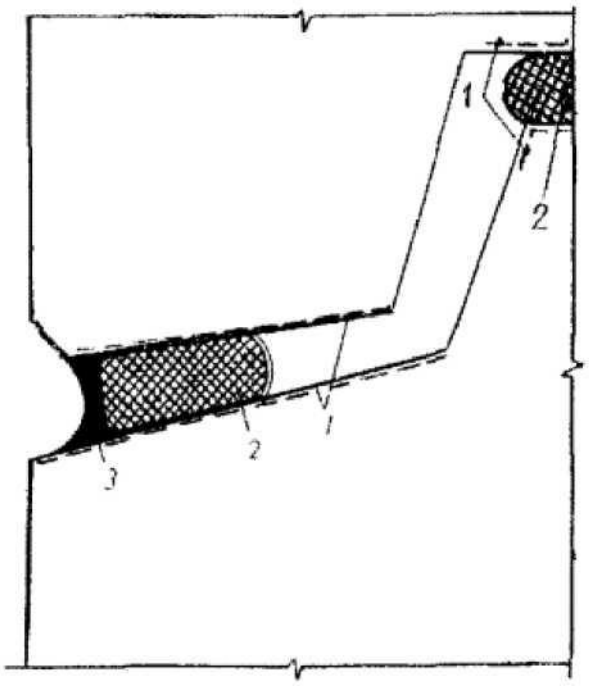


Рисунок 2.1 - Схема закладення горизонтального закритого стику

1 - поверхня панелей покриті грунтовочними складами; 2 – прокладка «Вілатерм»/монтажна піна; 3 - герметик, що вулканізується.

Дренований стик.

Дренований стик відрізняється від закритого тим, що в ньому є додатковий конструктивний пристрій, що дозволяє поверхово відводити воду назовні.

У дренованих стиках герметизація виконується за типом закритого за винятком пристрою додаткового декомпресійного каналу, призначеного для вирівнювання тиску повітря на поверхні стіни і всередині стику.

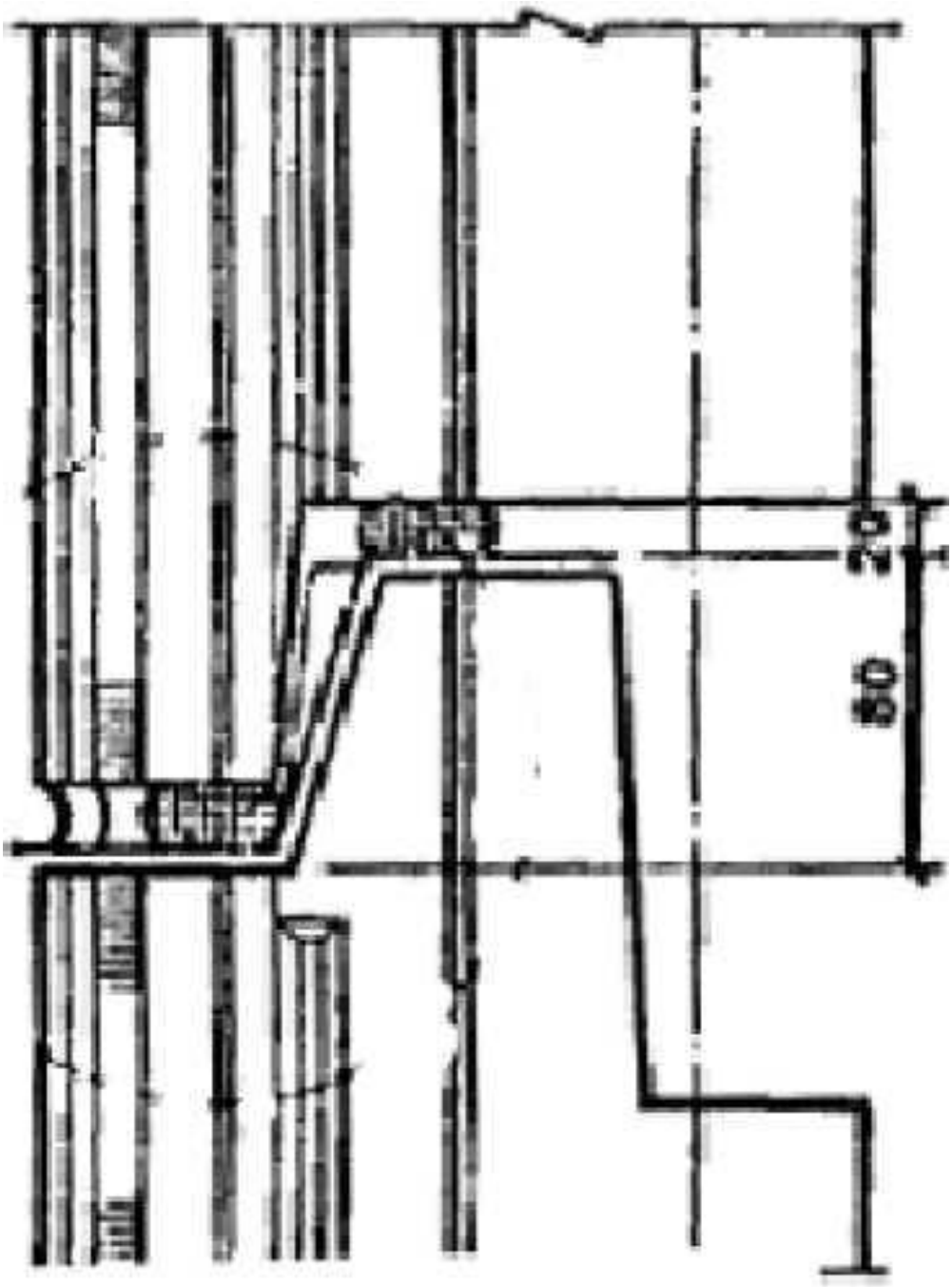


Рисунок 2.2 - Схема закладення горизонтального дренованого стику

Відкритий стик.

Відкритий стик є відкритим гирлом шва, в яке можливе попадання води, але її проникнення в глибину гирла виключено за рахунок конструктивних пристроїв (пристрій протидощових гребенів)

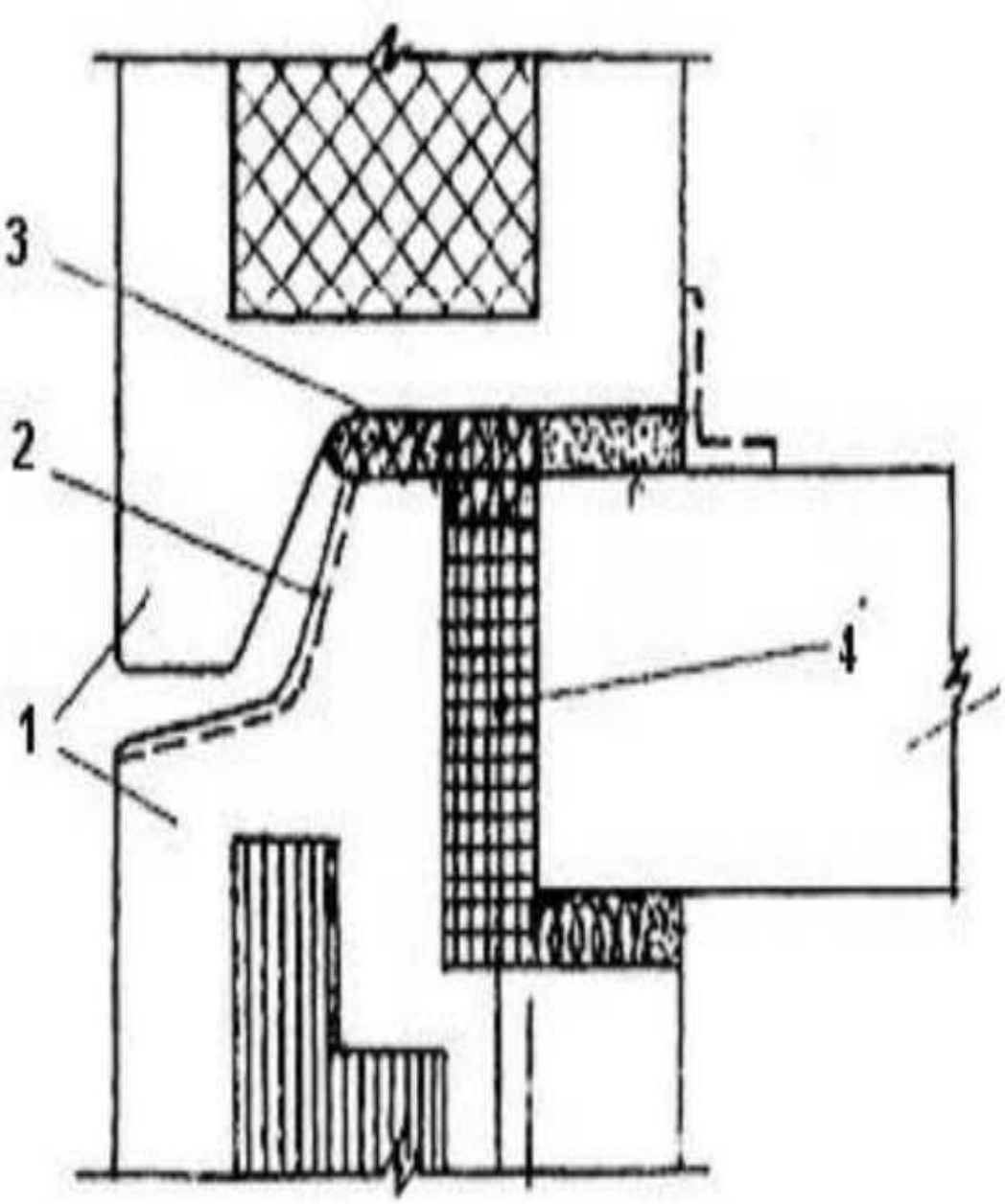


Рисунок 2.3 - Схема закладення горизонтального відкритого стику

1 – панелі зовнішніх стін; 2 - покриття грунтувальним складом; 3 - герметизуючий та утеплюючий вкладиш; 4 - утеплюючий вкладиш

2.2 Організація та технологія виконання робіт

Організація та технологія виконання робіт з влаштування міжпанельних стиків заснована на ДСТУ 9258:2023 [7].

Підготовчі роботи.

Перед проведенням ремонтних робіт герметизації міжпанельного стику необхідно здійснити підготовку поверхні, що включає в себе:

- розшивання шва з лікуванням старого матеріалу;
- зачистку граней панелей із відновлення цілісності поверхні;
- ґрунтовку поверхні панелей у гирлі шва.

Ґрунтувальні склади наносяться при температурі зовнішнього повітря не нижче +15°С, підготовка поверхні необхідно здійснювати за відсутності атмосферних опадів при температурі не нижче -20°С.

Допоміжні роботи.

За проведеними підготовчими роботами слідують роботи допоміжного призначення для здійснення заходів спрямованих на приготування герметика та виготовлення вкладишів ущільнюючих герметизуючих. При приготуванні герметизуючих складів необхідно дотримуватися вимог температурного режиму коливається в межах (20±5)°С.

Основні роботи.

Заповнення гирла міжпанельного стику мастикою виробляють за допомогою пневматичного або ручного шприца або шпателем. При великому розкритті стику мастику слід наносити кілька прийомів. Після укладання шару мастики його слід розрівняти за допомогою дерев'яної розшивки, змоченої у воді.

Роботи виробляються за відсутності атмосферних опадів та температури не нижче -20°С., температура самого герметика не нижче +15°С. Товщина нанесення не менше 3 мм.

Здавально-приймальні роботи.

Здавально-приймальні роботи здійснюються візуально та за допомогою

інструментів таких як: - штангенциркуль; Усі перелічені роботи необхідно супроводжувати контролем технічного персоналу та лабораторії.

При герметизації закритого стику при перевірці приділяють велику увагу товщині і безперервності нанесеного шару герметика, а також величину адгезії герметика до фаск панелей.

2.3 Контроль якості

Контроль якості необхідно здійснювати працівникам технічного персоналу чи будівельної лабораторії протягом усього періоду виконання робіт із герметизації міжпальних стиків.

Роботи з герметизації повинні супроводжуватись виконаними актами на приховані роботи.

Контроль якості включає перевірку:

- якості підготовки поверхні (відновлення цілісності) стику, його знепилення та ґрунтовку;

- якість монтажної піни;

- якість заповнення гирла шва;

- товщину нетвердіє мастики, що виконує роль захисного шару.

Згідно [8] Технічні рекомендації з технології застосування комплексної системи матеріалів, що забезпечують якісне ущільнення і герметизацію стиків зовнішніх стінових панелей, герметики наносяться товщиною шару не менше 3 мм без розривів і напливів, так само не допустимі деформації більше 25%, як правило товщина. При недостатній товщині шару мастики під впливом сонячних променів та сонячної радіації відбувається передчасне старіння та руйнування матеріалу.

2.4 Комп'ютерне моделювання міжпанельного шва

Деформації швів у вигляді розтріскування, розривів та випадання матеріалів є наслідком щорічних температурних впливів на огороджувальні конструкції будівлі.

Перед проведенням випробувань зразків необхідно заздалегідь зрозуміти роботу стінової панелі під впливом температурних впливів.

Температурні дії модно розділити на категорії:

1. Кліматичні;

2. Технологічні;

3. Аварійні (пожежі).

Необхідність розрахунків на температурні дії описується у таких документах:

- Посібник із проектування житлових будівель. Випуск 3. Конструкції житлових будівель (до ДБН В.2.2-15:2019 «Будинки та споруди. Житлові будинки. Основні положення. Зі Зміною № 1») у якому йдеться про необхідність розрахунку на температурні дії за наявності: (1- протяжного у плані будівлі, 2- будинок складаються з обсягів різної висоти, 3-споруди, що піддаються сонячній радіації;

- посібник з проектування бетонних та залізобетонних конструкцій з важких та легких бетонів без попередньої напруги арматури (до ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Зміна № 1») (Розділи 1-3);

- ДБН В.1.2-2:2006 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження та впливи. Норми проектування. Зі змінами № 1 та № 2 »[2].

Зробимо комп'ютерне моделювання для визначення лінійних деформацій зовнішнього шару тришарової стінової панелі за допомогою ПК ЛІРА САПР 2016 [9].

У програмному комплексі виконано модель стінової панелі в об'ємних

кінцевих елементах та площинних чотирикутних кінцевих елементах. Розміри панелі та фізико-механічні характеристики наведені в таблиці 1.1. Характеристики керамзитобетону марки М200 прийняті за [10].

У задачі прийняті лише температурні завантаження: нагрівання від 0°С до +50°С охолодження від 0°С до -30°С.

Таблиця 2.1 – Характеристики розрахунку

Довжина L, мм	Ширина b, мм	Висота h, мм	Модуль пружності, E, МПа	Коефіцієнт Пуассона, V	T_1, °С	T_2, °С
6000	400	2700	17500	0.2	50	-30

У таблиці 2.1:

T_1- пікова температура зовнішнього шару зовнішньої стіни, що огороджує, панелі в літній період;

T_2- пікова температура зовнішнього шару зовнішньої стіни, що огороджує панелі в холодний період.

Схема поперечного перерізу панелі наведена на рисунку 2.3.



Рисунок 2.3 - Схема поперечного перерізу панелі

1 - армований керамзитобетон; 2 - утеплювач (пінополістирол);

3 - армований керамзитобетон.

Графічні результати моделювання методом об'ємних кінцевих елементів стінової панелі без вікон.

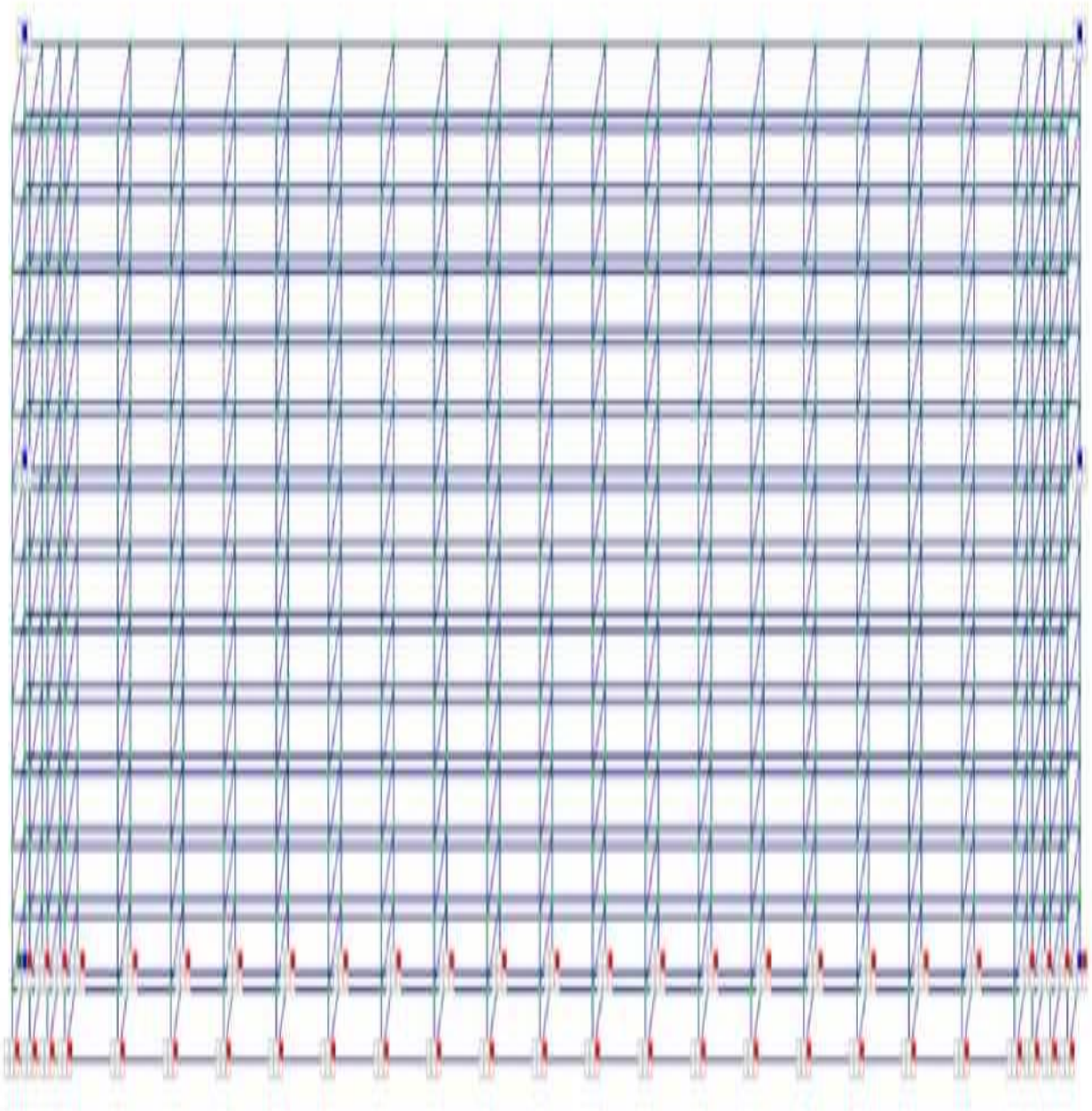


Рисунок 2.4 - Зв'язки, закріплення вузлів



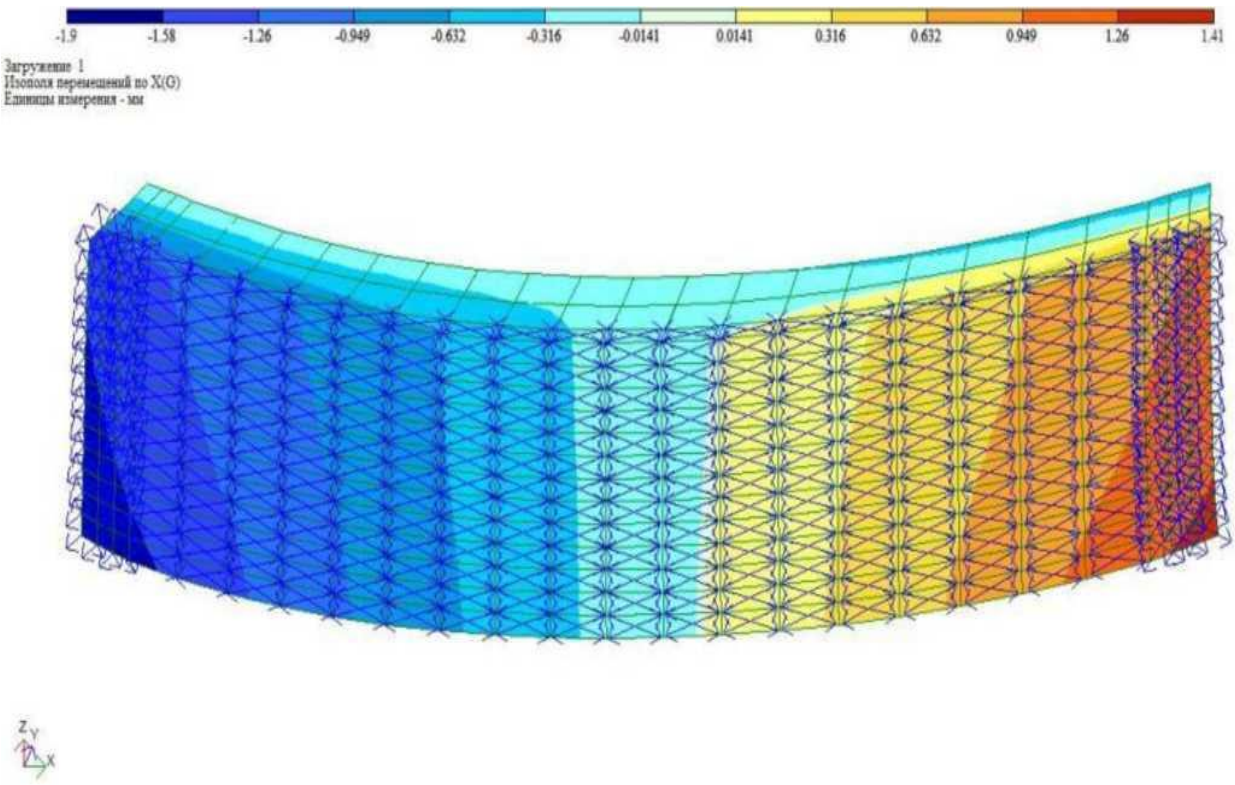


Рисунок 2.5 - Переміщення осі X при температурному впливі - нагрівання 50°C

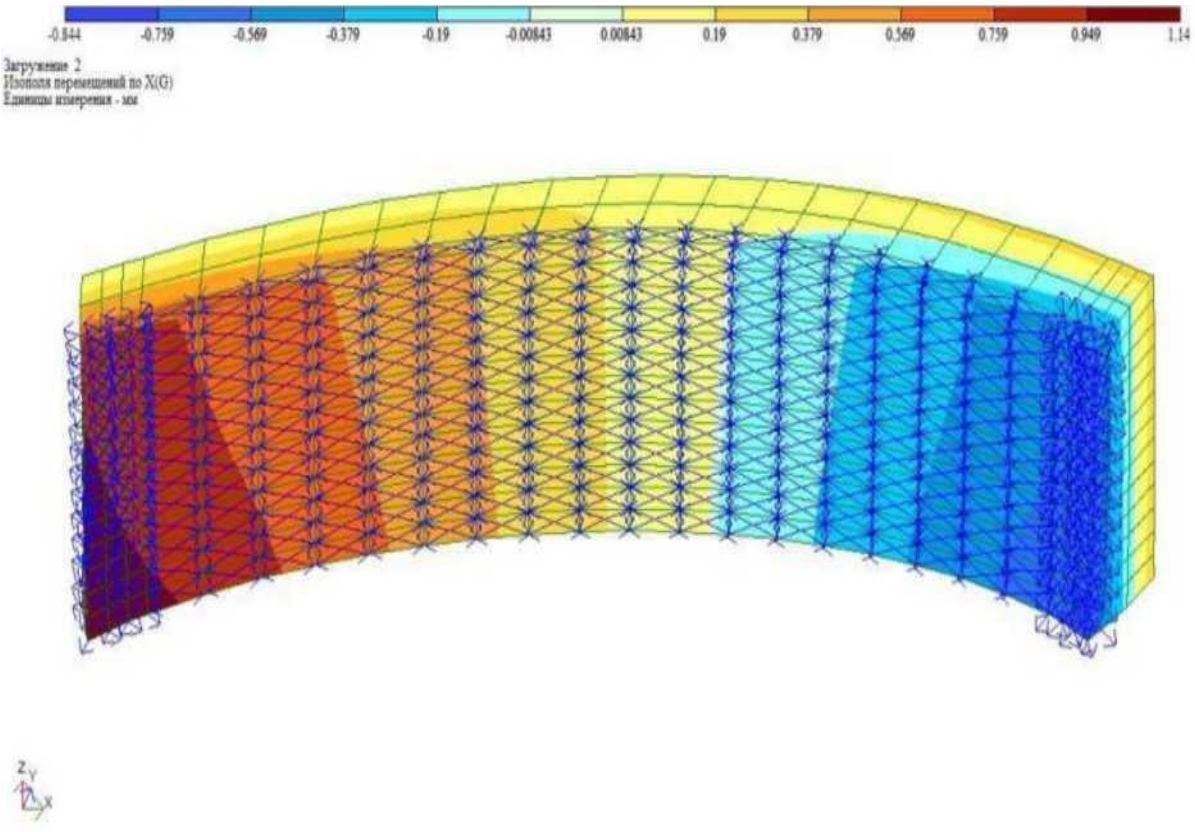


Рисунок 2.6 - Переміщення осі X при температурному впливі - охолодження -30°C

Стінова панель з віконними отворами.

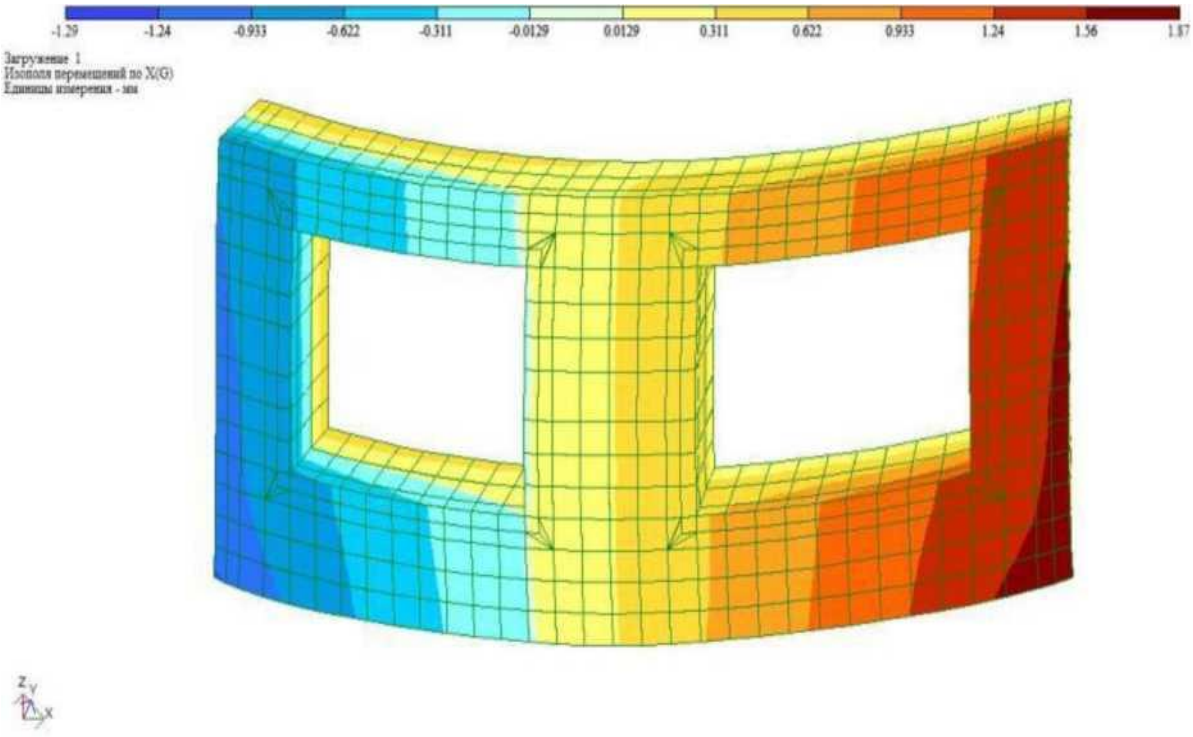


Рисунок 2.7 - Переміщення осі X при температурному впливі - нагрівання 50°C

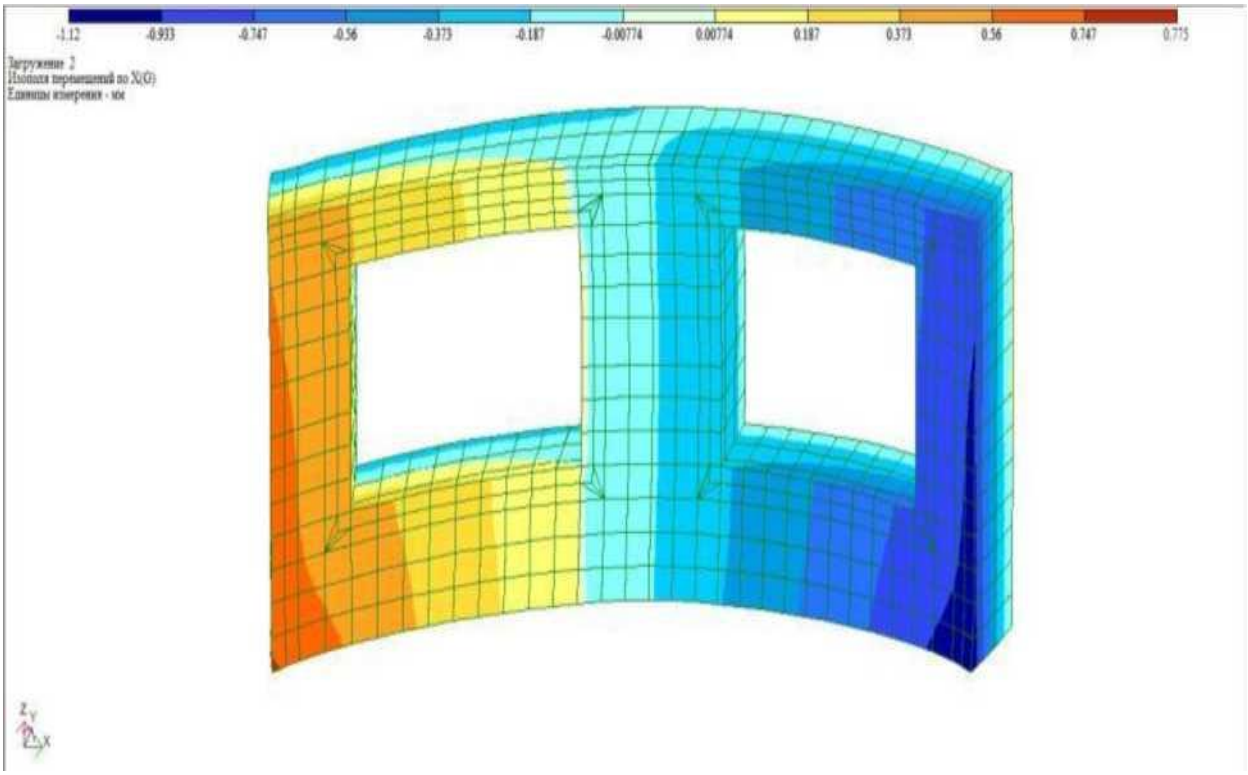


Рисунок 2.8 - Переміщення по осі X при температурному впливі - охолодження -30°C

Графічні результати моделювання методом плоских кінцевих елементів стінової панелі з віконними отворами

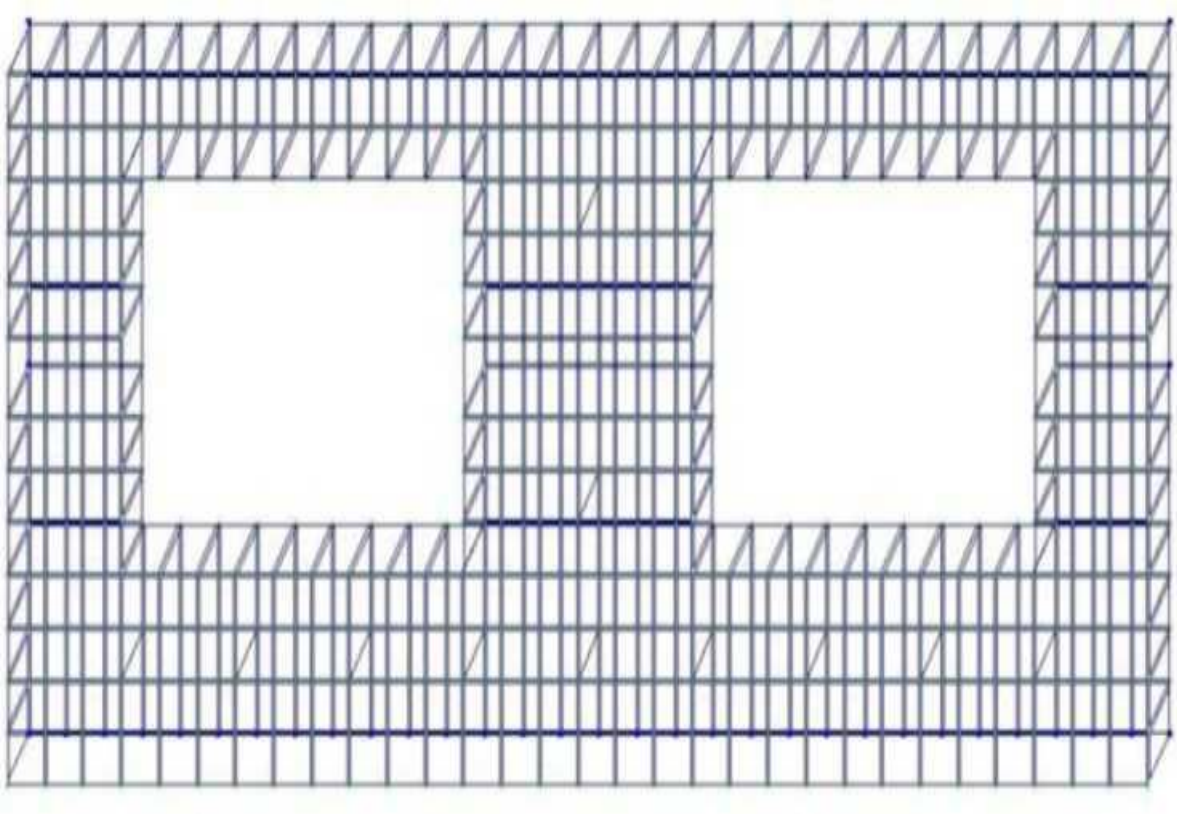


Рисунок 2.9- Вихідна розрахункова схема

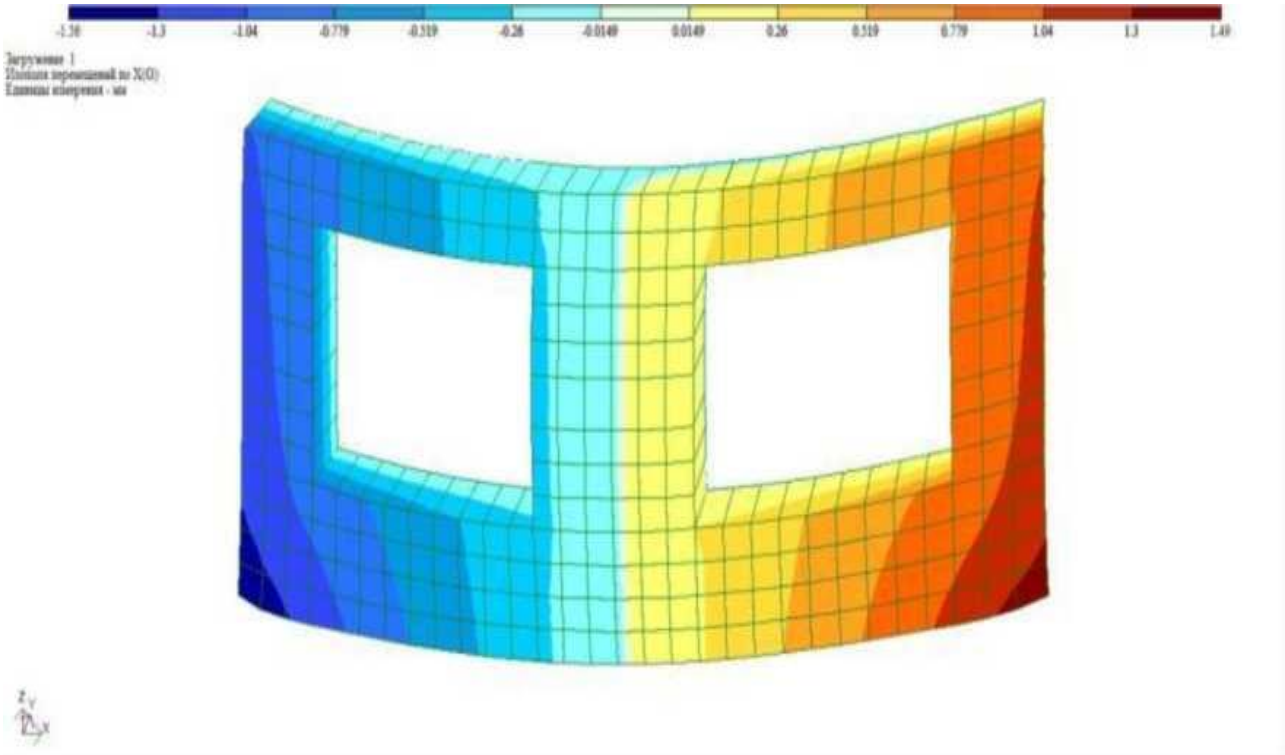


Рисунок 2.10 - Переміщення осі X при температурному впливі - нагрівання 50°C

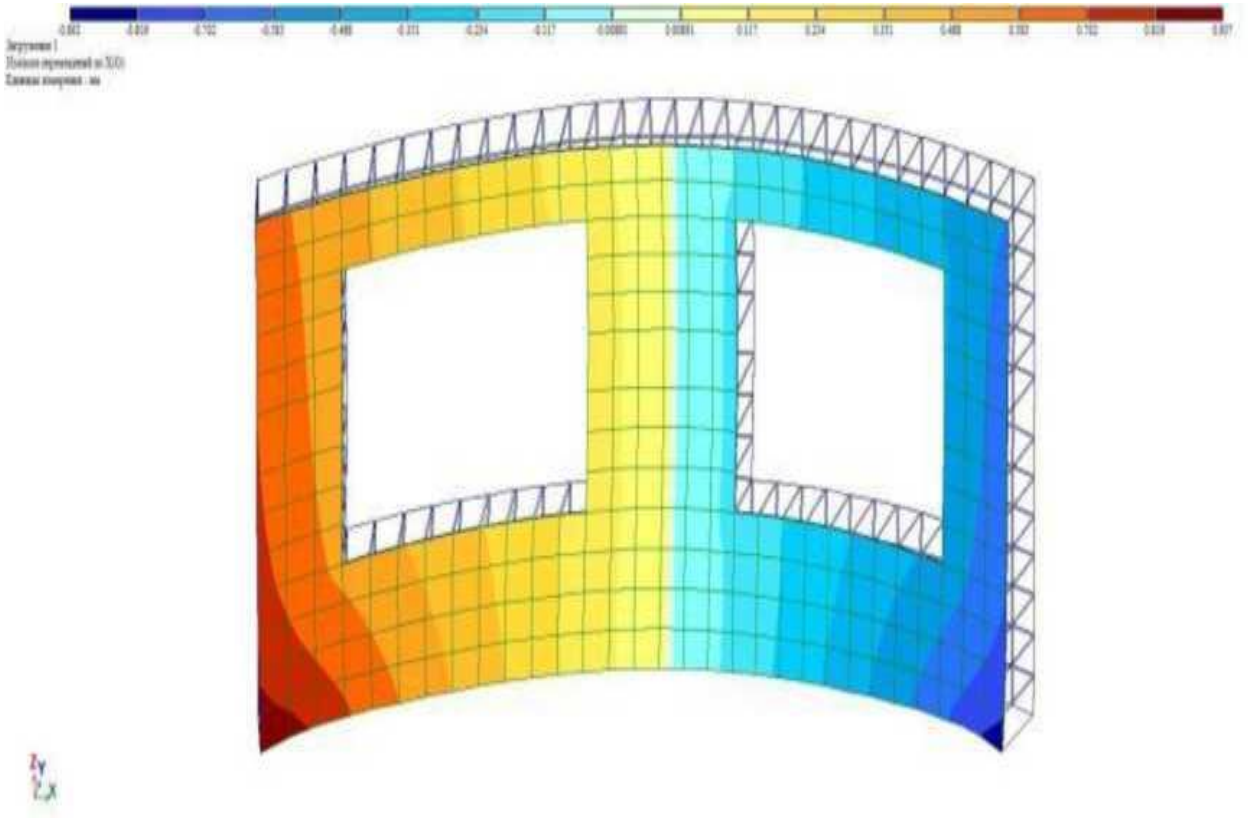


Рисунок 2.11 - Переміщення осі X при температурному впливі - охолодження -30°C

Отримані результати під час комп'ютерного моделювання зведено до таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Результати розрахунку

Розрахункова схема	Деформації				Загальна деформація, мм	Деформація від проектного значення %
	Нагріві до 50 ° С		Охолодження до -30 ° С			
	мм	%	мм	%		
Об'ємний КЕ без вікон	3,31	16,6	1,98	9,9	5,29	26,5
Об'ємний КЕ з вікнами	3,16	15,8	1,89	9,4	5,05	25,2
Пластина з вікнами	3,05	15,25	1,8	9	4,85	24,2

За технічною документацією номінальна ширина міжпанельного шва становить 20 мм. Сумарні розрахункові деформації шва перевищують 25% проектного розміру, що є значними. Чому свідчать дані про неприпустимість деформації мастики понад 25% [8].

2.5 Висновки щодо розділу 2

Розрахунок показав, що найбільш схильні до температурного впливу панелі суцільного перерізу, що встановлюються в торцях будинках. Відповідно, і великі деформації накладаються на шов і сам зовнішній шар.

Деформації монтажної піни у шві можуть проходити за трьома схемами:

- розрив по піні;
- розрив на межі піни та стінової панелі;
- нагромадження пластичних деформацій у заповненні шва.

Для повної та розгорнутої відповіді на питання про кліматичну дію потрібно провести додаткові дослідження фізико-механічних властивостей монтажної піни з проведенням випробувань на зразках та зіставленням отриманих результатів із візуальним та інструментальним обстеженням.

РОЗДІЛ 3
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МОНТАЖНОЇ ПІНИ НА РОЗТЯГУВАННЯ ТА СТИСНЕННЯ

3.1 Випробування монтажної піни

Попередньо викреслимо схему дослідного зразка, представлену на рисунку 3.1.

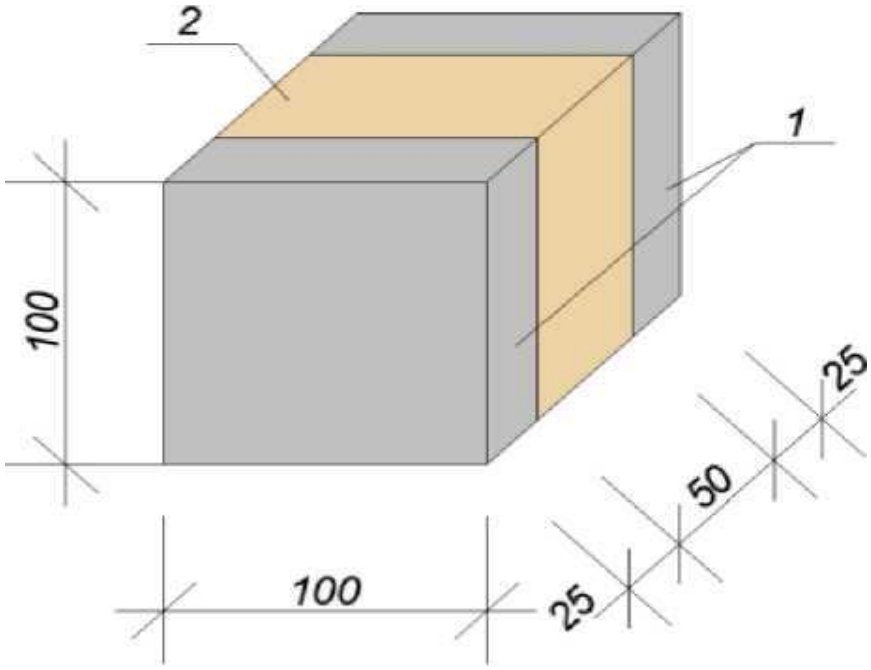


Рисунок 3.1 - Схема дослідного зразка

1-бетонні капелюшки, що символізують торець стінової панелі;

2- пінополіуретан (монтажна піна).

Виготовлення зразка.

За схемою дослідного зразка виготовлено опалубку для подальшого виготовлення бетонних капелюшків із закладними деталями (гаки-захоплення) для кріплення в розривну машину.

Опалубка є допоміжною конструкцією з шліфованої дошки товщиною 25 мм, з вирізаними в ній отворами габаритами 100х100мм (рис.3.2)



Рисунок 3.2 - Опалубка з виготовленими бетонними капелюшками

Наступним етапом виготовлення зразка служить скріплення двох бетонних капелюшків за допомогою пінополіуретану (монтажною піною) (рис.3.3).



Рисунок 3.3 - З'єднання двох бетонних капелюшків за допомогою пінополіуретану

Після схоплювання зразка надлишки піни підрізають гострим ножем для надання зразку необхідних геометричних характеристик.



Рисунок 3.4 - Готовий зразок габаритами 100х100х100

Проведення випробувань.

На випробування надано дев'ять дослідних зразків для проведення випробувань на розрив та шість зразків для випробування на стиск, попередньо пронумерованих та знятими з них геометричними характеристиками.

У кожній групі є три зразки з монтажною піною різного виробника.

1-я група

Монтажна піна Tytan Professional 65 UNI з характеристиками:

- Щільність: 25 кг/м^3
- температура застосування: +5 ° С до +35 ° С
- країна виробник: Польща
-сезонність: літо

2-я група

Піна монтажна Makroflex WhiteTeq з характеристиками:

- Щільність: 25 - 27 кг/м^3

- температура застосування: 0 ° С до +35 ° С

- країна-виробник: Естонія

-сезонність: літо

3-я група

Makroflex Pro Піна монтажна Makroflex Pro з характеристиками:

-Щільність: 18 кг/м^3

-температура застосування: +5 ° С до +35 ° С

- країна-виробник: Естонія

-сезонність: літо

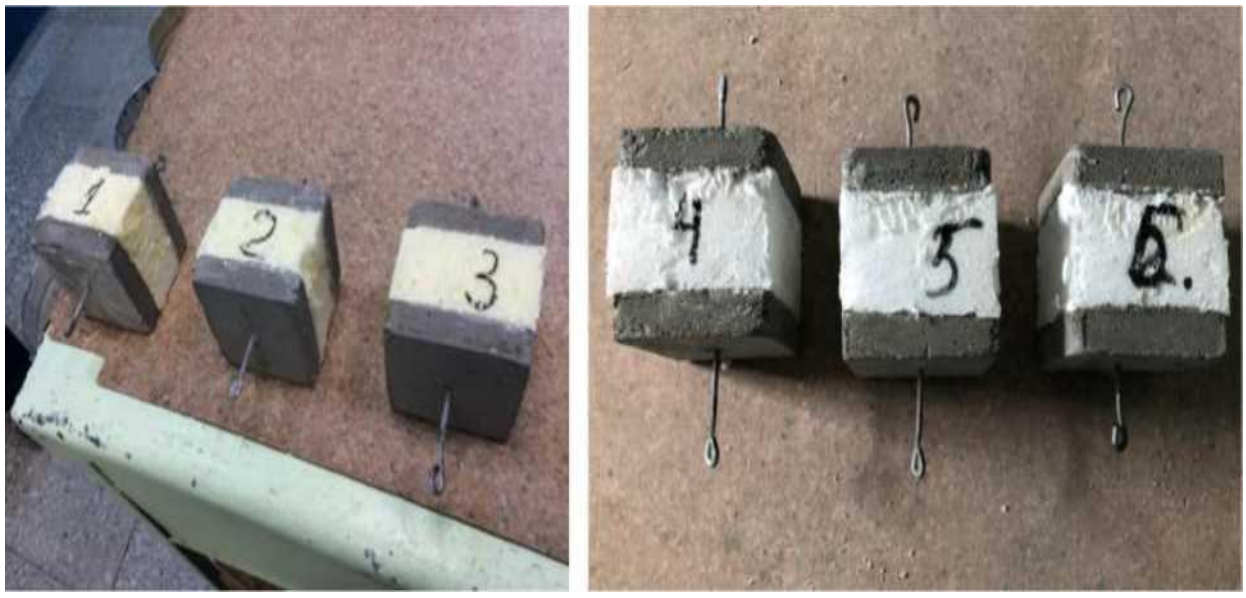


Рисунок 3.4 – Зразки габаритами 100х100х100

До початку випробування зразки добу витримувалися в камері нормальних умов постійної температури повітря (20±2) °С і вологістю (95±5)%.

Випробування зразків проводилося на підставі методик: ТУ У В.2.6-28.1-30703438-004:2009 [13] - та ДСТУ Б ГОСТ 16381:2011 [14].

Прилади та інструменти, що використовуються при проведенні

інструментальних вимірювань та фотофіксації:

- цифровий фотоапарат Nikon D90 с.м. 6918542;
- лінійка вимірювальна металева «Каліброн» за ДСТУ 8982:2020 [37];
- розривна машина МР-0,5-1;
- прес для випробування зразків на стиск.

Перед проведенням випробувань необхідно переконатися у справності приладу, чи не допускається забруднення робочої поверхні.

Після проведення випробувань прилади/інструменти необхідно знеструмити та очистити від забруднень.

Випробування зразків на розтяг.

Випробування розтягування проводяться визначення межі міцності матеріалу.

Метод визначення межі міцності при розтягуванні полягає у вимірі значень зусиль, що розтягують, які згодом викликають руйнування зразка матеріалу.

Розривна машина МР-0,5-1, що використовується при випробуванні, на підставі вимог ТУ У В.2.6-28.1-30703438-004:2009 [13] забезпечує розтягування зразка зі швидкістю 20 ±1 мм/хв.

При випробуванні на розтяг зразки поміщають у прилад і з обох сторін закріплюють у затискачі.

Переконавшись у надійності закріплення на зразок подають зусилля, що розтягують, до руйнування зразка.

Межа міцності при розтягуванні $R_{роз.}$ обчислюють за формулою:

$$R_{\text{роз}} = \frac{P}{bh}, \qquad (3.1)$$

де Р-руйнівне навантаження,

b-ширина зразка;

h-товщина зразка.

випробування зразків на стиск було розподілено на 2 групи. Перші дві з

яких були попередніми, для загального розуміння роботи матеріалу та отримання граничних деформацій.

Випробування зразків першої групи проводилося з фіксацією граничної навантаження, що витримується зразком.

Випробування другої групи зразків проводилися з фіксацією граничної навантаження, що витримується зразком, і значенням деформацій.

Зразки третьої групи навантажувалися сходами до 140 кг.

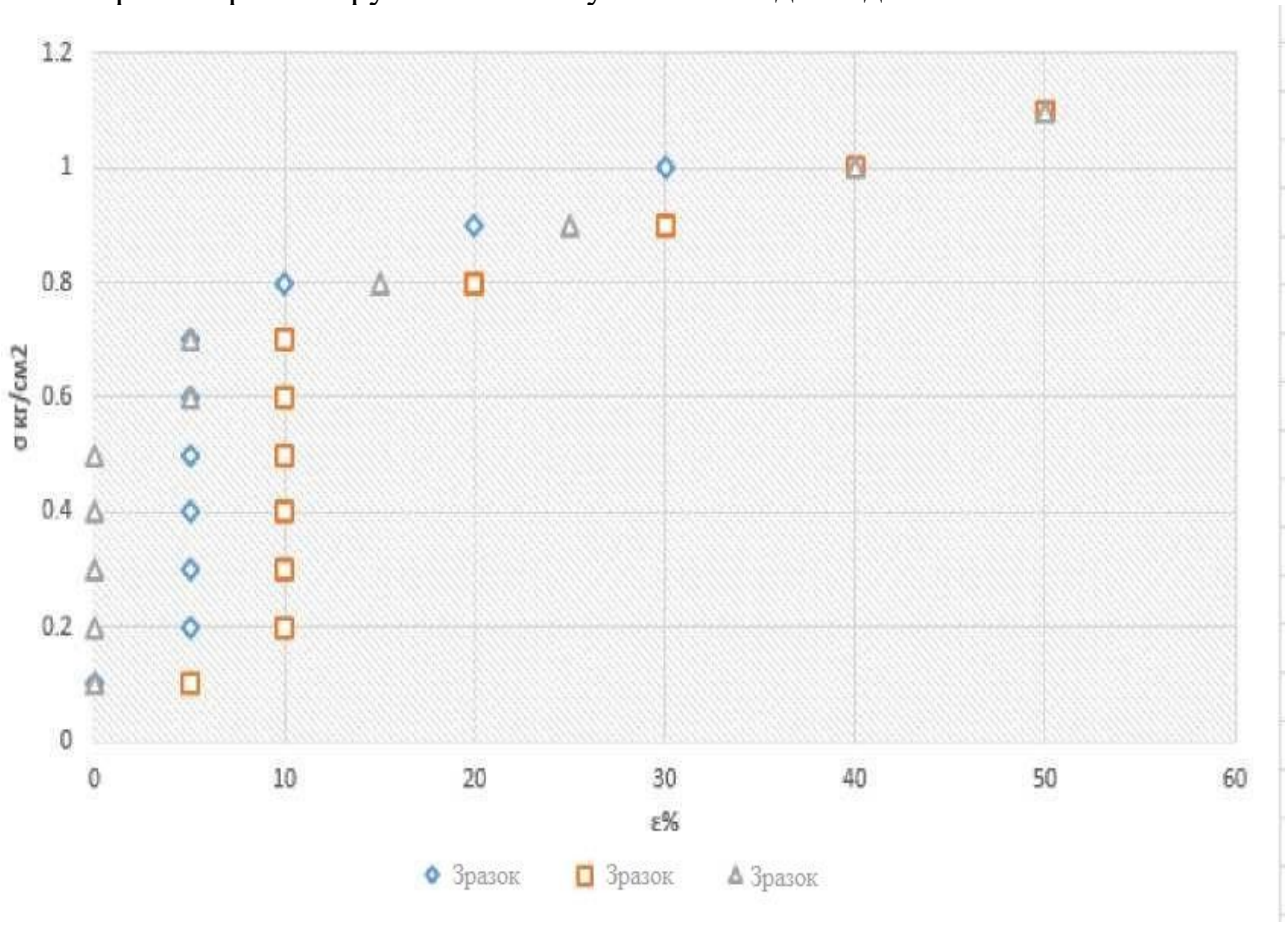


Рисунок 3.5 - Результати експериментальних випробувань зразків піни на розтягування

Випробування зразків на стиск.

Метод визначення міцності на стиск при 10% лінійної деформації полягає у вимірі значення стискаючих зусиль, що викликають деформацію зразка за товщиною на 10% за відповідних умов випробування [14].

При випробуванні на стиск зразок поміщають під прес, який забезпечує швидкість навантаження зразка 5-10мм/хв, таким чином, щоб навантаження

передавалося вертикальної осі, як тільки зразок досяг ущільнення (деформації) в 10% від початкових геометричних характеристик вимірюють навантаження.

Міцність зразка на стиск визначається при 10% лінійної деформації і обчислюють за формулою:

$$\sigma_{10}=\frac{P}{lb}, \tag{3.2}$$

де P-навантаження при 10%-ної лінійної деформації;

b-ширина зразка;

h-товщина зразка.

Випробування зразків на стиск було розподілено на 2 групи. Перші дві з яких були попередніми, для загального розуміння роботи матеріалу та отримання граничних деформацій.

Випробування першої групи зразків проводилися з фіксацією граничної навантаження, що витримується зразком, і значенням деформацій.

Зразки другої групи навантажувалися сходами до 140 кг.

Один ступінь становив 20кг, тривалість навантаження в кожному ступені становило 1 хв, після закінчення часу знімалися показання деформацій і проводилося наступне навантаження. Після докладання до зразка навантаження рівної 140 кг, виконано послідовне розвантаження сходами з фіксацією деформацій у зворотній послідовності.

Зняття відліків деформацій проводилося з двох, встановлених на різні межі зразка, лінійок. Отримані значення ідентичні, таким чином, можна стверджувати, що випробування зразка проводилися з центрально доданим навантаженням.

Даний метод дав можливість отримати наочну картину характеру руйнування зразків, що відображена на рисунках 3.5 та 3.6.

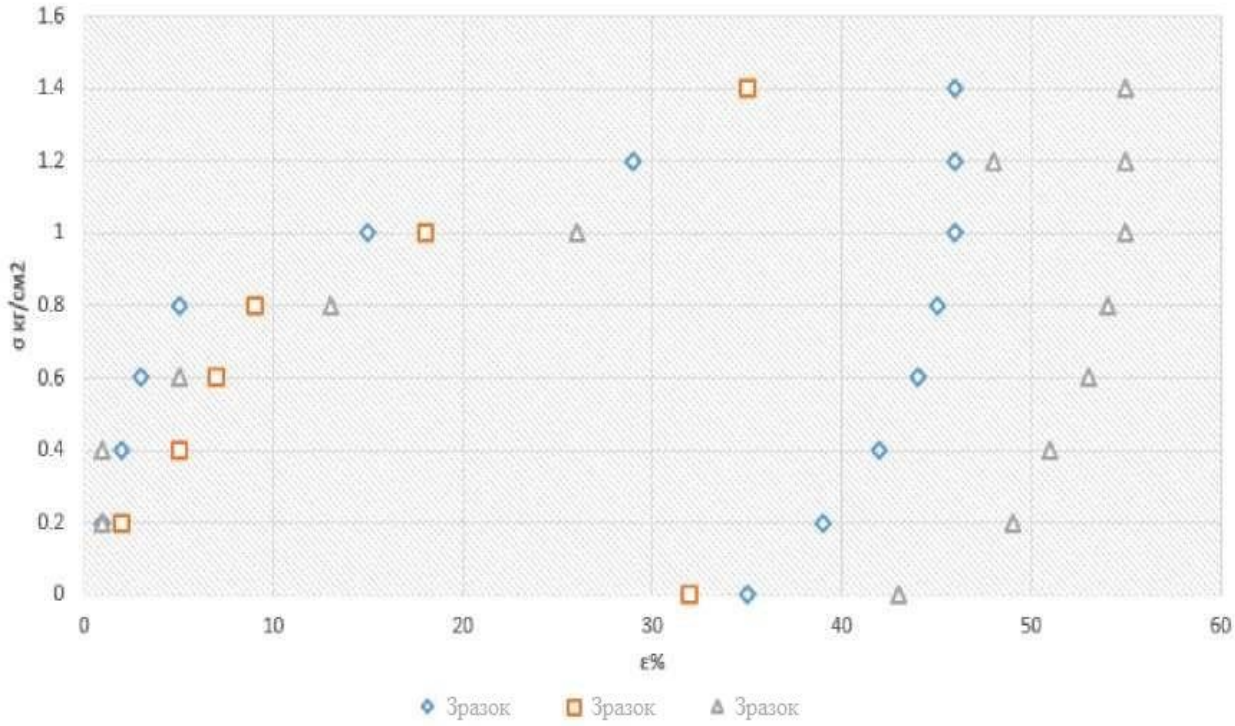


Рисунок 3.6 - Графік обробки результатів випробувань зразка на стиск

Вище представлені графіки обробки результатів випробувань (рис.3.5 і рис.3.6) показують залежність роботи монтажної піни при ступінчастому навантаженні та ступінчастому розвантаженні, що моделюють період експлуатації.

Навантаження та розвантаження зразка моделюють фактичні умови в період експлуатації конструкції шва у літній та зимовий час.

У літній період під температурними впливами відбувається збільшення обсягу зовнішнього шару панелі, що несе, створюючи стиск зразка.

У зимовий період відбувається зменшення обсягу зовнішнього несучого шару панелі, створюючи розтяг зразка.

З результатів випробувань (рис.3.6) видно накопичення зразком пластичних деформацій. Отже, монтажна піна в подальшому не може заповнити об'єм, що звільнився при стисканні панелі без руйнування структури-розриву.

Отримані результати в ході випробувань на розтягування та стиск за

двома - трьома групами відображені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати випробувань

Найменування зразка		b, см	h, см	P,кгс	Розрахунковий опір, $R_{роз.}$ (кгс/см^2)	Початкові деформації*, см	Деформації від проектного значення, %
Розтягування							
1 група	1	10	10	76	0.76		
	2	10	10	42	0.42		
	3	10	10	98	0,98		
2 група	4	10	10	92	0,92	1,1	11
	5	10	10	90	0,9	0,8	8
	6	10	10	100	1	0,65	6,5
3 група	7	10	10	110	1.1	0,5	5
	8	10	10	110	1.1	0,5	5
	9	10	10	110	1.1	0,5	5
Стиснення							
2 група	10 (4)	10,5	10,5	40	0,36	2,5	23,8
	11 (5)	10,5	10,5	40	0,36	1,0	9,5
	12 (6)	10,5	10,5	40	0,36	2,0	19,05
3 група	13	10	10	140	1.4	3.5	35
	14	10	10	80	0.8	3.2	32
	15	10	10	140	1.4	4.3	43
*Деформації в момент розтріскування/розриву зразка							

Випробування зразків на розрив показали, що розрив зразків відбувається частково по піні 60% та частково на межі піни та стінової панелі 40%. Характеристика розриву свідчить про неоднорідність матеріалу.

3.2 Візуальне обстеження

Метою візуального обстеження є оцінка якості виконаних робіт з ремонту міжпанельних швів і виявлення дефектів, що утворилися в пост ремонтний період.

Визначивши кількість об'єктів дослідження їхнє місце розташування, складено маршрутний лист для раціонально-послідовного огляду.

- При візуальному обстеженні відповідно до [15], [16] розглянуто загальний зовнішній стан будинку, його розташування щодо сторін світла, зафіксовано зовнішній стан стінових панелей та міжпанельних швів. Поточний стан міжпанельних швів у будинках серії 121:

- м.Черкасі, вул. Академіка Корольова, 32 . 10-ти поверховий житловий будинок має складну форму у плані з технічним підпіллям та тих поверхом. Зафіксовано наявність проведення фрагментарних ремонтних робіт, зроблених у різний часовий проміжок, цьому свідчить різнотонність покриття та різні заповнювачі швів у вигляді цементно-піщаного розчину та монтажної піни, так само зафіксовано розтріскування захисного шару.

-



Рисунок 3.7 - Південно-західний торець житлового будинку

- м.Черкасі, вул. Героїв Дніпра, 81. По-різному рівневий житловий будинок з 10-ти та 8-ми поверховими блоками має складну форму в плані з технічним підпіллям та тих поверхом. Здійснено ремонтну роботу з утеплення південно-західного торця будівлі, на північно-східному торці зафіксовано фрагментарні деформації у вигляді розривів захисного шару, його відсутність, а також не рівномірне заповнення гирла шва у зонах відсутності захисного шару.

- Ремонт міжпанельних швів торців будівлі проводився у 2014 році із застосуванням монтажної піни.



Рисунок 3.8 - Північно-східний торець житлового будинку

- м.Черкасі, вул.Героїв Дніпра, 87. 10-ти поверховий житловий будинок має складну форму в плані з технічним підпіллям та тих поверхом. Фрагментарно зроблених ремонтних областей не зафіксовано. На фасадній частині зафіксовано часткове оголення гирла шва.

Ремонт міжпанельних швів торців будівлі проводився у 2013 році із застосуванням монтажної піни.



Рисунок 3.9 - Східний торець житлового будинку

- м. Черкаси, вулиця Гагаріна, 27. 10-ти поверховий поверховий житловий будинок має складну форму у плані з технічним підпіллям та тих поверхом. На обох торцях будівлі фрагментарних ремонтів не виявлено поверхню і колір однорідні, таким чином ремонтні роботи з ремонту міжпанельного шва проводилися в один період часу. Зафіксовано наявність

розтріскування захисного шару)

Ремонт міжпанельних швів торців будівлі проводився у 2017 році із застосуванням монтажної піни.



Рисунок 3.10 - Південно-західний торець житлового будинку

За даними з таблиці 3.5 можна дійти невтішного висновку у тому, що стан межпанельных швів у будинках серії 121 задовільний. Імовірність проведення контролю за якістю даних швів близька до 0.

У 2-х із чотирьох будинків зафіксовано наявність суттєвих деформацій у вигляді порушення дискретних зв'язків у панелях, про що свідчить стягування шарів болтами. Два будинки становлять 50% від аналогічно збудованих.

3.3 Інструментальне обстеження

Інструментальне обстеження швів панельного будинку включає тепловізійний контроль за допомогою приладу (тепловізор) для визначення області тепловтрат і дефектів теплоізоляції.

Тепловізійний контроль є неруйнівним методом контролю, заснований на безконтактно-дистанційному вимірі теплового випромінювання і фіксації температури на поверхні конструкцій. У режимі реального часу видає розподіл по зовнішнім конструкціям теплових полів.

Тепловізійний контроль здійснюється згідно з методикою чинного нормативного документа ДБН В.2.2-9:2018 Будинки та споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення. Зі Зміною №. Метод тепловізійного контролю якості теплоізоляції огороджувальних конструкцій» [17].

Прилади та інструменти, що використовуються при проведенні інструментальних вимірювань та фотофіксації:

- тепловізор Fluke Ti32;
- термоанемометр;
- цифровий фотоапарат Nikon D90.

Інфрачервона камера - тепловізор «Fluke 32 Ti» розроблений відповідно до вимог Системи управління якістю, атестованої відповідно до вимог стандарту ISO 9001. Має відповідний сертифікат калібрування та свідоцтво

про повірку.

Тепловізор дозволяє проводити зйомку при температурі повітря від -10 до +50 ° С та відносній вологості до 95 %.

Таблиця 3.4 – Технічні характеристики Fluke Ti32

Діапазон вимірюваних температур (не калібрується нижче -10 °С)	від -20 Х до +600 Х
Похибка вимірювання температури	± 2 Х або 2 % (при температурі 25 Х, вибирається більше значення)
Корекція коефіцієнта випромінювання	Так
Компенсація відбитої температури фону на дисплеї	Так
Коефіцієнта пропускання на дисплеї	Так
Тип приймача випромінювання	320 Х 240, матриця у фокальній площині, мікроболометр, що не охолоджується
Інфрачервоний спектральний діапазон	7,5 мкм ... 14 мкм (довгохвильовий)
Температурна чутливість (NETD)	s 0.045 Х за температури об'єкта 30 Х (<45 мК)
Формати файлів (на тепловізорі)	Не радіометричні (.bmp) або (.jpeg) або повністю радіометричні (,is2)
Перегляд пам'яті	Перегляд та вибір у вигляді піктограм
Стандартні палітри	8
Палітри підвищеної контрастності Ultra Contrast™	8
Швидке перемикання між ручним та автоматичним режимами	Так
Швидке автоматичне регулювання шкали в ручному режимі	Так
Мінімальна ширина діапазону (в ручному режимі &	2.5 Х
Мінімальна ширина діапазону (в автоматичному режимі)	5 Х
Колірна сигналізація (сигналізація за температурою)	Сигналізація високої температури (задається користувачем)
Батареї	Два блоки літій-іонних інтелектуальних акумуляторних батарей
Час роботи батарей	Більше чотирьох годин безперервної роботи на один блок батарей (при 50%

	яскравості РК дисплея)
Випробування падіння	З висоти 2 метри зі стандартним об'єктивом
Розміри (В х Ш х Д)	27,7 см х 12,2 см х 17,0 см (10.9 дюймів х 4,8 дюйма х 6,7 дюймів)
Вага (включаючи батарею)	1,05 кг
Кількість підтримуваних мов	16

Тепловізійне обстеження здійснюється з 7:00 до 7:40 за місцевим часом для виконання вимоги ДСТУ-Н Б В.2.6-101:2010 «Обстежувані поверхні не повинні перебувати в зоні прямого та відбитого сонячного опромінення протягом 12 годин до проведення вимірювань» [17] за відсутності атмосфери.

Проведення вимірів:

1) На вибраному місці, у віддаленій точці від будівлі для повного або часткового захоплення поверхні контракції, включається, налаштовується тепловізор та проводиться зйомка;

2) Вимірюємо температуру зовнішнього повітря за допомогою термоанемометра;

3) Вимірюємо швидкість вітру поблизу поверхні конструкції у зв'язку з проведенням зовнішнього обстеження;

4) Виконується обробка результатів.

Обробка результатів.

Отримані в результаті обстеження термограми обробляють для отримання записаного у цифровому вигляді теплового розподілу температур на поверхні конструкцій, що огороджують.

1) Обробка термограм здійснює перехід від радіаційних температур, що реєструються тепловізором, до справжніх температур поверхні.

2) Аналіз термограм є процедуру, спрямовану на виявлення причин виникнення температурних аномалій з метою виявлення порушення теплоізоляції огороджувальних конструкцій або зниження її якості.

Час огляду: з 7:00 до 7:40.

Опади: були відсутні.

Таблиця 3.5 - Результати тепловізійної зйомки огороджувальних конструкцій панельних будинків серії 121 зовні будівлі

Вимірювана точка	Швидкість вітру поблизу конструкції, м/с	Температура на поверхні шва, °С	Температура зовнішнього повітря, °С	Температура внутрішнього повітря, °С
вул. Академіка Корольова, 32, південно-західний торець				
min температура	0,62	-16,9	-15,0	+21*
max температура		-9		
Середнє значення		-12,95		
вул. Героїв Дніпра, 81, північно-східний торець				
min температура	0,08	-15,3	-15,0	+21*
max температура		-7,9		
Середнє значення		-11,6		
вул. Героїв Дніпра, 87				
min.температура(північно-західний торець 10-ти поверхової частини будівлі)	0,14	-16,4	-14,5	+21*
max температура(північно-західний торець 10-ти поверхової частини будівлі)		-10,5		
Середнє значення		-10,45		
Min температура(північно-західний торець 6-ти поверхової частини будівлі)	0,08	-17,5		
max температура(північно-західний торець 6-ти поверхової частини будівлі)		-10,3		
Середнє значення		-13,9		

вул. Гагаріна, 27, східний торець				
min пемпература	0.08	-16,1	-14,5	+21*
max температура		-10,5		
Середнє значення		-13,3		
*- температура внутрішнього повітря прийнята умовно, згідно з ДСТУ Б EN 15251:2011 середня температура повітря всередині приміщення становить 21°С				

Всі термограми оброблені за допомогою програмного продукту Fluke SmartView та застосована палітра з високим контрастом для чіткого визначення меж переходу температури від чорного через синій до жовтобілого.

Для приведення всіх термограм до однаковості задана загальна шкала з температурними межами від -20.1°С до -5°С та температурою фону, що дорівнює температурі зовнішнього повітря.

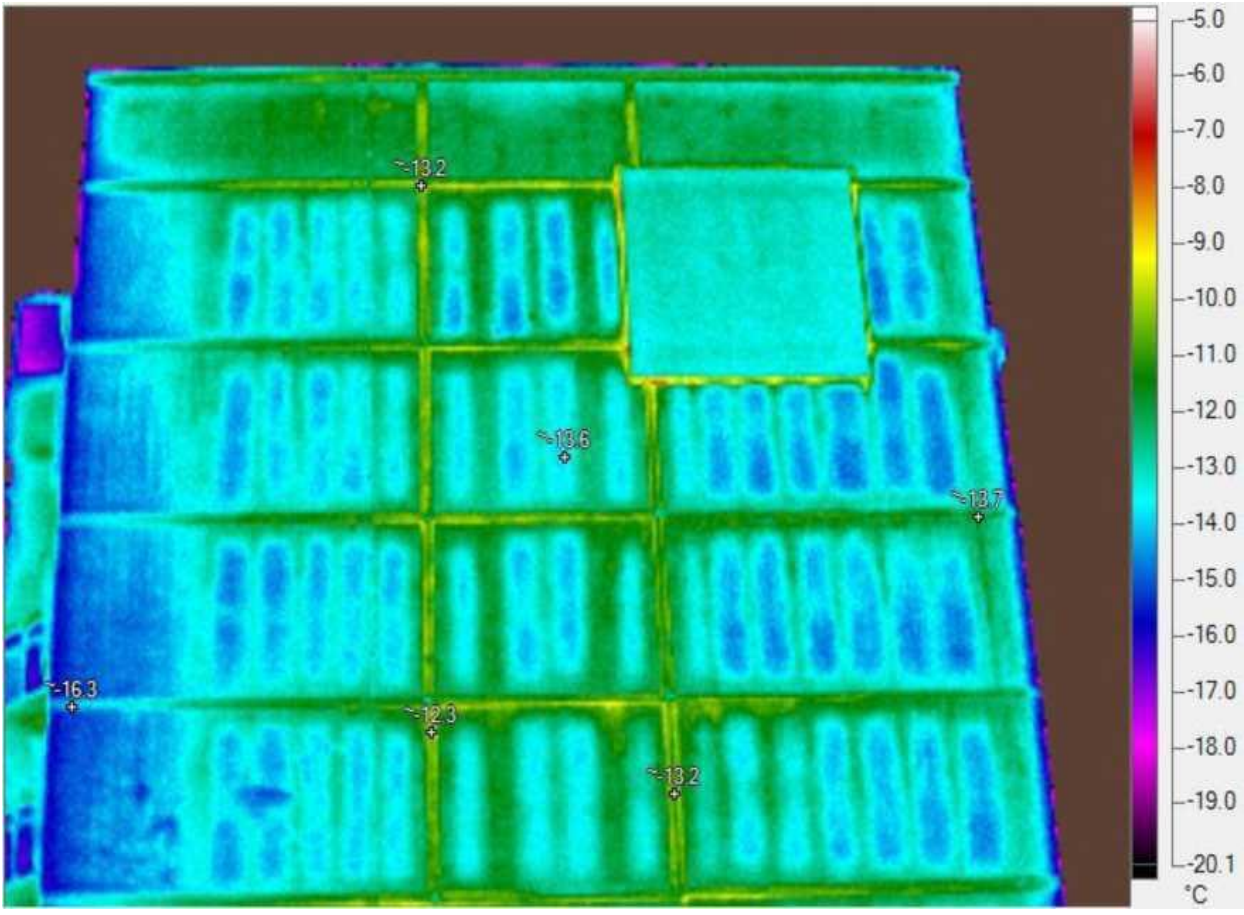


Рисунок 3.11 - Термограма IR000092 верхньої частини південно-західного торця житлового будинку на вул. Академіка Королева, 32

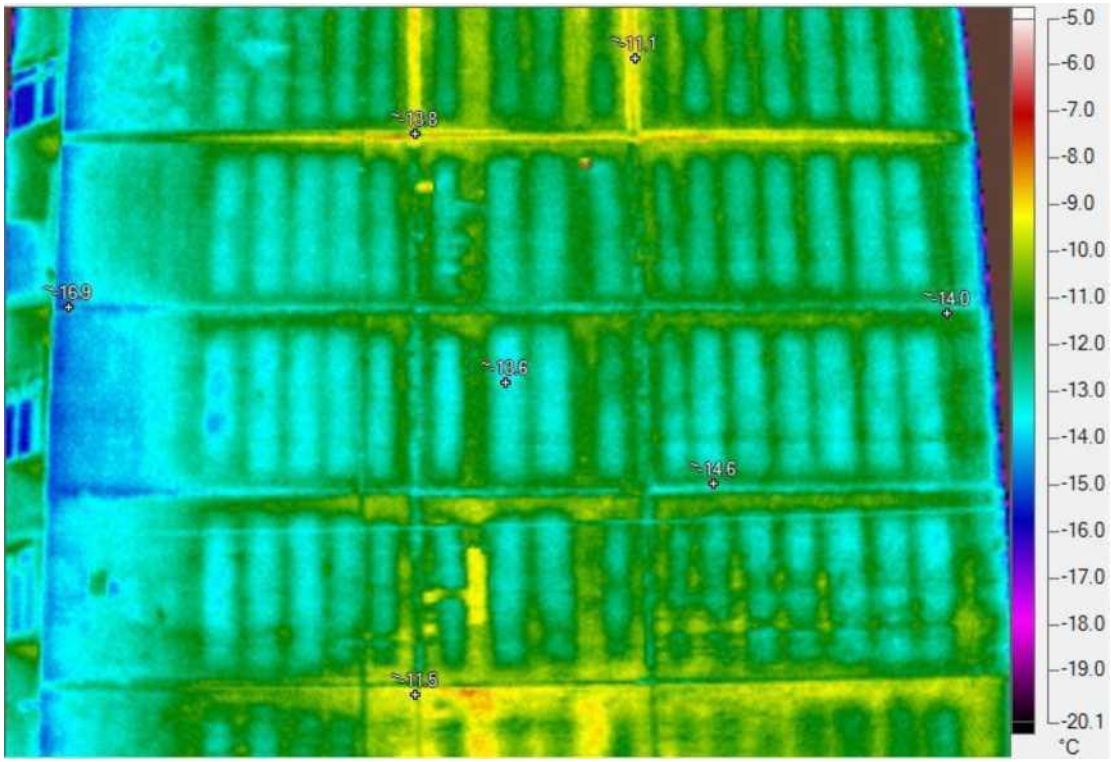


Рисунок 3.12 - Термограма IR000090 середньої частини південно-західного торця житлового будинку на вул. Академіка Королева, 32

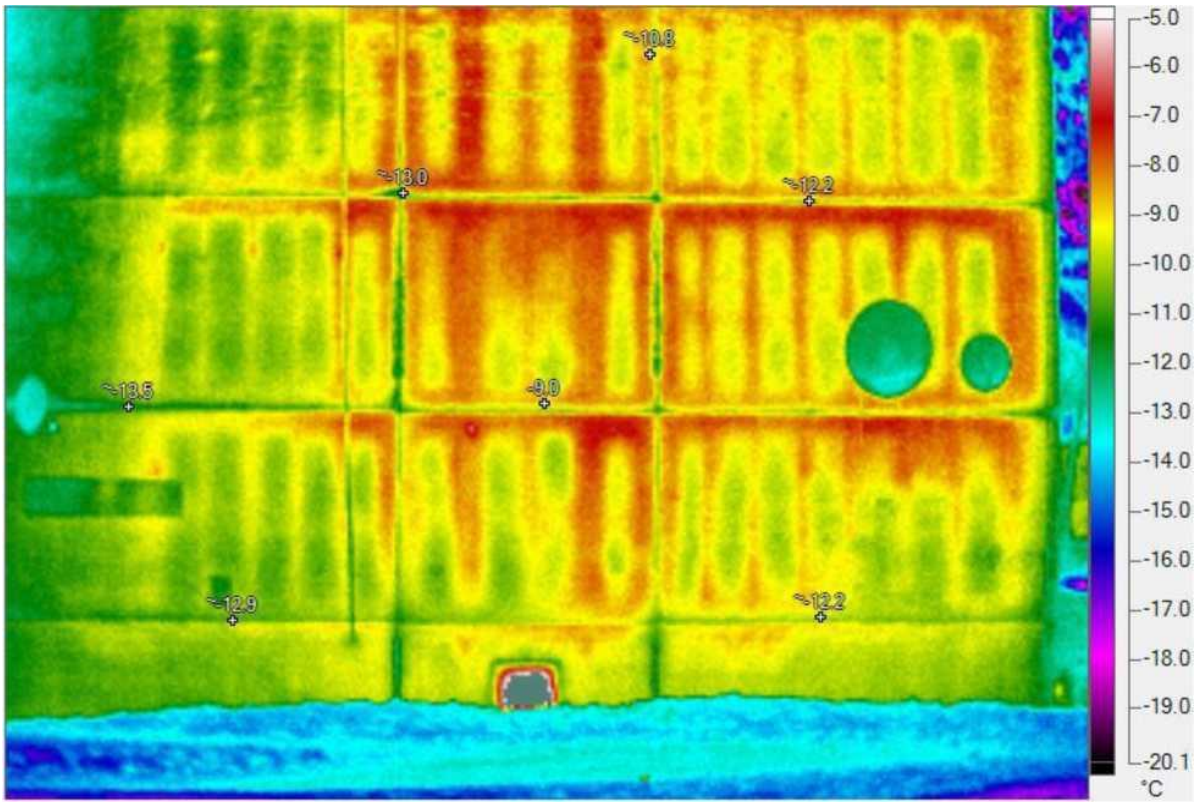


Рисунок 3.13 - Термограма IR000088 нижньої частини південно-західного торця житлового будинку на вул. Академіка Королева, 32

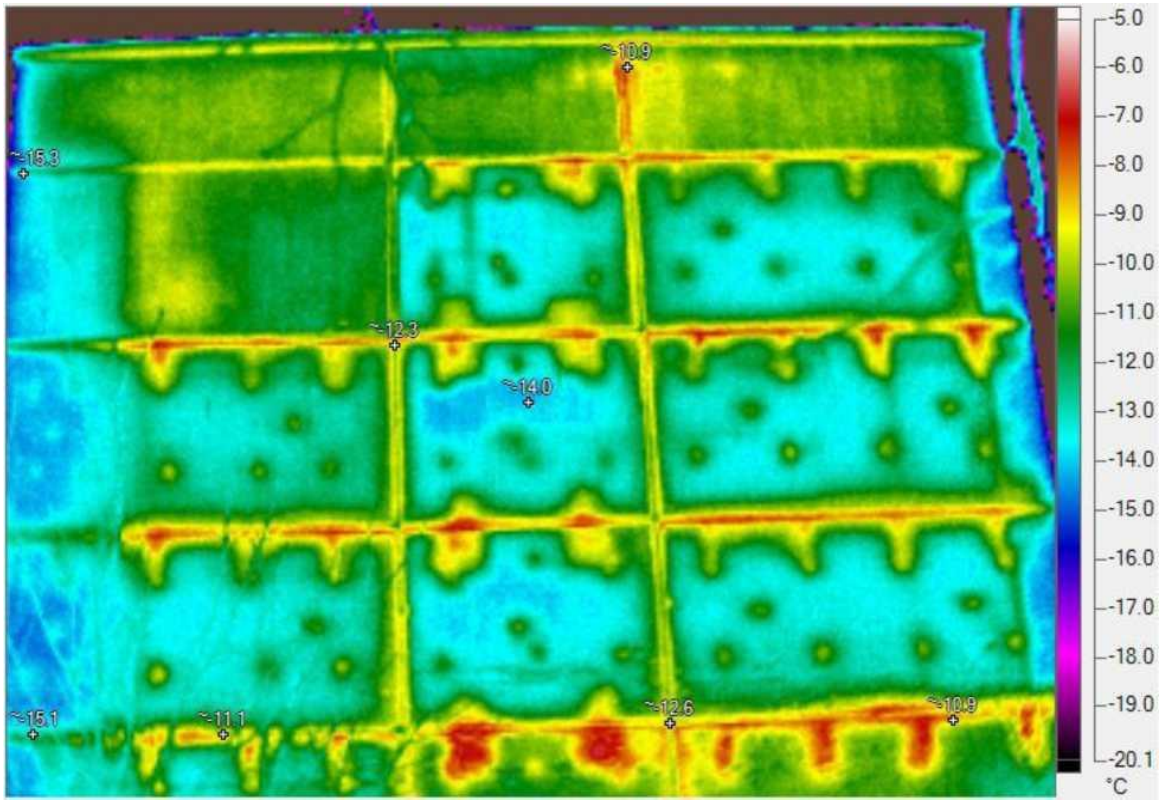


Рисунок 3.14 - Термограма IR000087 верхньої частини північно-східного торця житлового будинку на вул. Героїв Дніпра, 81

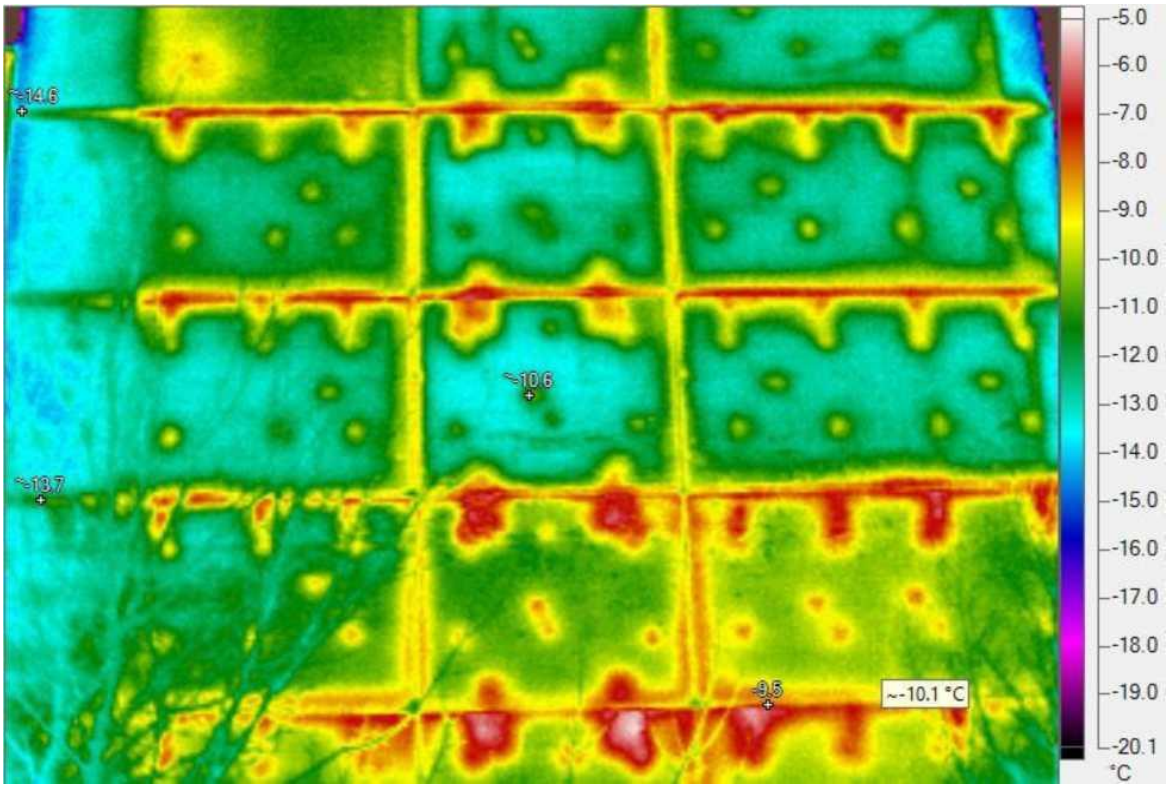


Рисунок 3.15 - Термограма IR000086 середньої частини північно-східного торця житлового будинку на вул. Героїв Дніпра, 81

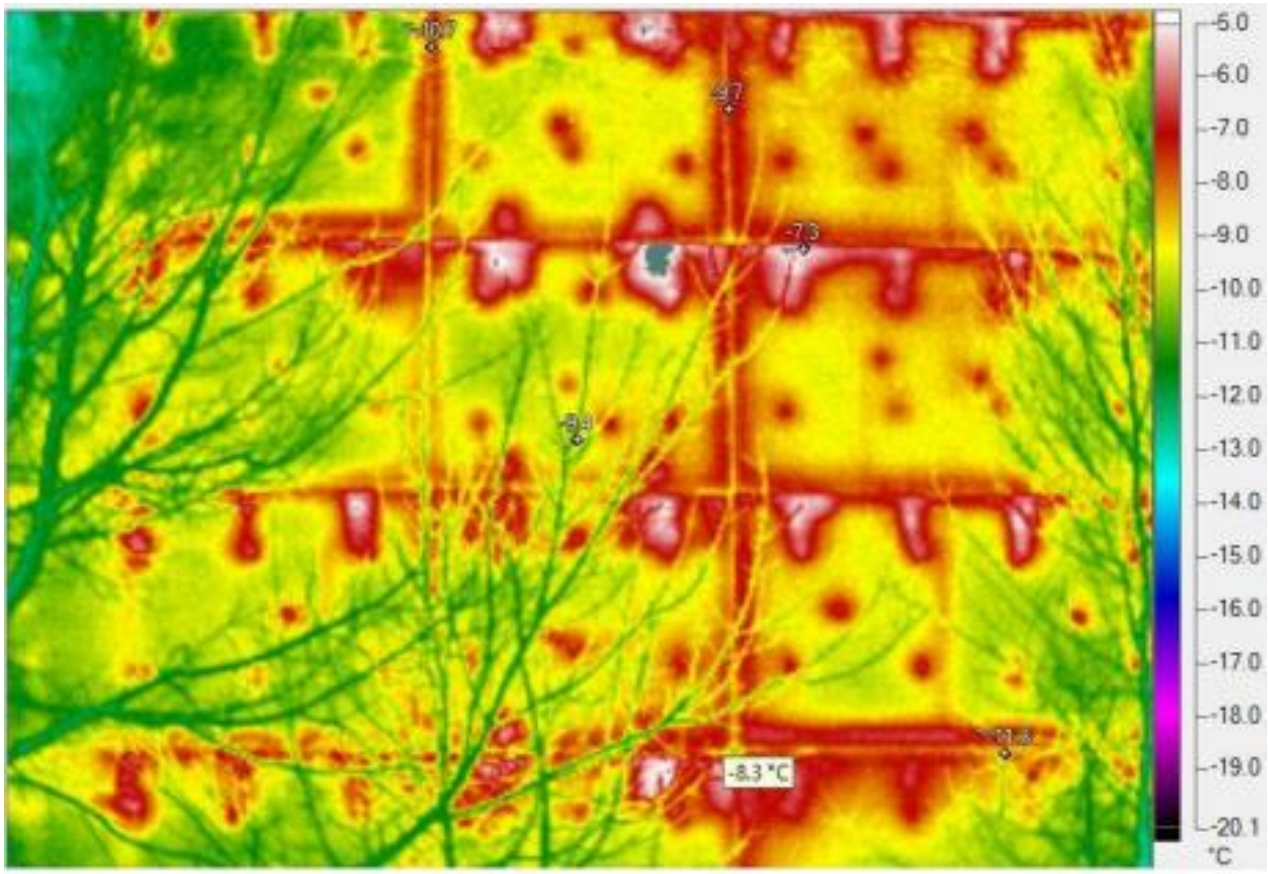


Рисунок 3.16 - Термограма IR000086 середньої частини північно-східного торця житлового будинку на вул. Героїв Дніпра, 81

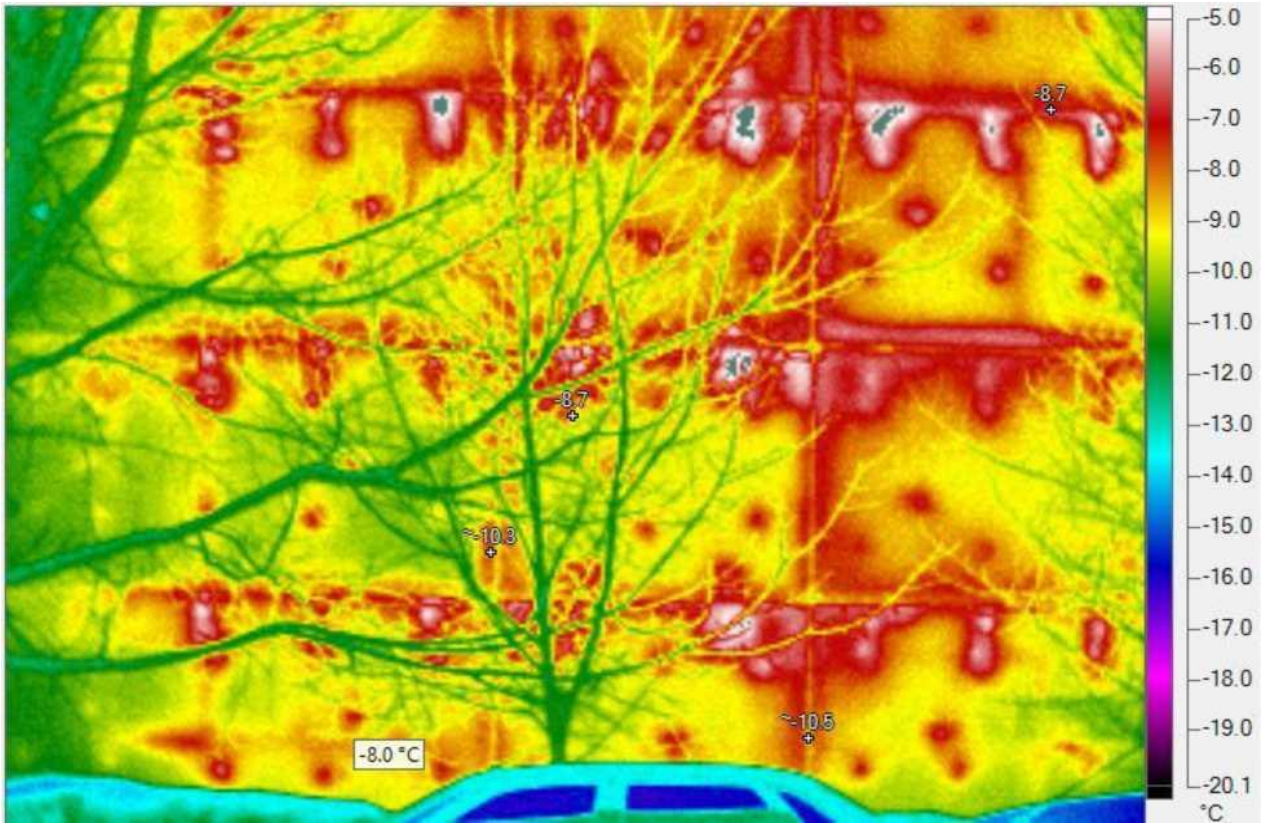


Рисунок 3.17 - Термограма IR000084 нижньої частини північно-східного торця житлового будинку на вул. Героїв Дніпра, 81

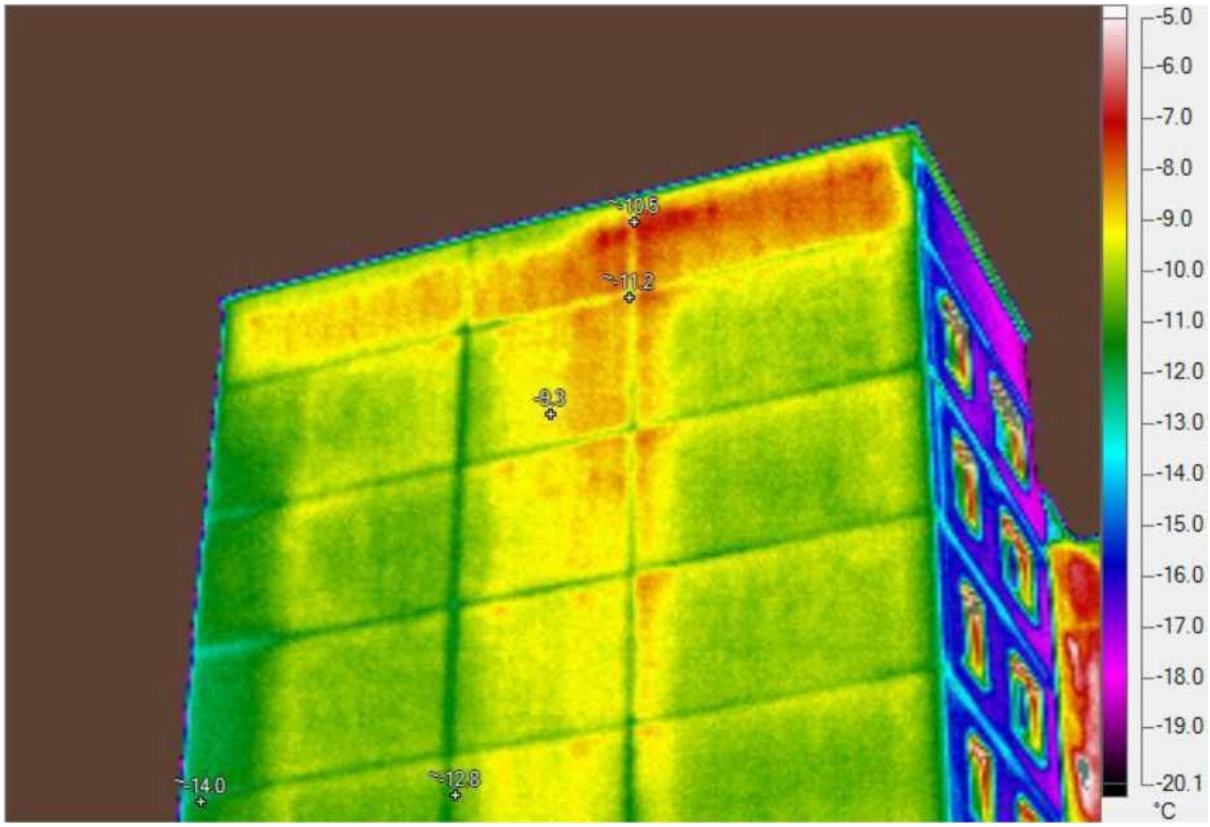


Рисунок 3.18 - Термограма IR000094 верхньої частини східного торця житлового будинку на вул. Гагаріна, 27

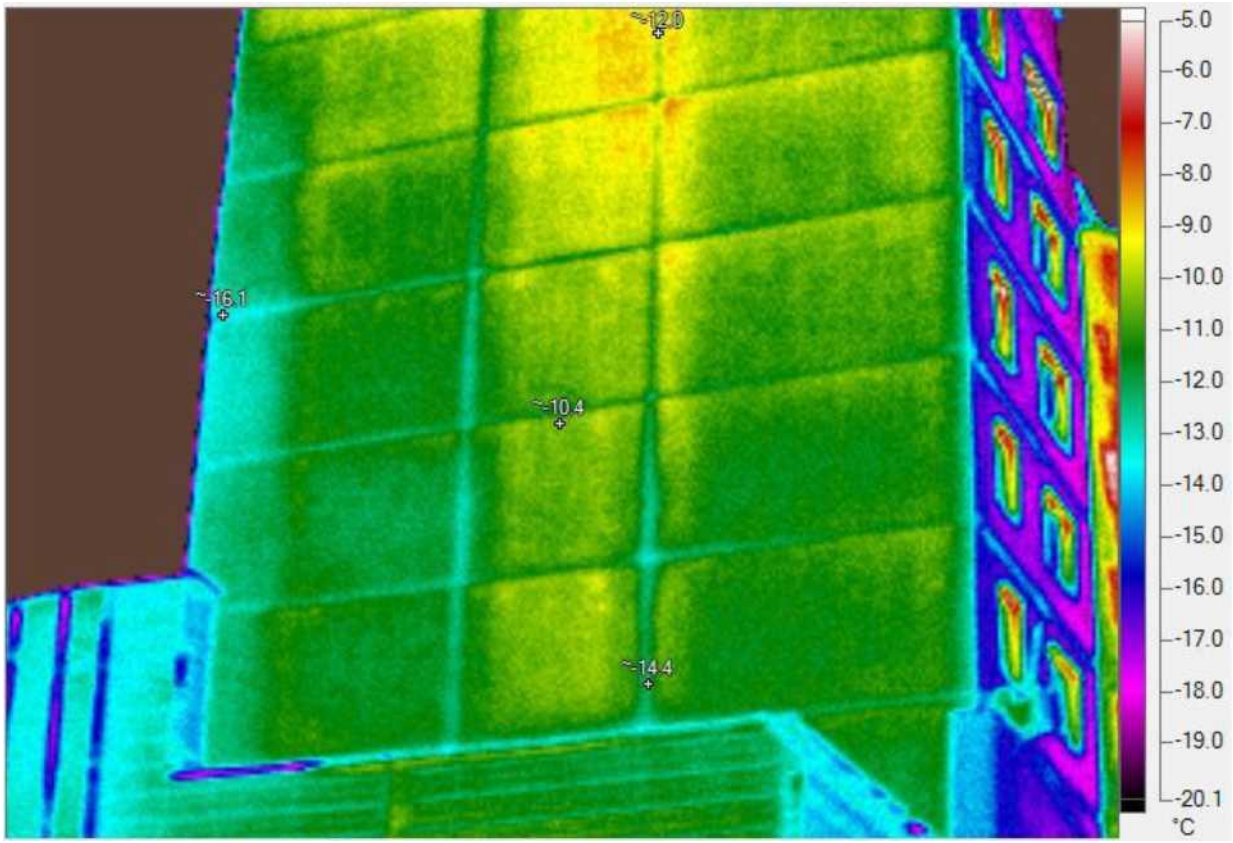


Рисунок 3.19 - Термограма IR000093 середньої частини східного торця житлового будинку на вул. Гагаріна, 27

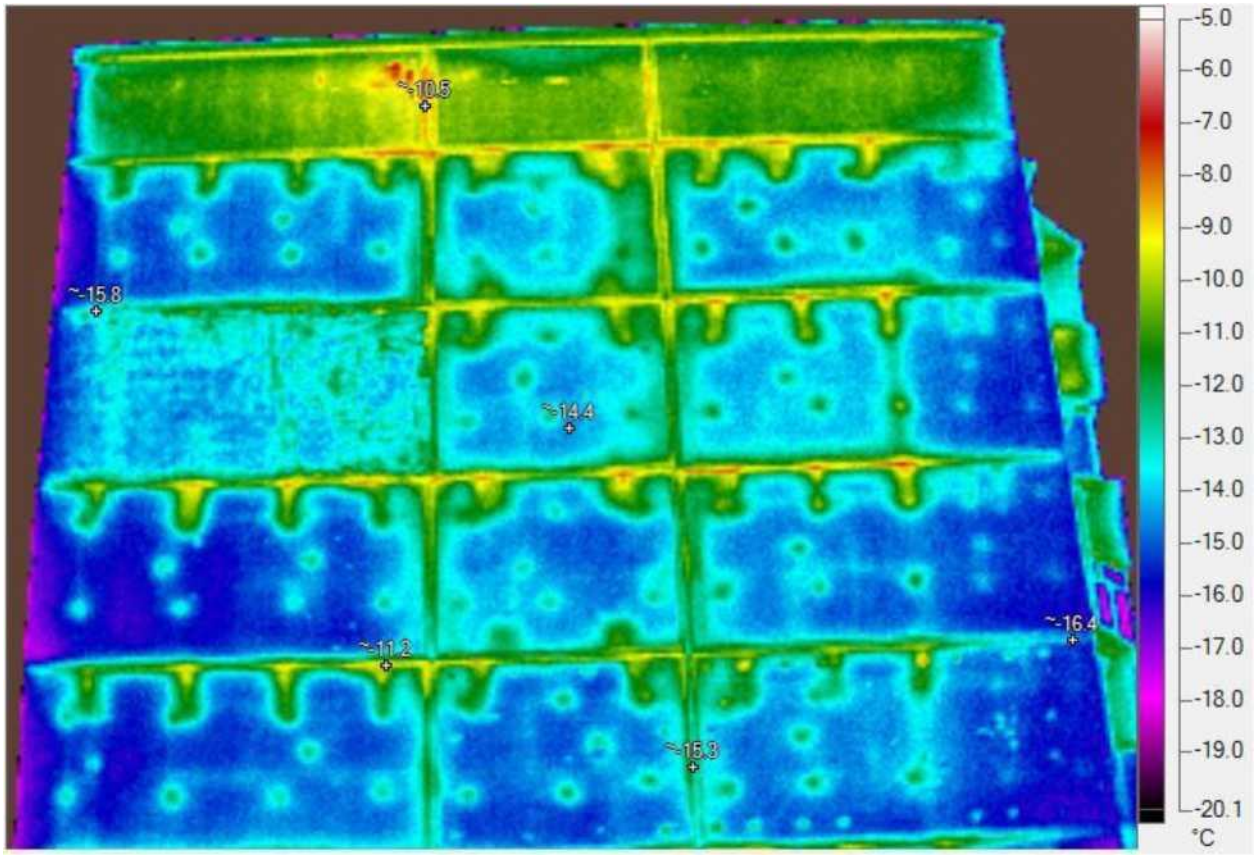


Рисунок 3.20 - Термограма IR000099 верхньої 10 поверхової частини північно-західного торця житлового будинку по вул. Героїв Дніпра, 87

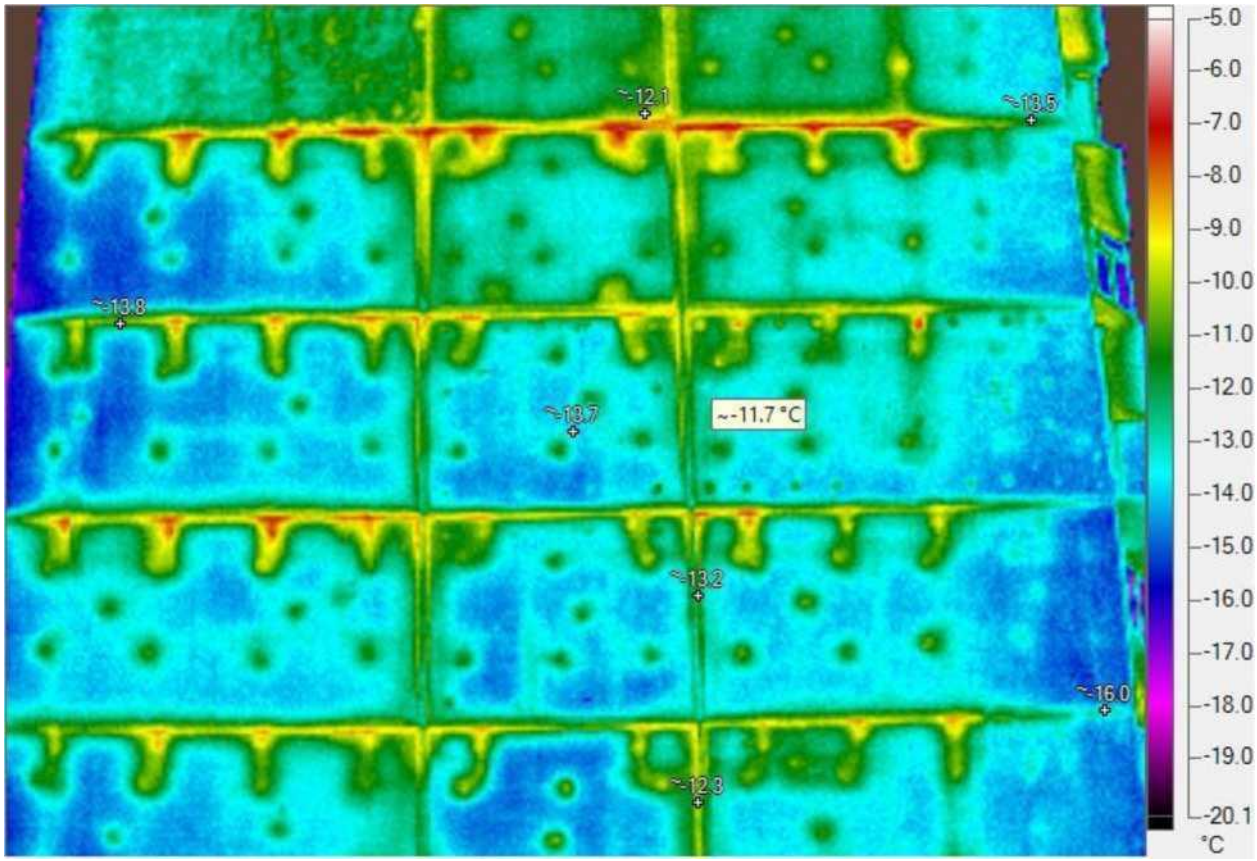


Рисунок 3.21 - Термограма IR000098 середньої 10 поверхової частини північно-західного торця житлового будинку по вул. Героїв Дніпра, 87

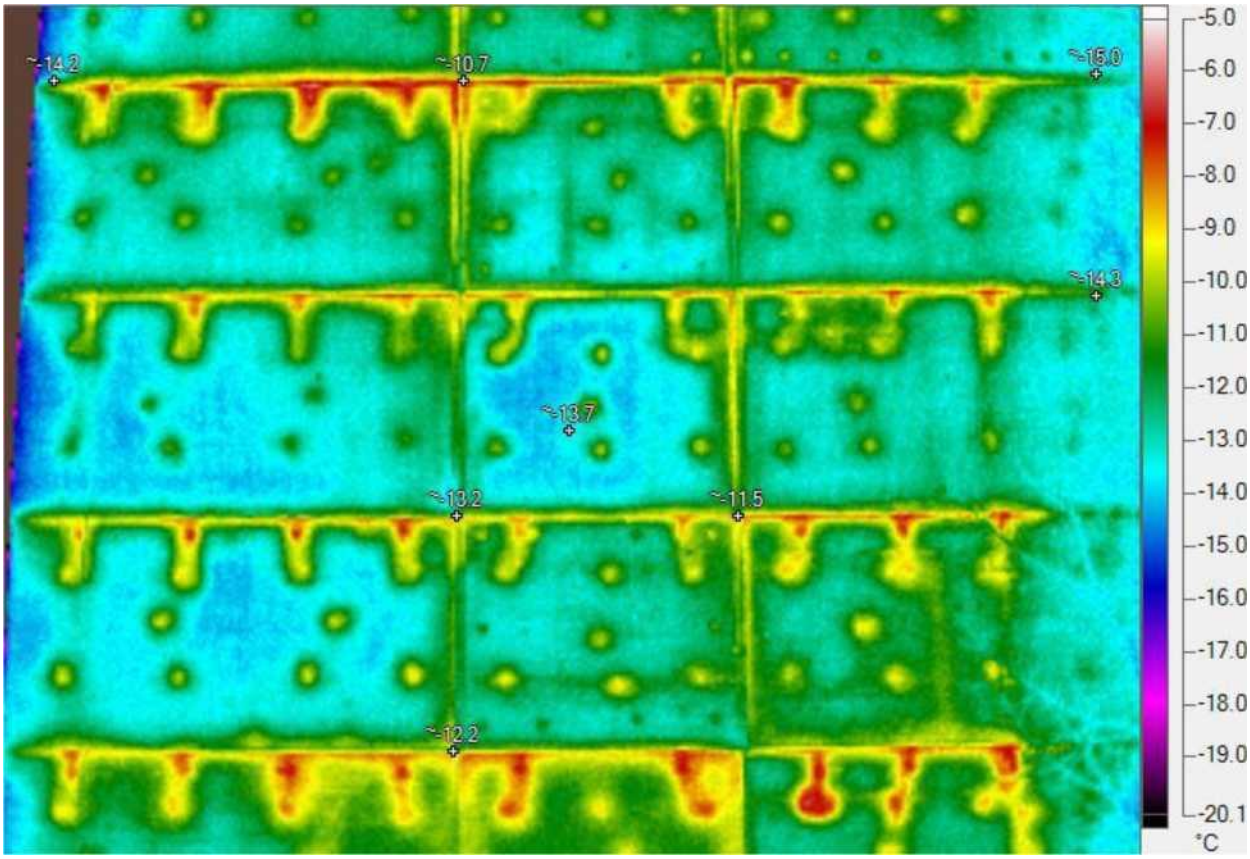


Рисунок 3.22 - Термограма IR000097 середньої 10-ти поверхової частини північно-західного торця житлового будинку на вул. Героїв Дніпра, 87

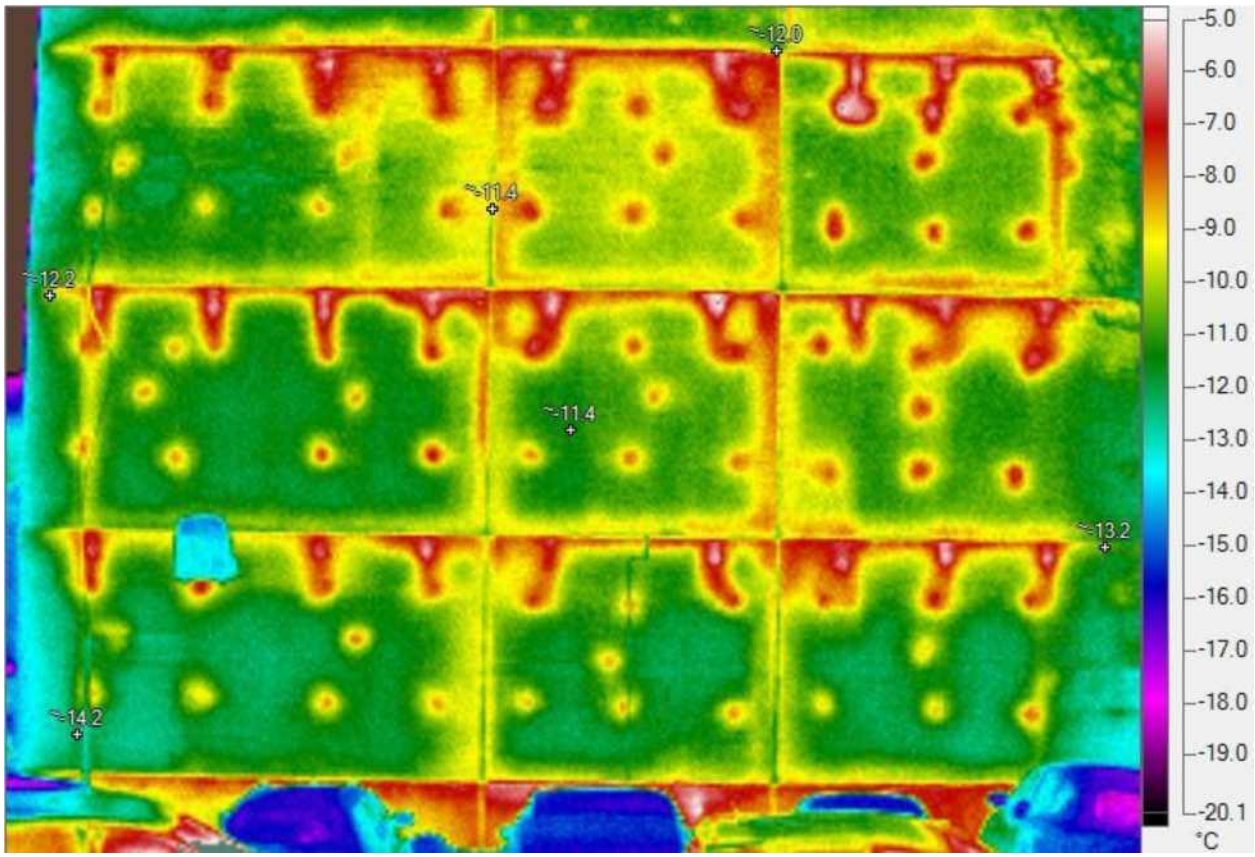


Рисунок 3.23 - Термограма IR000095 нижньої 10 поверхової частини північно-західного торця житлового будинку по вул. Героїв Дніпра, 87

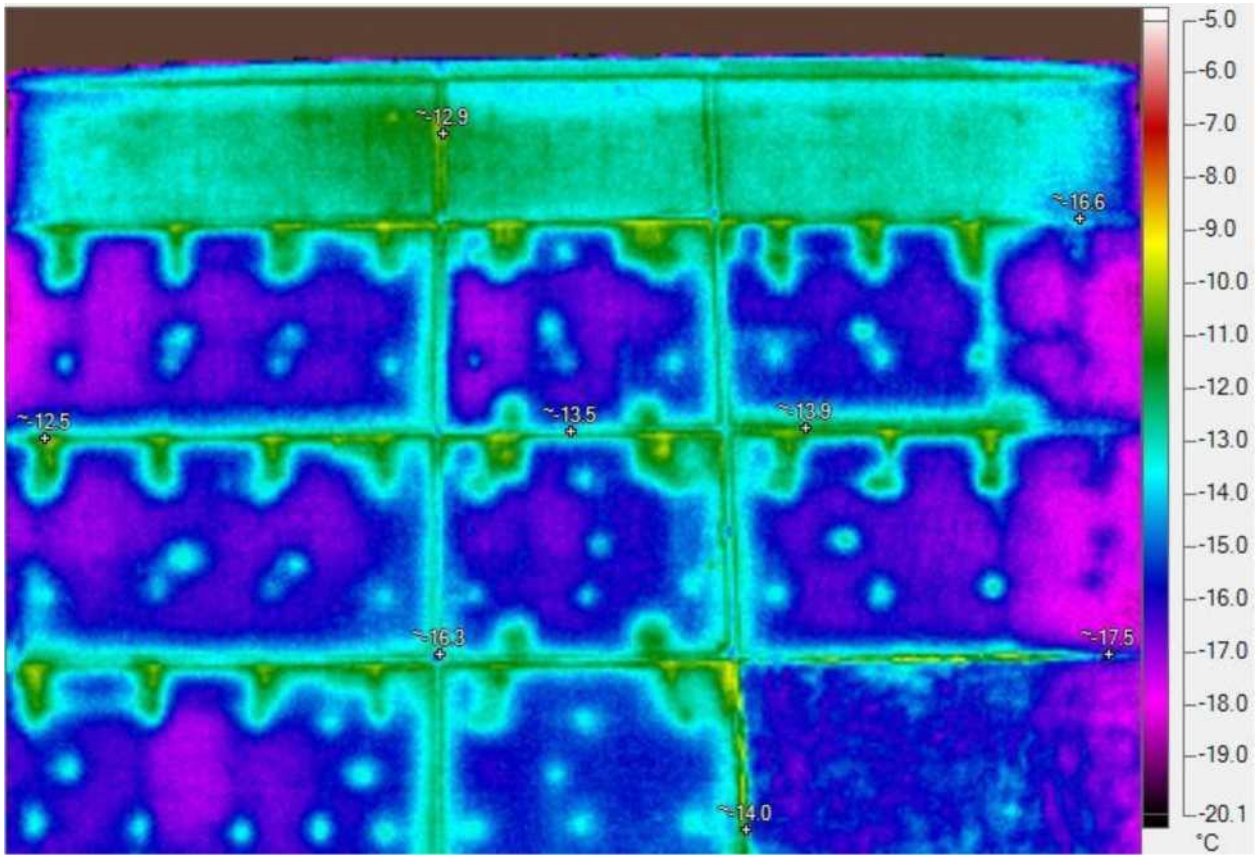


Рисунок 3.24 - Термограма IR000102 верхньої 6-ти поверхової частини північно-західного торця житлового будинку вул. Героїв Дніпра, 87

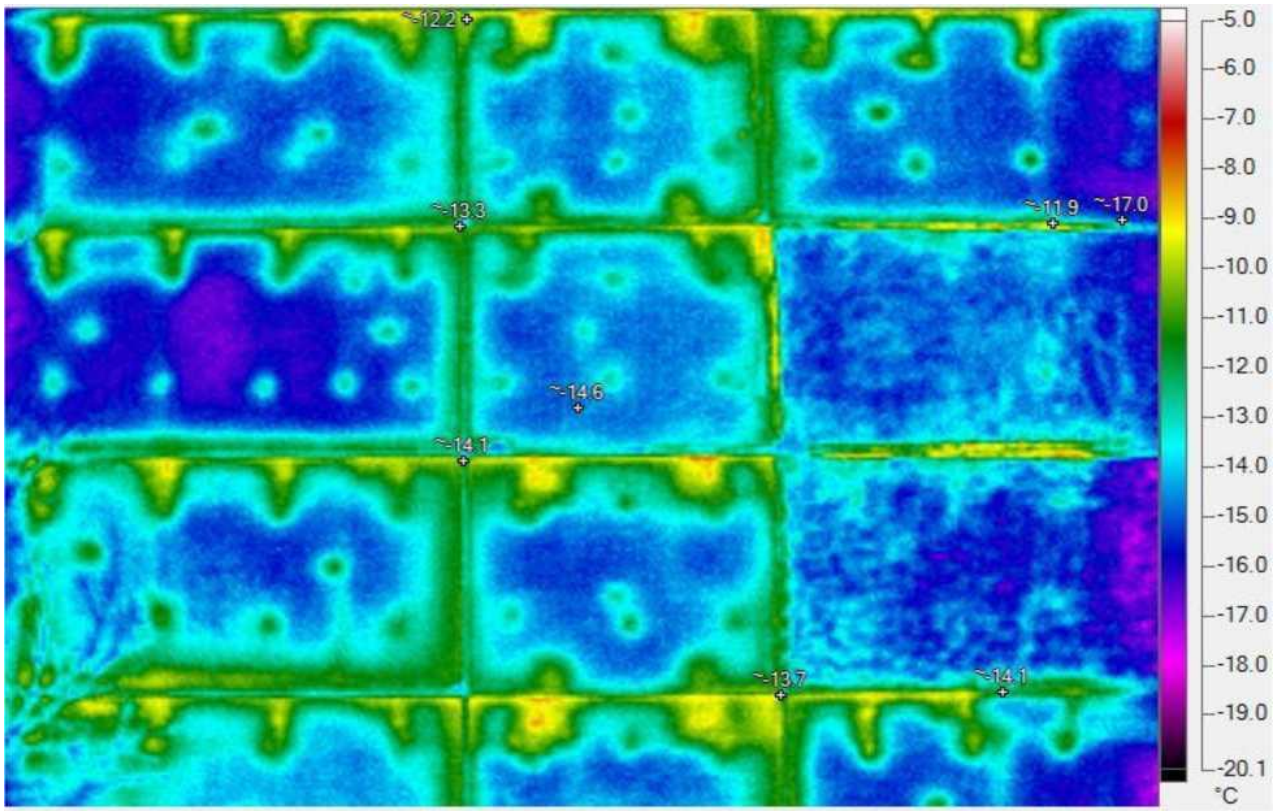


Рисунок 3.25 - Термограма IR000101 середньої 6-ти поверхової частини північно-західного торця житлового будинку вул. Героїв Дніпра, 87

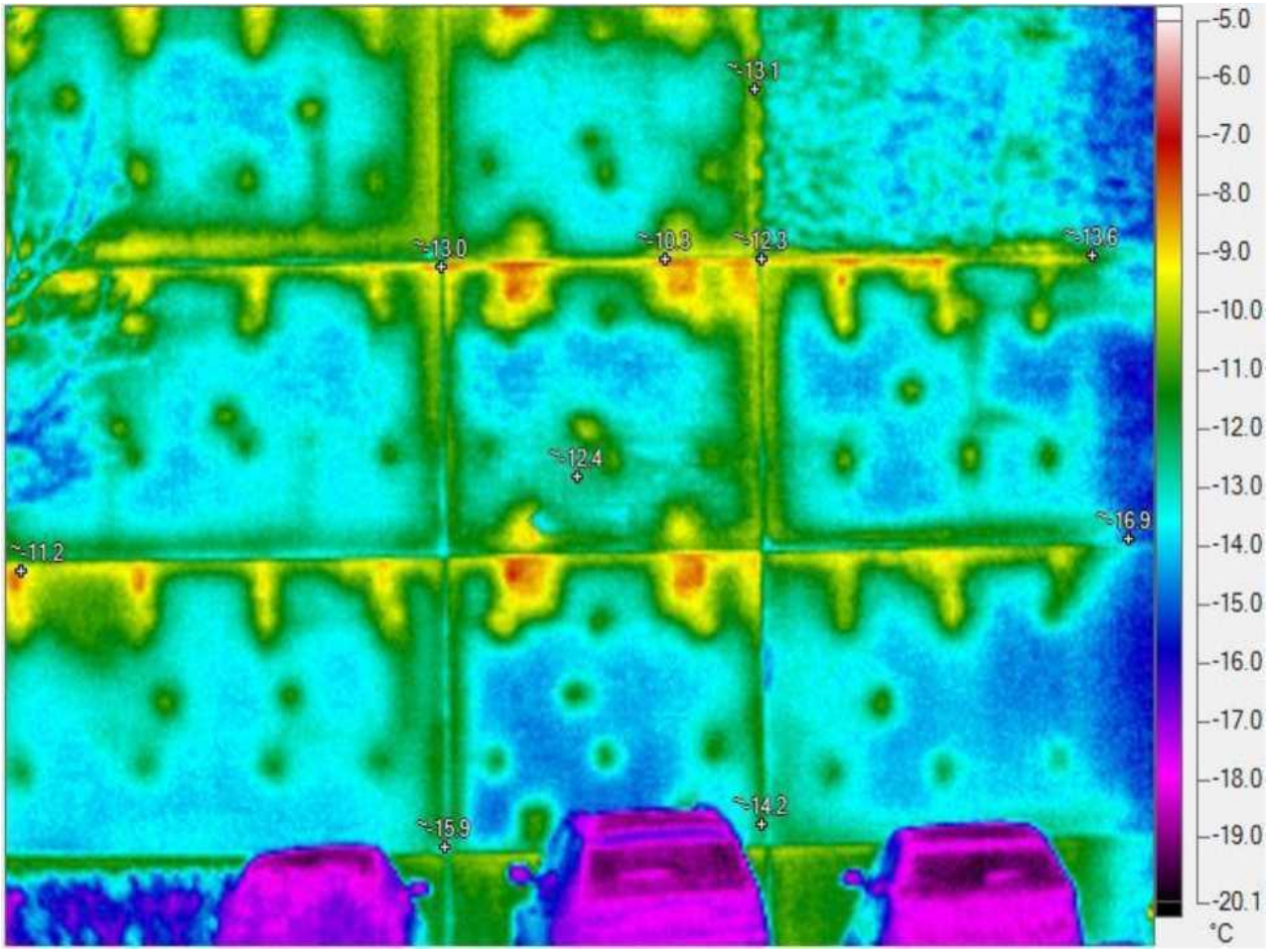


Рисунок 3.26 - Термограма IR000100 середньої 6-ти поверхової частини північно- західного торця житлового будинку вул. Героїв Дніпра, 87

По термограм можна побачити, що найбільші тепловтрати розташовуються в зоні міжпанельних швів.

Таблиця 3.6 – Узгодження результатів

Адрес объекта исследования	Дата ремонта	Средняя t фасада, °C	Средняя t шва, °C	%*
вул. Академіка Королева, 32		-13,6	-12,95	18,75
вул. Героїв Дніпра, 81	2014	-14	-11,6	33,21
вул. Героїв Дніпра, 87	2017	-13,5	-12,17	15,55
вул. Гагаріна, 27	2013	-11,6	-13,3	9,05
*- Відсоткове співвідношення різниці температури шва щодо температури фасаду				

Конструкція стику повинна забезпечувати - опір теплопередачі не нижче значення опору теплопередачі для зовнішніх огороджувальних конструкцій.

За термограмами зафіксовані області витоку тепла, розташовані у зоні міжпанельного шва. Таким чином можна зробити висновок про його негерметичність і погану теплопровідність, що допускає промерзання внутрішньої огороджувальної конструкції.

3.4 Рекомендації щодо забезпечення експлуатаційних показників під час ремонту міжпанельних швів

З огляду на сучасний розвиток науки і техніки вимоги до багатоквартирних житлових будинків у нормативній документації змінюється.

Перші вимоги щодо енергоефективності були розроблені та внесені до СНиП у 1995 та 1998 роках щодо збільшення величини питомих енерговитрат на опалення будівель у опалювальний період.

У 2003 році до СНіП «Тепловий захист будівель» включено нормативи показника енергоефективності щодо обмеження питомої річної витрати теплової енергії на опалення будівлі. Почалося виробництво нових менш теплопровідних будівельних матеріалів.

Наказ від 08.07.2016 № 220 Про затвердження ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель, метою якого було створення нових правових актів для зменшення обсягу ісользуемих енергетичних ресурсів.

Наказ від 30.12.2021 № 366 Про затвердження державних будівельних норм, який затвердив ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» для встановлення класу енергетичної ефективності багатоквартирних житлових будинків в обов'язковому порядку встановлюється зниження значень нормованих показників сумарних питомих річних витрат теплової енергії на опалення, вентиляцію і ГВП, і навіть максимально допустимі величини відхилень від нормованих показників стосовно базовому значенню.

У ході дослідження герметизації міжпанельних швів будинків серії 121 виявлено:

-при візуальному обстеженні встановлено наявність деформацій гирла шва як розриву мастики та її часткове відсутність заповнення гирла;

-при інструментальному обстеженні встановлено наявність ділянок з найбільшими втратами тепла.

На дату строительства объектов исследования действовала нормативная документация в области теплотехнического расчета ограждающих конструкций:

1) ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» [23].

2) ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія» [24].

3) ДБН В.2.2-15:2019 «Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. Зі Зміною № 1» [25].

На текущий момент проектирование тепловой защиты зданий осуществляется согласно нормативам:

1) ДСТУ 9191:2022 «Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель» [26].

2) ДСТУ Б EN 15251:2011 «Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (EN 15251:2007, IDT)»[29].

Зробимо порівняльний аналіз розрахунків термічного опору огороджувальної конструкції на дату будівництва та поточну дату.

Знайти або відтворити технічну документацію з характеристиками (щільність матеріалів) панелей і конструкцій неможливо, тому в ході розрахунку використані дані наближених аналогів, що допускає похибку за даних умов.

Розрахунок термічного опору зовнішньої тришарової огороджувальної конструкції на дату будівництва об'єкта.

Опір теплопередачі R_0 огороджувальних конструкцій слід приймати рівним економічно доцільному опору теплопередачі $R_0^{ек}$, визначеному виходячи з умови забезпечення найменших наведених витрат, відповідно до п.2.15, але у всіх випадках не менше необхідного опору теплопередачі $R_0^{необ}$ за санітарно-гігієнічними умовами.

Економічно доцільний опір теплопередачі на момент будівництва визначити неможливо через відсутність та неможливість отримання даних про собівартість будівельно-монтажних робіт будинку та вартості теплової енергії на момент будівництва.

Необхідний опір теплопередачі за санітарно-гігієнічними умовами визначається за такою формулою:

$$R_0^{необ} = \frac{n}{\Delta t^{н} \alpha_{в}}, \quad (3.3)$$

де Δt^{H} - нормативний температурний перепад між температурою внутрішнього повітря та температурою внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції, що приймається за табл. 2, Δt^{H} = 4℃;

n - коефіцієнт, що приймається в залежності від положення зовнішньої поверхні конструкцій, що захищають по відношенню до зовнішнього повітря за табл. 3, n = 1;

$t_в$ - розрахункова температура внутрішнього повітря, що приймається за ДСТУ EN 482:2022 «Повітря робочої зони. Загальні вимоги до характеристик методик вимірювання вмісту хімічних речовин (EN 482:2021, IDT)»[27] та нормами проектування відповідних будівель та споруд, за п.3.3 ДБН В.2.2-15:2019 «Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення» $t_в$ = 18°С;

$t_з$ - розрахункова зимова температура зовнішнього повітря, що

приймається відповідно до п.2.3

$\alpha_в$ - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огороджувальних конструкцій за табл. 4, $\alpha_в = 7,5$.

Теплова інерція D огороджувальної конструкції визначається за формулою :

$$D = R_1s_1 + R_2s_2 + \ldots + R_ns_n, \quad (3.4)$$

де R_n - термічний опір окремих шарів огороджувальної конструкції, м$^{2\circ}$ С/Вт;

s_n - розрахункові коефіцієнти теплозасвоєння матеріалу окремих шарів огороджувальної конструкції, Вт/(м^2°С).

Термічний опір шару огороджувальної конструкції визначається за такою формулою:

$$R = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (3.5)$$

де δ – товщина шару, м;

λ - розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/(м°С), що приймається.

Умови експлуатації огороджувальних конструкцій залежно від режиму вологості приміщень і зон вологості району будівництва для вибору теплотехнічних показників матеріалів зовнішніх огорож, визначається за ДБН В.2.6-31:2021. Рона вологості суха. Вологісний режим приміщень нормальний.

Таблиця 3.7- Характеристики стінової панелі

Найменування шару	Товщина шару, м	Розрахунковий коефіцієнт теплозасвоєння матеріалу, s_n, Вт/(м^2°С)	Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару, λ, Вт/(м°С)	Термічний опір, R, м^2°С/Вт
Зовнішній керамзитобетонний шар, ρ -1200 кг/м^3	0,08	7,75	0,52	0,154
Утеплювач ПСБ, ρ-40 кг/м^3	0.150	0,89	0,041	3,66
Внутрішній керамзитобетонний шар, ρ-1400кг/м^3	0,170	9,14	0,65	0,262

$$D = 0{,}154*7{,}75+3{,}65*0{,}89+0{,}262*9{,}14=6{,}84$$

t_3 приймаємо рівної середньої температури найхолодніших трьох діб.

$$R_0^{\text{необ}} = \frac{nt_в - t_з}{\Delta t^н \alpha_в} = \frac{1*18-(-30)}{4*8{,}7} = 1{,}37 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$$

Опір теплопередачі конструкції визначається за формулою:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_в} + R_н + \frac{1}{\alpha_з}, \quad (3.6)$$

де $\alpha_з$ - коефіцієнт тепловіддачі для зимових умов зовнішньої поверхні огороджувальної конструкції, $\alpha_з$ = 20;

$R_н$ - термічний опір огороджувальної конструкції.

Термічний опір огороджувальної конструкції визначається за такою формулою:

$$R_н = R_1 + R_2 + \cdots + R_n, \quad (3.7)$$

де R_n - термічний опір окремого шару огороджувальної конструкції

$$R_н = 0,154 + 3,66 + 0,262 = 4,08 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + 4,08 + \frac{1}{23} = 0,115 + 4,08 + 0,04 = 4,23\text{м}^2\text{°C/Вт}$$

Розрахунок термічного опору зовнішньої тришарової огороджувальної конструкції відповідає вимогам нормативної документації щодо теплового захисту будівель на момент будівництва.

Теплозахисна оболонка будівлі ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» повинна відповідати вимогам:

а. наведений опір теплопередачі окремих огороджувальних конструкцій має бути не меншим за нормовані значення (поелементні вимоги);

б. питома теплозахисна характеристика будівлі повинна бути не більшою за нормоване значення (комплексна вимога);

в. температура на внутрішніх поверхнях огороджувальних конструкцій повинна бути не нижчою від мінімально допустимих значень (санітарно-гігієнічну вимогу).

Вимоги теплового захисту будівлі будуть виконані при одночасному виконанні вимог а), б) та в).

Зважаючи на відсутність проектної документації на багатоквартирний житловий будинок, питому теплозахисну характеристику будівлі визначити неможливо (пункт б).

Виконаємо визначення наведеного опору теплопередачі для тришарової огороджувальної конструкції стіни та відповідність конструкції санітарно-гігієнічним вимогам.

Вихідні дані для розрахунку:

Зона вологості району будівництва – суха (ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель»[26]);

Відносна вологість внутрішнього повітря – 50-60%, нормальна (ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» [26]);

Умови експлуатації огороджувальної конструкції - А (ДБН В.2.6-

31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель»[26]);

$t_в$ - розрахункова температура внутрішнього повітря будівлі, температура, tВ = 20оС (мінімальне значення оптимальної температури, ДСТУ Б EN 15251:2011 «Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики, ID1);

$t_{от}$ - середня температура зовнішнього повітря, °С, що приймається по зводу правил для періоду з середньодобовою температурою зовнішнього повітря не більше 8°С, $t_{от}$ = -5,2℃;

$z_{от}$ - тривалість, добу/рік, опалювального періоду, що приймається за правилами для періоду з середньодобовою температурою зовнішнього повітря не більше 8°С, $z_{от}$ = 195 діб;

$t_н$ - температура повітря найбільш холодної п'ятиденки забезпеченістю 0,92, $t_н$ = -30℃;

n - розрахунковий коефіцієнт, що залежить від положення огороджувальних конструкцій по відношенню до зовнішнього повітря;

$\Delta t^н$ - температурний перепад, що нормується, між температурою внутрішнього повітря $t_в$ і температурою внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції $\tau_в$, °С, $\Delta t^н$ = 3°С ;

$\alpha_в$ - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції, , $\alpha_в$ = 8,7 Вт/(м^2°С);

$\alpha_з$ - Коефіцієнти тепловіддачі зовнішньої поверхні огороджувальної конструкції $\alpha_з$ = 23 Вт/(м^2°С).

Визначимо градусо-добу опалювального періоду за формулою:

$$ГДОП = t_В - t_{от}\, z_{от} = 20 - (-5.2) * 195 = 5115.6, °С діб/рік$$

З градусо-доби опалювального періоду визначить необхідне значення опору теплопередачі:

$$R_0^{\text{необ}} = \alpha * \text{ГДОП} + b, \quad (3.8)$$

де α = 0,00035,

b = 2,2

$$\boldsymbol{R_0^{\text{необ}}} = 0{,}00035 * 5115{,}6 + 1{,}4 = 3{,}19 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$$

Таблиця 3.8 – Характеристики стінової панелі

Найменування шару	Товщина шару, м	Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару, λ, Вт/(м°С)	Термічний опір, R, м²°С/Вт
Зовнішній керамзитобетонний шар, ρ -1200 кг/м^3	0,08	0,44	0,18
Утеплювач ПСБ, ρ-40 кг/м^3	0,150	0,041	3,66
Внутрішній керамзитобетонний шар, ρ-1400кг/м^3	0,170	0,56	0,30

Визначаємо фактичний опір теплопередачі огороджувальної конструкції за формулою:

$$\boldsymbol{R_0^{\text{норм}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_k + \frac{1}{\alpha_3}}, \quad (3.9)$$

$$\boldsymbol{R_0^{\text{норм}} = \frac{1}{8,7} + 0,18 + 3,66 + 0,30 + \frac{1}{23}}$$

$$\boldsymbol{R_0^{\text{норм}} = \frac{1}{8,7} + 4,14 + \frac{1}{23}} = 4{,}29 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$$

$$\boldsymbol{R_0^{\text{необ}}} = 3{,}19 < 4{,}29 = \boldsymbol{R_0^{\text{норм}}}$$

Розрахунок термічного опору зовнішньої тришарової огороджувальної конструкції відповідає вимогам нормативної документації з теплового захисту будівель на даний момент, дату огляду об'єктів дослідження.

Виходячи з санітарно-гігієнічних вимог, розрахунковий температурний перепад Δt_0 між температурою внутрішнього повітря і температурою

внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції не повинен перевищувати нормованих величин $\Delta t^{\text{н}}$ і визначається за формулою:

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_{int} - t_{ext})}{R_0 \alpha_{int}} = \frac{1(20+30)}{4{,}29*8{,}7} = 1{,}33℃$$

$$\Delta t_n = 4{,}0\ ℃ > 1{,}33 = \Delta t_0.$$

Умова виконується відповідно санітарно-гігієнічні вимоги виконуються.

При порівнянні результатів розрахунків на 1999р. та 2016 р. можна відзначити посилення (підвищення) вимог будівельних норм у галузі енергозбереження та енергоефективності до термічного опору огороджувальних конструкцій.

Проблема неефективного та нераціонального використання ресурсів потребує комплексного підходу до управління енергозбереженням.

Складність полягає у необхідності розробки енергетичного паспорта для окремо взятої будови, у відсутності/нестачі належних кваліфікованих інженерно-технічних кадрів, у недостатньо розвиненій нормативно-правовій базі.

Теплотехнічні розрахунки показують, що енергетична ефективність огороджувальних конструкцій житлового будинку із заданими параметрами відповідає вимогам нормативної документації ДСТУ 9191:2022 [26].

Однак при даних розрахунках недостатньо враховуються області не аналогічного за складом і своїм теплотехнічним характеристикам, таких як міжпанельний шов.

Візуальне та інструментальне обстеження показало області з найбільшими втратами тепла (не герметичність), в будинках, де поточний ремонт проводився відносно недавно.

Отримані дані вказують на неефективність та економічну недоцільність

здійснення ремонту міжпанельних швів, що багаторазово повторюється, за допомогою монтажної піни (пінополіуретану).

Необхідно провести одноразові ремонтні роботи, що забезпечують герметичність, довговічність швів і як наслідок економічну вигоду на тривалий термін.

Переважним методом є ізоляція усть шва від зовнішніх температурних впливів шляхом застосування технології зовнішнього утеплення всього торця будівлі загалом (рис. 3.27).

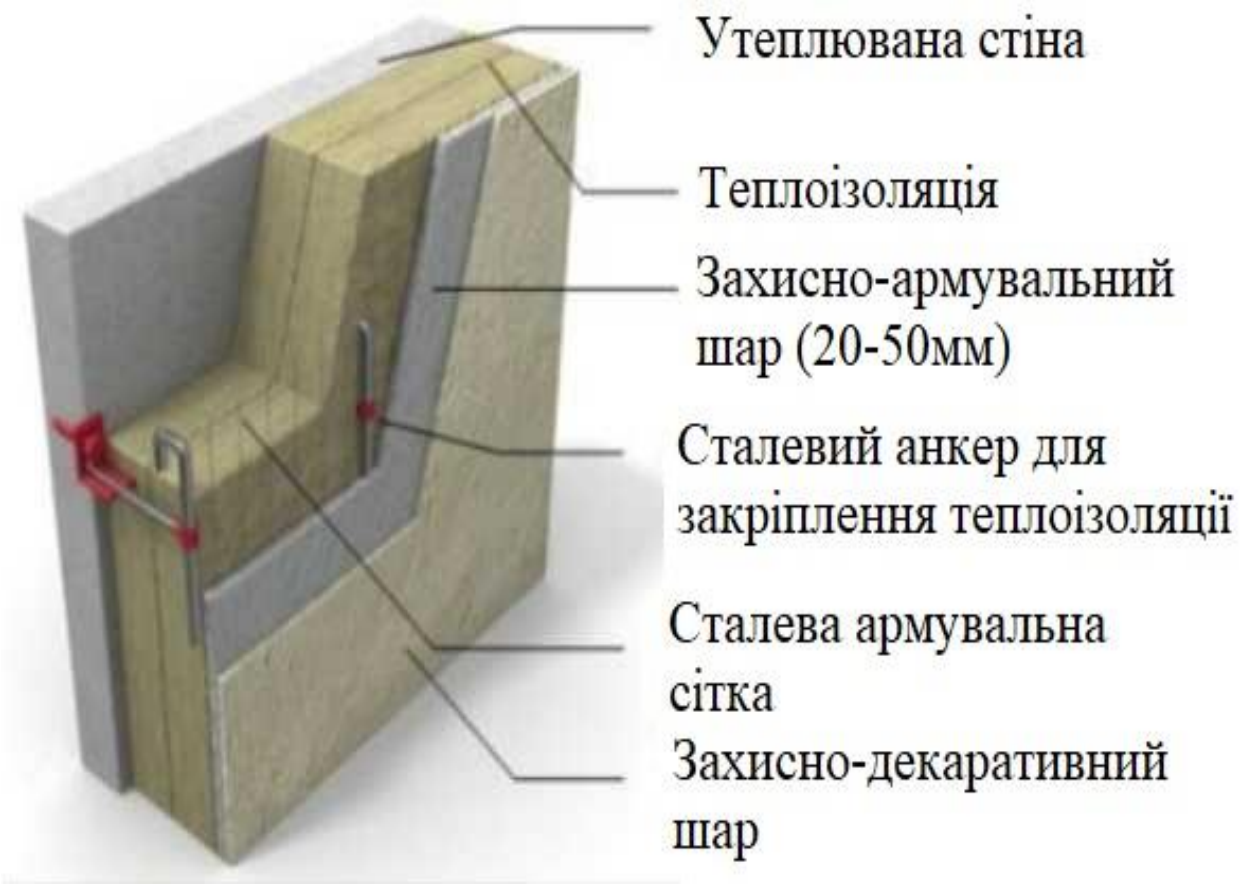


Рисунок 3.27 - Схема утеплення фасаду панельного будинку

Зовнішнє утеплення дозволить врахувати кілька факторів:

- витік тепла через міжпанельні шви;

- зберегти внутрішню корисну площу квартири при зовнішньому утепленні;

- захист стінових панелей від атмосферних впливів;

- збільшення терміну служби конструкцій;

- збільшення звукоізоляції;

- підвищення енергоефективності будівлі, зумовлене меншим споживанням енергоресурсів;

- початкові великі (ніж поточний ремонт швів) фінансові витрати на реалізацію даної технології обумовлюються подальшою економією на різкому зниженні витрат на теплоенергію та поточний ремонт фасаду.

При утепленні зовнішніх стін будинку необхідно уникати фрагментарного утеплення, які можуть викликати погіршення стану огороджувальної конструкції та внутрішнього клімату за рахунок різниці температур у місці перепаду поверхні стіни з утепленням і без утеплення, в яких можливе скупчення атмосферних опадів.

3.5 Висновки щодо розділу 3

Таким чином, для забезпечення експлуатаційних показників при ремонті міжпанельних швів, для відповідності нормативним документам в галузі енергоефективності, збільшенню терміну служби зовнішніх конструкцій, що захищають, і запобіганню втрати тепла з області міжпанельних швів, необхідно провести ремонтні роботи, спрямовані на суцільне утеплення зовнішніх несучих.

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

1. В результаті комп'ютерного моделювання в ПК Ліра САПР 2016 на розтягування (охолодження конструкції до -30^{o}С) встановлено граничну температурну деформацію гирла шва, яка досягає 9,9% від проектного значення.

2. Здійснивши експериментальне дослідження зразків пінополіуретану на розтягування та стиснення, що моделюють період експлуатації, встановлено, що руйнування матеріалу настає при досягненні лінійних деформацій у 6,75% від проектного значення.

3. Під час проведення візуального обстеження будинків серії 121 було встановлено, що деформації міжпанельних швів на об'єктах дослідження можна порівняти з характером руйнування зразків під час проведення випробувань. Цей факт доводить точність результатів проведених випробувань зразків пінополіуретану при моделюванні фактичних умов у лабораторії.

4. При проведенні інструментального (тепловізійного) обстеження зафіксовано витік тепла із схильної до руйнування частини міжпанельного шва на об'єктах дослідження.

5.На підставі проведеного дослідження, вивчивши проблеми тематики даної магістерської дисертації, як рекомендація було запропоновано проведення одноразових ремонтних робіт торців панельних будівель серії 121 шляхом застосування технології зовнішнього утеплення всього торця будівлі в цілому.

6.Зовнішнє утеплення дозволить врахувати:

- витік тепла через міжпанельні шви;

- зберегти внутрішню корисну площу квартири при зовнішньому утепленні;

- захист стінових панелей від атмосферних впливів;

- збільшення терміну служби конструкцій;

- збільшення звукоізоляції;

- підвищення енергоефективності будівлі, зумовлене меншим споживанням енергоресурсів;

- початкові великі (ніж поточний ремонт швів) фінансові витрати на реалізацію даної технології обумовлюються подальшою економією на різкому зниженні витрат на теплоенергію та поточний ремонт фасаду.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ 9243.4:2023 Система проєктної документації для будівництва. Основні вимоги до проєктної документації

2. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об`єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зі Змінами № 1 та № 2

3. Серії будинків та планування. Категорія типові серії панельних будинків URL : https://tipdoma.com/about/ (дата звернення 15.12.2024).

4. Савйовский В.В., Болотських О.М. Ремонт і реконструкція громадських будинків. Харків: Ватерпас. 2002. 284 с.

5. Технологія будівельного виробництва: навчальний посібник / В.М. Гуденко. Київ: Аграрна освіта, 2010. 481 с.

6. Поліізоціануратова піна PIR - ТЕРМОБУД. ТЕРМОБУД. URL: https://www.termobud.lviv.ua/sandwich/poliizotsianuratova-pina-pir/ (дата звернення: 08.11.2024).

7. ДСТУ 9258:2023 Настанова з організації виконання будівельних робіт

8. Кошторисні норми України. Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно-будівельні роботи. Збірник 3. Стіни (РЕКНр)

9. Основи комп'ютерного моделювання : навч. посіб. / М. С. Барабаш, П. М. Кір'язєв, О. І. Лапенко, М. А. Ромашкіна; Нац. авіац. ун-т. - 2-е вид., стер. Київ : НАУ, 2019. 490 с.

10. ДСТУ 9208:2022 Бетони важкі. Технічні умови

11. Masson, J-F., Collins, P. and Légaré, P-P. Performance of pavement crack sealants in cold urban conditions. Canadian Journal of Civil Engineering, 1999, pp. 395–401.

12. ДСТУ 9273:2024 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінювання їхнього технічного стану. Механічний опір та стійкість

13. ТУ У В.2.6-28.1-30703438-004:2009 Панелі будівельні металеві тришарові з утеплювачем із мінеральної вати

14. ДСТУ Б ГОСТ 16381:2011 Матеріали і вироби будівельні теплоізоляційні. Класифікація і загальні технічні вимоги (ГОСТ 16381-77, IDT)

15. Сердюк В. Р., Сердюк Т. В., Франишина С. Ю. Удосконалення огороджуючих конструкцій як джерело зниження теплових втрат сучасної будівлі. Сучасні технолоргії будівництва. Вип. 26. Київ: КНУБА. 2019. С. 153-159.

16. Філоненко О. І. Вельбой М.А. Аналіз енергоефективності стінових конструкцій залежно від їх архітектурно-конструктивних особливостей : Збірник наукових праць. Вип. 4(2). С. 233-239.

17. ДСТУ-Н Б В.2.6-101:2010 Конструкції будинків і споруд. Метод визначення опору теплопередачі огороджувальних конструкцій

18. Fluke 32 Ti. Керівництво оператора / Fluke Biomedical products and services USA, 2012. 22с.

19. Онищук Г.І. Реконструкція житла в Україні: досвід, проблеми та шляхи їх вирішення/ Науково-технічний збірник №59 «Комунальне господарство міст» 2004. Київ. С. 3-10.

20. Рекомендації з вибору прогресивних архітектурно-технічних рішень для реконструкції житлових будинків різних конструктивних систем. Київ: Норапрінт, 2001. 262 с.

21. Демченко В. В. Методи підвищення енергоефективності будівлі / В. В. Демченко, Х. М. Чуприна, О. В. Невмержицький // Управління розвитком складних систем. 2013. Вип. 16. С. 138-143

22. Фощ А.В. Термомодернізація будівель – ресурс енергозбереження в будівництві/ Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури, 2016. – Вип. № 65. – С.137-141.

23. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель.

24. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія.

25. ДБН В.2.2-15:2019 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. Зі Зміною № 1.

26. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель.

27. ДСТУ EN 482:2022 Повітря робочої зони. Загальні вимоги до характеристик методик вимірювання вмісту хімічних речовин (EN 482:2021, IDT)

28. Агєєва Г.М., Куценко В.М., Онищук Г.І. Розроблення типових технічних рішень реконструкції плоских покриттів житлових будинків серії 1-464 та А 1-480 / Науково-технічний збірник №107 «Комунальне господарство міст» 2012. Київ. С.93-102.

29. ДСТУ Б EN 15251:2011 Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (EN 15251:2007, IDT)

30. Taylor T. Energy efficiency is more than skin deep: Improving construction quality controlin new- buildhousing using therm ography / T. Taylor, J. Counsell, S. Gill // Energy and Buildings. 2013. Vol. 66. P.222 – 231.

31. Проекти з енергоефективності в Україні. Energy Efficiency Projects in Ukraine. URL : http://www.eeib.org.ua (дата звернення: 08.12.2024).

32. John Straube, Ph.D., P.Eng. Maintenance and Inspection Manual for Precast Concrete Building Enclosures - 2016. - pp. 22.

33. Korniyenko S. V. The Experimental Analysis and Calculative Assessment of Building Energy Efficiency / S. V. Korniyenko // Applied Mechanics and Materials. 2014. Vol. 618. P. 509 – 513.

34. Будуємо теплі стіни з Porotherm. Ukraine. URL: https://www.wienerberger.ua/perevagi-keramiki/warm-wall-porotherm.html (дата

звернення: 28.11.2024).

35. Тімченко Р. О., Крішко Д. А., Плужнік А. В. Автономні будівлі у міському будівництві // Розвиток промисловості та суспільства: Матеріали міжнародної науково-технічної конференції (24-26 травня 2017 р.). Кривий Ріг: КНУ, 2017. С. 183

36. Герметизація та утеплення швів. URL : https://sanpol.ua/ua/library/tehnologii-gidroizolyatsii/germetizatsiya-mejpanelnyh-shvov-i-stykov/ (дата звернення: 08.12.2024).

37.ДСТУ 8982:2020 Метрологія. Лінійки вимірювальні металеві. Методика повірки

38. Барзилович Д. В., Фаренюк Г. Г. Розвиток системи нормативних документів України із забезпечення енергозбереження та енергоефективності будівель/ // Будівельні конструкції. 2013. Вип. 77. – С. 3-9.

39. Будівельні конструкції: навчальний посібник / авт.. кол. Т.М. Пащенко, О.О. Сліпич, І.Б. Дремова Київ : ТОВ «НВП Поліграфсервіс», 2015. 310 с.

40.Чернявський В.В. Архітектура будівель і споруд: Архітектурні конструкції малоповерхових цивільних будівель: Навчальний посібник. Полтава: Полт. держ. техн. ун-т імені Юрія Кондратюка, 2001. 182 с.

41.Мелашенко, Ю., Слюсаренко, Ю., Іщенко, Ю., & Павлюк, Є. (2023). ДОСВІД ОБСТЕЖЕННЯ ПАНЕЛЬНИХ БУДИНКІВ, ПОШКОДЖЕНИХ ВНАСЛІДОК БОЙОВИХ ДІЙ. *Наука та будівництво*, *36*(2). https://doi.org/10.33644/2313-6679-2-2023-5

42.Будівельна теплофізика. Курс лекцій для студентів усіх форм навчання будівельних спеціальностей. Укл.: Маляренко В. А., Герасимова О. М., Малєєв О. І. Харків: ХНАМГ, 2007. 100 с.

43.Будівельні матеріали. Методи визначення терміну ефективної експлуатації та теплопровідності будівельних ізоляційних матеріалів у розрахункових та стандартних. Б В.2.7-182:2009. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=25819 (дата

звернення: 14.12.2024).

44.Карапузов Є. К. Система скріпленої зовнішньої теплоізоляції «Ceresit»: Посібник по проектуванню, монтажу і експлуатації системи / Є.К. Карапузов, В. Г. Соха, О. М. Лівінський і інші.Київ: МП Леся, 2005. 280 с.

45.Навісний вентильований фасад. URL: https://cam.amtt.ua/products/fasadnye-sistemy/navesnoj-ventiliruemyj-fasad/ (дата звернення: 13.12.2024)

46.Передові системи термомодернізації будівель і споруд. Навч. курс «Передові системи термомодернізації будівель і споруд» з проф. «Монтажник систем утеплення будівель»: навч.посіб. / Надія Іволжатова, Тетяна Дрімко, Тарас Холеван та ін. Київ: Гельветика, 2020. 116 с.

47. Сучасні технологічні рішення при влаштуванні теплоізоляції фасадів. А. В. Мазурак, О. Т. Мазурак, В. М. Калітовський.Технологія будівельного виробництва. Львів. URL: https://stmkvb.vntu.edu.ua/index.php/stmkvb/article/download/61/61/. (дата звернення: 12.12.2024).

48.Системи Ceresit Ceretherm. Сучасні та надійні рішення. URL: https://ceresit.ua/uploads/CommonDocumentInfo/1295/file/195d17b9eecdcbcb03afa143e29a7657.pdf (дата звернення: 10.11.2024).

49. Сертифіковані системи утеплення будівель. URL: https://ferozit.ua/wp-content/uploads/2017/06/Systemy_utepl_web.pdf (дата звернення: 15.11.2024).

50. Світлопрозорі фасади. URL: https://www.mdl.co.ua/ua/steklokonstrukcii/svetoprozrachnye-fasady/ (дата звернення: 18.12.2024).

51. Технологічна карта на улаштування фасаду теплоізоля ційно-опоряджувальною системою «БАУМІТ» URL: https://baumit.ua/files/ua/technical_documents/ULASHT_1.pdf. (дата звернення: 19.11.2024).

52. Технологія вентильованого фасадуійого види. URL: https://www.alutal.com.ua/ua/blog-ua/tehnologiya-ventiliruemogo-fasada- i-ego-vidy

(дата звернення: 04.12.2024).

53. Утеплення фасадів. URL: https://ceresit.ua/recomen-dacii/373-uteplenie-fasadov/. (дата звернення: 19.11.2024).

54. Утеплення фасадів. URL: https://www.knaufinsulation.ua/ uk/(дата звернення: 10.11.2024).

55. Фасадні системи: види, особливості, переваги. URL: https://blog.mehbud.com.ua/uk/facade/fasadni-sistemi-vidi-osoblivosti-perevagi/(дата звернення: 02.12.2024).