

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

КАФЕДРА МІСЬКОГО БУДІВНИЦТВА І ГОСПОДАРСТВА
(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота / проект

другий рівень (магістерський)

(рівень вищої освіти)

на тему «Стан теплозахисту великопанельних житлових будівель, що підлягають реконструкції»

Виконав: студент 2 курсу, групи БУД-18-5мді
спеціальності 192 Будівництво та цивільна
інженерія

(код і назва спеціальності)

освітньої програми «Міське будівництво та
господарство»

(код і назва освітньої програми)

спеціалізації _____

(код і назва спеціалізації)

Беррахма Мохаммед

(ініціали та прізвище)

Керівник проф. Ткаченко В.Б.

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

Рецензент проф., д.т.н. Банах В.А.

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

Запоріжжя
2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет факультет будівництва та цивільної інженерії
Кафедра міського будівництва і господарства
Рівень вищої освіти другий рівень (магістерський)
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерії
(код та назва)
Освітня програма Міське будівництво та господарство
(код та назва)
Спеціалізація _____
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Берраха А.В.
« 02 » 09 20 19 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ/ПРОЕКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Берраха Мохаммед
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Стан теплозахисту великопанельних житлових будівель, що підлягають реконструкції

керівник роботи Ткаченко В.Б., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від «10»09 2019 року № 1542-с

2 Строк подання студентом роботи 28.12.2019

3 Вихідні дані до роботи актуальність обраного напрямку досліджень; можливість розвинення проблематики; перспективи впровадження розробок; мета роботи; завдання до виконання, об'єкт дослідження, предмет дослідження; методи дослідження

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Літературний огляд. Аналіз методики експертизи теплозахисту будинків, що підлягають ремонту, з використанням приладів вітчизняного виробництва для контролю теплотехнічних параметрів, яка дозволила оперативно отримувати фактичні значення показників теплозахисту. Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових елементів).
 Від восьми графічних аркушів із результатами аналітичних обчислень та
 наукового напряму досліджень, результатами експериментальних досліджень,
 результати розрахунків із застосуванням сучасних інформаційних технологій
 досліджень.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання	видав
1	Ткаченко В.Б.		
2	Ткаченко В.Б.		
3	Ткаченко В.Б.		
4	Ткаченко В.Б.		

7. Дата видачі завдання 2.09.2019

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи
1	Літературний огляд.	15.10
2	Розділ 1	30.10
3	Розділ 2	8.11
4	Розділ 3	29.11
5	Охорона праці.	10.12
6	Розробка графічної частини.	15.12
7	Оформлення роботи.	27.12
8	Попередній захист	28.12

Студент (підпис) Беррахма Мохаммед (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту) (підпис) В.Б Ткаченко (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено
 Нормоконтролер (підпис) О.М. Фостащенко (ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Беррахма Мохаммед. Стан теплозахисту великопанельних житлових будівель, що підлягають реконструкції.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 - Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник В.Б. Ткаченко. Запорізький національний університет. Інженерний інститут. Факультет будівництва та цивільної інженерії, кафедра міського будівництва і господарства, 2020.

Дан аналіз методики експертизи теплозахисту будинків, що підлягають ремонту, з використанням приладів вітчизняного виробництва для контролю теплотехнічних параметрів, яка дозволила оперативно отримувати фактичні значення показників теплозахисту із заданою надійністю і мінімальною похибкою.

Ключові слова: НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІ, РЕМОНТ, ТЕПЛОЗАХИСТ БУДІВЕЛЬ, ВЕЛИКОПАНЕЛЬНІ БУДІВЛІ, ТЕПЛОВИЙ ПОТІК, ТЕПЛОЗАХИСТ.

ABSTRACT

Berrahma Mohammed. Condition of thermal protection of large-panel residential buildings to be reconstructed.

Qualifying graduation work for the degree of master's degree in specialty 192 - Construction and civil engineering, supervisor V.B. Tkachenko. Zaporizhzhya National University. Engineering Institute. Faculty of Construction and civil engineering, Department of Urban Construction and Economics, 2020.

An analysis of the method of examination of thermal protection of buildings to be repaired, using domestic appliances for control of thermal engineering parameters, which allowed to obtain the actual values of thermal protection indicators with a given reliability and minimum error.

Key words: NEW TECHNOLOGY, REPAIR, HEAT PROTECTION BUILDING, BIG DIGITAL BUILDINGS, HEAT FLOW, THERMAL PROTECTION.

АННОТАЦИЯ

Беррахма Мохаммед. Состояние теплозащиты крупнопанельных жилых зданий, подлежащих реконструкции.

Квалификационная выпускная работа для получения степени высшего образования магистра по специальности 192 - Строительство и гражданская инженерия, научный руководитель В.Б. Ткаченко. Запорожский национальный университет. Инженерный институт. Факультет строительства и гражданской инженерии, кафедра городского строительства и хозяйства, 2020.

Дан анализ методики экспертизы теплозащиты домов, подлежащих ремонту, с использованием приборов отечественного производства для контроля теплотехнических параметров, которая позволила оперативно получать фактические значения показателей теплозащиты с заданной надежностью и минимальной погрешностью.

Ключевые слова: НОВЕЙШИЕ ТЕХНОЛОГИИ, РЕМОНТ, ТЕПЛОЗАЩИТЕ ЗДАНИЙ, КРУПНОПАНЕЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ, ТЕПЛОВОЙ ПОТОК, ТЕПЛОЗАЩИТЫ.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ МЕТОДИК ПЕРЕВІРКИ СТАНУ ТЕПЛОЗАХИСТИ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ	9
1.1. Вимоги до теплозахисту житлових будівель	9
1.2 Чинники, що обумовлюють стан теплозахисту будівель, що підлягають ремонту	14
1.3 Огляд і аналіз методик перевірки стану теплозахисту житлових будівель	23
1.4 Перспективи розвитку методів і засобів виявлення дефектів теплозахисту і контролю тепловтрат	34
1.5 Висновки	35
РОЗДІЛ 2 . ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПОЛОЖЕНЬ МЕТОДИКИ ЕКСПЕРТИЗИ СТАНУ ТЕПЛОЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬ, що ПІДЛЯГАЮТЬ РЕМОНТУ	38
2.1 Розробка показника для оцінки стану теплозахисту з урахуванням норм тепловтрат	38
2.2 Оцінка впливу погрішностей експертизи теплозахисту будівель на вибір товщини шару додаткового утеплення зовнішніх стін	43
2.3 Методика вибору кількості точок вимірів теплотехнічних параметрів і складу приміщень, що підлягають обстеженню	46
2.4 Основні етапи експертизи теплозахисту будівель, що підлягають ремонту	52
2.5 Висновок	60
2.6 Висновки по розділу	61
РОЗДІЛ 3. ТЕПЛОВИЙ РЕЖИМ БУДІВЛІ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ	62
3.1 Тепловий режим приміщення	63
3.2 Передача тепла через вікна	69
3.3 Теплообмін в приміщенні	74
3.4 Моделювання змін кліматичних параметрів	78
3.5 Висновки	80
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА	82
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	95
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	106

ВСТУП

Актуальність теми. У боротьбі з тепловтратами будівель в житлово-комунальному секторі міст, нині витрачається близько 20% усіх споживаних в країні енергетичних ресурсів і 45% усієї теплової енергії, є одним зі значних резервів економії енергоресурсів. З розширенням великопанельного і великоблочного будівництва об'єм великопанельних будівель складає близько 70% а, в цілому по країні - приблизно 50% усього житлового будівництва, потреби житлового сектора в теплі значно підвищилися. Фактичні витрати тепла на меті теплопостачання, перевищують проектні на 25...30% [5]. Підвищена витрата палива і збільшення кількості одиниць інженерного устаткування (котлів, радіаторів, труб і тому подібне) для опалювання сучасних повнозбірних будівель викликана, в основному, відхиленнями показників теплозахисту від діючих норм, невиправдано великими розмірами світлових отворів і посилюється дефектами, допущеними при виготовленні будівельних виробів, в процесі будівництва і експлуатації будівель [3,6].

Для скорочення теплоспоживання вже найближчими роками слід приділяти основну увагу підвищенню термічного опору зовнішніх конструкцій існуючих будівель, що захищають [7], оскільки зниження витрат тепла в нових будівлях слабо відіб'ється на сумарному теплоспоживанні усіх будівель. Ефективність різних шляхів зниження енергоспоживання в народному господарстві оцінена в роботі д-ра техн.наук, проф. В. А.Дроздова [8] За даними автора заходу по реконструкції будівель, систем опалювання і вентиляції є одним з визначальних чинників у справі економії енергоресурсів країни.

Щорічне будівництво житлових будівель по відношенню до існуючого фонду складає 5-6%. Тому, навіть якщо вдасться досягти 10% зменшення тепловтрат у будинках, що знову будуються, то це дасть економію тепла на теплопостачання усіх будівель усього лише на 0,5%. Для вирішення питань

реконструкції, ремонту і поліпшення теплової ефективності існуючих житлових будівель, нині у будівельній науці формується нова самостійна галузь.

Незважаючи на ріст об'ємів капітального ремонту житлового фонду, дані численних спостережень показують [12,13], що після ремонту будівель залишаються невиконаними такі види робіт, як реконструкція теплозахисту горищного перекриття і інших конструкцій, що забезпечують нормальний тепловий режим. У зв'язку з відсутністю кваліфікованої експертизи теплозахисту і заходів, що передбачають її модернізацію, закладених в проектах ремонту будівель, їх тепловтрати залишаються майже такими ж, як і до ремонту.

Для будівель, що підлягають ремонту, набуває особливого значення методично правильне і надійне отримання фактичних значень показників, що характеризують стан їх теплозахисту, а також вибір критеріїв її оцінки. Залежно від цього приймаються подальші рішення про об'єм і характер ремонту теплозахисту, а також товщину шару додаткового утеплення зовнішніх стін.

Ефективність впровадження заходів по поліпшенню теплотехнічних якостей зовнішніх обгороджувань обумовлюється наявністю досконалих засобів і методик контролю теплотехнічних показників конструкції, які дозволяли б в короткий термін здійснювати надійну оцінку теплозахисту будівлі в цілому.

Мета дослідження являється аналіз методики експертизи теплозахисту будівель, що підлягають ремонту, з використанням приладів вітчизняного виробництва для контролю теплотехнічних параметрів, яка дозволяла б оперативно набувати фактичних значень показників теплозахисту із заданою надійністю і мінімальною погрішністю.

Об'єкт дослідження великопанельні житлові будівель.

Предмет дослідження теплозахист великопанельних житлових будівель, що підлягають реконструкції.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених завдань використовувалися:

- метод вибору складу приміщень, що підлягають обстеженню, з усієї їх генеральної сукупності у будинку, що забезпечує з високою надійністю набуття значень тепловтрат з урахуванням впливу невідповідних (шляхом використання принципу пайової участі) і випадкових (шляхом застосування принципу рандомізації) чинників;
- метод обліку впливу на приведеній тепловий потік випадкової термічної неоднорідності зовнішніх обгороджувальних шляхом виміру теплових потоків способом "ковзаючої точки", доповнюючий принцип зонування, що враховує конструктивну термічну неоднорідність;

Наукова новизна. Отримані результати дали можливість розробити з урахуванням погрешностей результатів експертизи, методику вибору мінімальної товщини шару додаткового утеплення зовнішніх стін будівлі з метою доведення його теплозахисту до рівня сучасних вимог.

Практичне значення отриманих результатів полягає в широкому впровадженні проаналізованої методики експертизи теплозахисту будівель з подальшим її доведенням до необхідного рівня дозволить поліпшити режим температурної вологості в приміщеннях і понизити загальні тепловтрати житлових будівель, що підлягають ремонту, не менше, чим на 15. ... 20%.

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

Апробація результатів роботи. Результати роботи докладалися на XXIV науково-технічній конференції студентів, магістрантів, аспірантів, молодих вчених та викладачів з доповіддю «Чинники, що обумовлюють стан теплозахисту будівель, що підлягають ремонту» у 2019р.

Структура і об'єм магістерської роботи. Магістерська робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновки, списку використаних джерел містить 106 сторінок, 13 рисунків, список використаних джерел.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ МЕТОДИК ПЕРЕВІРКИ СТАНУ

ТЕПЛОЗАХИСТИ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

1.1. Вимоги до теплозахисту житлових будівель

Нормативні вимоги до теплозахисту зовнішніх обгороджувань будівель є одним з основних чинників, що зумовлюють їх теплову ефективність і умови теплового комфорту в приміщеннях ще до стадії проектування.

Основні вимоги до теплозахисту будівель в холодний період року сформульовані в ДБН В. 2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» [22]. Вони передбачають забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних умов в приміщеннях. При цьому повинен дотримуватися опір теплопередачі наружнихограждающих конструкцій не менш потрібного, визначуваного для невітлопрозорих обгороджувань по п.2.2 з урахуванням нормативного температурного перепаду між температурою внутрішнього повітря і температурою внутрішньої поверхні даної конструкції, що захищає. Його значення залежить також від коефіцієнта тепловіддачі внутрішньої поверхні обгороджування захищеності конструкції по відношенню до зовнішнього повітря, а також розрахункової температури внутрішнього і зовнішнього повітря, даної конструкції, що приймається залежно від теплової інерції.

Для заповнень світлових отворів (вікон, балконних дверей і ліхтарів) необхідний опір теплопередачі приймається з урахуванням різниці температур внутрішнього повітря і зовнішньої температури, усередненої за п'ять найбільш холодних діб.

В цілях економії теплової енергії на опалювання житлових будівель значення необхідного опору теплопередачі необхідно множити на підвищувальні коефіцієнти, величини яких залежать від виду зовнішнього обгороджування (стіна, горищне перекриття, перекриття над проїздами,

підвалами і подполями), матеріалу і конструкції зовнішніх стін, а також поверховості будівлі. Якнайповніші дані по підвищувальних коефіцієнтах необхідного опору теплопередачі.

Для підвищення теплозахисних якостей зовнішніх конструкцій, що захищають, товщину теплоізоляційного шару слід уточнювати, обчислюючи значення його економічно доцільного термічного опору. Для кількісної оцінки впливу підвищення теплозахисних властивостей зовнішніх обгороджувань на зниження тепловтрат будівлею були проаналізовані серії діючих типових проектів житлових будівель, розроблених багатьма інститутами країни. Проведений аналіз показав, що у багатьох випадках економічно доцільне підвищення теплозахисних властивостей зовнішніх стін при збереженні об'ємно-просторової композиції будівель і розмірів світлових отворів дає можливість понизити втрати в 5-поверхових будівлях на 15%, а в 9-поверхових - на 16%. У структурі загальних тепловтрат житловими зданиями через вертикальні обгороджування втрачається 74...84% тепло. Тому при ремонті будівлі поліпшення його теплозахисту доцільно робити, в основному, за рахунок утеплення стін і вікон, а також зменшення площі скління, якщо це можливо і дозволено по будівельному паспорту.

Для запобігання випаданню конденсату на внутрішній поверх ности конструкції, що захищає, по теплопровідних включеннях (діафрагми, наскрізні шви з розчину, стики панелей та ін.) значення температури внутрішньої поверхні в цих місцях має бути не нижче температури точки роси внутрішнього повітря при розрахунковій зимовій температурі зовнішнього повітря і відносної вологості внутрішнього повітря, рівною 55%. Цю умову можна виразити і через граничний тепловий потік:

$$q_{т.р} = \alpha_B (t_B - \tau_{т.р}) \quad (1.1)$$

де $q_{т.р}$ - граничний тепловий потік, виходячи з конденсації пари на поверхні обгороджування, Вт/м²;

α_B - коефіцієнт теплообміну на внутрішній поверхні зовнішнього обгороджування, Вт/(м²°С);

t_B - температура внутрішнього повітря, °C

$\tau_{т.р.}$ - температура точки роси внутрішньої поверхні обгороджування при розрахунковій величині відносної вологості внутрішнього повітря, °C

Максимально допустима межа відносної вологості внутрішнього повітря в житлах 65%. Отже, бажано додатково робити перевірку на конденсацію водяної пари і при - 65%, що може спостерігатися при побутових процесах з інтенсивним виділенням вологи (прання, приготування їжі і так далі).

Згідно [15] втрати тепла через стіни складають 42-49%, а через вікна - 32-35%. За даними [21] дійсні втрати через вертикальні обгороджування в 1,5...2,5 разу перевищують нормативні. Значний вплив на тепловтрати і мікроклімат приміщень також робить тип заповнень віконних отворів [6,28]. Д-р економ.наук, проф.Л.Д.Богуславский, канд.техн.наук С. П. Соловйов і инж.Б.А.Крупнов [29] відмічають, що інтенсивність втрат тепла багато в чому визначається площею світлопроемов і їх опором теплопередачі. У зв'язку з цим в цілях скорочення втрат тепла рекомендується передбачати площі світлових отворів, виходячи з дотримання нормованого значення коефіцієнта природної освітленості, що приймається по [30]. Для житлових будівель розміри світлових отворів рекомендується приймати відповідно до норм [23]. Конструкції заповнень світлопрозорих обгороджувань підбираються так, щоб їх опори теплопередачі і воздухопроницанию були не менш потрібних.

Для обмеження площі застаклених поверхонь і втрат тепла через вертикальні зовнішні обгороджування передбачена нормативна величина тепловтрат через 1 м² стін разом з вікнами, рівна 69,8 Вт/м² [23]. Питання обліку цієї нормативної величини при виборі типоразмерів вікон і опору теплопередачі стін для учбових будівель найдетальніше розглянуті в роботі [29]. Її автори підкреслюють, що контроль цього показника дає можливість оцінити теплову ефективність усього зовнішнього обгороджування. Спроба обліку цього показника при виборі утеплювача зовнішніх стін була зроблена

в роботі [31].

Канд.техн.наук И.С.Шаловалов [32] відмічає, що регламентація тільки величини питомих теплових потоків через стіни разом з вікнами не може радикально вплинути на підвищення теплової ефективності сучасних житлових будівель. Проте, все ж видається доцільним його використання для оцінки теплозахисту будівель старої забудови, що мають різні типорозміри вікон, у тому числі нестандартні, з метою ухвалення рішення про міру і характер її реконструкції. В деяких випадках, коли фактичні розміри світлопроемов значно більше нормованих, виникає необхідність зміни конструкцій вікон на теплішу, оскільки усі тепловтрати, передбачені нормами, можуть відбуватися через існуючі вікна. Для таких випадків бажано було б розробити метод визначення граничних коефіцієнтів скління, зверху яких додаткове утеплення існуючих стін не дає можливості довести теплозахист до норм тепловтрат при збереженні тих же типорозмірів вікон. Такий метод полегшив би процес ухвалення рішення про міру реконструкції теплозахисту будівель старої забудови ще до розробки проекту їх ремонту.

Дослідження,[15] показують, що на загальні тепловтрати будівлі істотний вплив роблять його поверховість і компактність (геометрична форма, залежна від довжини, ширини і порізаності плану, висоти поверху). У зв'язку з цим, для оцінки теплової ефективності об'ємно-планувальних рішень житлових будівель запропоновані [15], а Госгражданстроем затверджені значення контрольних показників питомої витрати тепла на 1 м² загальної площі (1 м² о.п.). Вони варіюють залежно від типу будівель, їх поверховості і розрахункової температури зовнішнього повітря. Цей показник увійшов до базисної номенклатури показників для оцінки якості житла [25,34,35]. Контроль питомих втрат тепла при розробці проектів представляє значну трудність, оскільки визначення їх фактичних значень можна зробити тільки після розробки об'ємно-планувального рішення і розрахунку тепловтрат. У разі їх завищення в порівнянні з нормативними значеннями необхідно коригувати креслення, що здорожує вартість

проектування і збільшує його терміни. Щоб уникнути цього необхідно на підставі дотримання норм тепловтрат розробити показник, який дозволяв би робити оперативну оцінку теплової ефективності ескізного об'ємно-планувального і попереднього конструктивного рішення будівлі на передпроектних стадіях. Особливо важливе використання такого показника для оцінки теплової ефективності теплозахисту будівель старої забудови з урахуванням фактичних типоразмерів заповнень світлопроемов, існуючого об'ємно-планувального рішення і конструкцій зовнішніх стін з точки зору можливості доведення їх теплозахисту до рівня дотримання значень контрольних і питомих показників тепловтрат. З цією метою необхідно знайти залежність для визначення умовного опору теплопередачі стіни, при якому б дотримувалися значення номірованих показників тепловтрат :

$$R_o^{yMO} = f(q_{оп}^к q_{врт}^{нрм} \Delta t_p K_{ост} R_{o,зап} F_{Г} F_{врт} F_{o,п}) \quad (1.2)$$

де R_o^{yMO} - умовний опір теплопередачі стіни з урахуванням дотримання норм тепловтрат, виходячи з прийнятої об'ємно-планувальної структури будівлі і конструкції заповнень світлопроемов ($m^2 \cdot ^\circ C$)/Вт

$q_{оп}^к q_{врт}^{нрм}$ - показники тепловтрат, відповідно, контрольна (на $1 m^2$ загальної площі будівлі) і питома витрата тепла (на $1 m^2$ стін разом з вікнами), Вт/ m^2

Δt_p - паражункова різниця температури внутрішнього і зовнішнього повітря, $^\circ C$

$K_{ост}$ - відносна площа скління (відношення площі засклених поверхонь до усієї площі вертикальних зовнішніх обгороджуваль); коефіцієнт скління,

$F_{Г} F_{врт} F_{o,п}$ - площа, відповідно, горизонтальних і вертикальних обгороджуваль, а також загальна площа будівлі, m^2

$R_{o,зап}$ - опір теплопередачі заповнень світлових отворів (вікон, світлопрозорих балконних дверей, ліхтарів), ($m^2 \cdot ^\circ C$)/Вт.

Для обмеження втрат тепла через горизонтальні зовнішні обгороджуваль нормами [23] передбачена середня величина тепловтрат

через покриття будівель (не більше $34,8 \text{ Вт/м}^2$), а також через цокольне перекриття (не більше $17,4 \text{ Вт/м}^2$).

На додаток до норм тепловтрат зовнішні конструкції будівель, що захищають, повинні відповідати необхідним нормам по воздухопроницанию. Згідно [22] для стін і стиків між панелями величина воздухопроницания не має бути більша $0,5 \text{ кг/(м}^2\text{ч)}$ а для вікон і балконних дверей - не більше $10 \text{ кг/(м}^2\text{ч)}$. Вимоги до паропроницанию зовнішніх обгороджувальних викладені в [22]. Порухення цих вимог також може привести до невідповідності проектних і фактичних тепловтрат.

1.2. Чинники, що обумовлюють стан теплозахисту будівель, що підлягають ремонту

Натурні спостереження стану теплозахисту будівель показують, що її фактична ефективність обумовлюється цілим рядом чинників.

До них відноситься старіння нормативних вимог до теплотехнічних властивостей зовнішніх обгороджувальних. Наслідком впливу цього чинника є, наприклад, невідповідність значення опору теплопередачі зовнішніх стін, запроектованих 10-15 років тому, сучасним вимогам. В першу чергу це пов'язано з труднощами обліку термічної неоднорідності зовнішніх обгороджувальних, що породжується теплопровідними включеннями, стиками панелей, обрамленнями з важкого залізобетону по їх контуру та ін. Дослідження теплозахисних властивостей стін будинків серії 9-ЧПД показали [36], що цей чинник є однією з причин перевищення норм теплопотерь, оскільки для одношарової конструкції зовнішньої стіни з панелей розрахунок опору теплопередачі при проектуванні робився тільки по основному полю панелі без урахування теплопровідних включень. Цей показник визначався за методикою, передбаченою ДБН, складеною, виходячи з уявлення про одновимірність температурних полів. Фактично під дією на процес теплопередачі віконних і дверних отворів, стиків панелей,

примикань перекриттів і перегородок до стін і тому подібне в обгороджуваннях виникають двомірні і тривимірні температурні поля. Розрахунки показали [36], що приведений опір теплопередачі стін з урахуванням їх термічної неоднорідності на 18% менше розрахованого тільки по основному полю панелі.

Розробці методів оцінки опору теплопередачі стін з неоднорідними включеннями присвячені роботи проф.О.Е.Власова [37], д-ра техн.наук, проф.К.Д.Фокина [38], канд.техн.наук А.М.Шкловера, Б.Ф.Васильєва і д-ра техн.наук, проф. Ф.В.Ушакова [39,55]. Облік впливу теплопровідних включень різної форми при розрахунку приведенного опору теплопередачі розглядається в роботі д-ра техн.наук, проф. В. Н.Богословского [40]. Для будівель, обладнаних панельним опалюванням, при визначенні величини приведенного опору теплопередачі автори [36] пропонують враховувати не лише геометричні характеристики теплопровідних включень, але і вплив нагрівальних елементів опалювальних панелей.

У діючій нормативній літературі [22] приведений опір теплопередачі термічно неоднорідній конструкції, що захищає, рекомендується визначати по формулі:

$$R_o = \frac{t_B - t_H}{q^P} \quad (1.3)$$

де t_B - розрахункова температура внутрішнього повітря, °С

t_H - рарахункова температура зовнішнього повітря, °С

q^P - рарахунковий тепловий потік, Вт/м², визначуваний по залежності :

$$q^P = \alpha_B (t_B - \bar{t}_B) \quad (1.4)$$

де α_B - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні конструкції, що захищає Вт/(м², °С)

\bar{t}_B - середня температура внутрішньої поверхні зовнішнього обгороджування, °С (визначається за результатами розрахунку температурного поля при t_B і t_H).

Для зовнішніх панельних стін житлових будівель допускається величину приведенного опору теплопередачі визначати по залежності:

$$R_o = R'_o * r \quad (1.5)$$

де R_o - опір теплопередачі панельних стін, умовно визначуваний без урахування теплопровідних включень, $(\text{м}^2, \text{°C})/\text{Вт}$

r - коефіцієнт, що враховує вплив стиків, обрамляючих ребер і інших теплопровідних включень, приймається на підставі розрахунку температурного поля або експериментально.

З формул (1.4) і (1.5) видно, що визначення величин \bar{t}_B досить трудомістко. У зв'язку з цим, обчислення приведенного опору теплопередачі при проектуванні конструкцій, що захищають, навіть з відомими теплотехнічними властивостями і геометрією теплопровідних включень представляє значну трудність. Тому і нині недостатній облік цього чинника може привести до зниження, в порівнянні з проектними, фактичних показників теплозахисту будівлі.

Особливу важливість точність визначення тепловтрат будівлі при проектуванні придбаває нині, оскільки в 1978... 1980 г.г. було введено в дію нові показники тепловтрат - питомі і контрольні витрати тепла, відповідно, на 1 м^2 стін разом з вікнами і на 1 загальній площі (о.пл.) будівлі. Для будівель, що знаходяться в експлуатації 10-20 років, вони не могли бути враховані. Внаслідок цього і ряду інших причин, за даними АКХ ім.К.Д.Памфілова [21], витрати тепла в обстежених 300 будинках на 22-25% вище за проектних. За даними натурних обстежень [5,21] фактичне значення опору теплопередачі зовнішніх стін в середньому на 21% нижче проектного. Така невідповідність фактичних значень показників теплозахисту будівлі нормативною залежить не лише від погрішностей проектування, але і від таких чинників, як якість виготовлення і монтажу збірних конструкцій [21,36].

Згідно [41] шлюб при виготовленні і монтажі зовнішніх ограж дених будівель часто викликає зниження значень показників теплозахисту до 20%.

Його причинами можуть бути: використання матеріалів з підвищеною, в порівнянні з проектною, теплопровідністю; заниження товщини шару утеплювача; укладання в конструкцію штучних утеплювачів з підвищеною вологістю; зволоження утеплювача в процесі обробки панелей в пропарювальних камерах; укладання штучних утеплювачів з неприпустимими проміжками і заповненням останніх бетоном з підвищеною теплопровідністю; недостатнє ущільнення утеплювача з утворенням порожнин, а потім і мікротріщин [42]. У ряді випадків [43] виявлено промерзання стінних панелей із-за порушення товщини або відсутності зовнішнього захисного шару з важкого бетону. Внаслідок зносу і недосконалості, форм дуже поширений нерівномірний розподіл утеплювача за об'ємом панелі (рис.1.1.а..в). Бували випадки, коли утеплювач в панелях був відсутній (рис 1.1, б). У роботі [44] відзначається, що у будівлях з одношарових керамзитобетонних панелей виявлені численні факти промерзання зовнішніх стін внаслідок порушення геометричних розмірів панелей, викривлень і сколов їх торців. Наявність каверн і міжзернових порожнеч призводить до появи мікротріщин і протікань, особливо при косих дощах, якщо не дотриманий захист від них при проектуванні [45] (рис.1.1.г, д). Наявність каверн і відсутність зовнішнього конструктивного шару часто призводить до ушкодження панелей при їх транспортуванні і зберіганні [46].

При будівництві будівель також допускається ряд дефектів, що знижують теплозахист будівель. Основними з них є: відсутність або неякісне виконання пароізоляції і гідрофобної обробки фасадів [43]; низька якість робіт по герметизації стиків (рис.1.2.а, б), примикань віконних і дверних коробок до стін (рис.1.2.у, г, д); тріщини в основі противодовдевого бар'єру; погана герметизація зони перетину вертикального і горизонтального стиків (рис.1.2.е, ж); недостатнє утеплення ділянки стіни за опалювальним приладом (рис.1.2.и). Згідно [47,48] головними причинами, що знижують показники теплозахисту, являються: підвищена вологість утеплюючого пакету в стиках і його нещільне примикання до кромek панелей;

недоброякісне замоноличивание це ментным розчином ділянок примикання плит лоджій і перекриттів, козирків і перегородок в зоні стикових з'єднань; низька якість герметиків для закладення стиків; відсутність утеплюючих прокладень в притворах вікон і дверей. Дефекти, розвиваючись в часі, не лише погіршують експлуатаційні якості теплозахисту, але і вимагають для усунення більше витрат, ніж при своєчасному їх виявленні [49]. Згідно [11] по числу ушкоджень і по витраті засобів і матеріалів на ремонт перше місце займають стіни (40%), на другому - покрівля і балкони (15%), а потім - вікна, двері і підвали (10%).

В результаті впливу зовнішніх погодних і внутрішніх експлуатаційних чинників на теплозахист будівлі, вона зазнає зміни і погіршується. У будинках, експлуатованих 10-12 років, намокання стиків на 19% більше, ніж у будинках з терміном експлуатації 5 років [50]. Обстеження великопанельних житлових будинків, побудованих в 1960-1963 г.г., виявило істотну відмінність кількості дефектів залежно від орієнтації їх стін [51].

Вірогідність появи дефектів на стінах, орієнтованих на південь і північ, складала 12...16%, тоді як на фасадах, орієнтованих на схід або захід, - 56...62%.

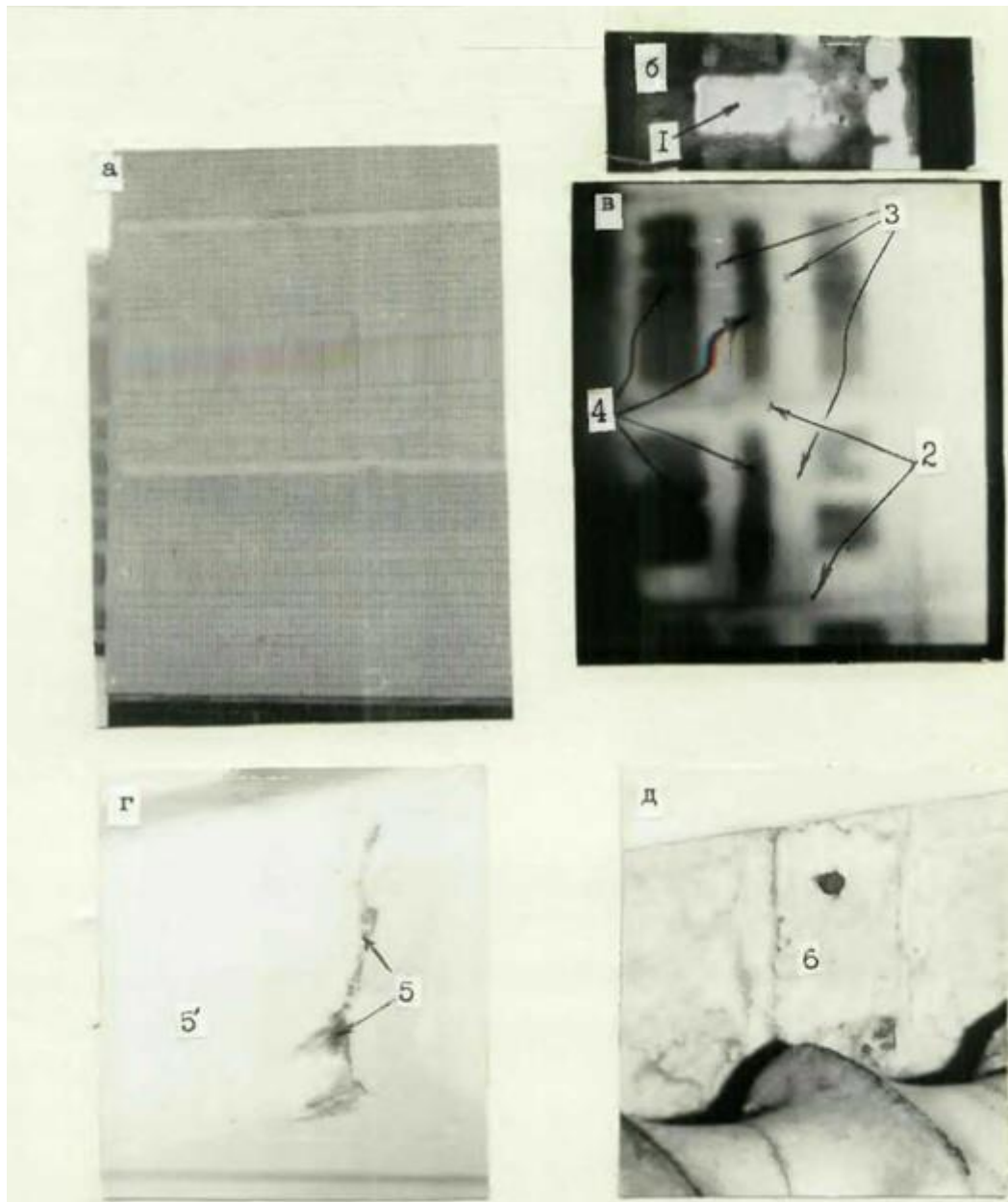


Рисунок 1.1 - Деякі характерні будівельно-монтажні і експлуатаційні дефекти теплозахисту

а-зовнішній вигляд фрагмента торця будинку; б, в-его термограми(світлий тонзони підвищених тепловтрат) : 1-панель без утеплювача, 2-горизонтальні стики, 3-дефектні ділянки панелей, 4-утеплені ділянки; г-вид підвіконної панелі зовні здання:5-сквозная тріщина, 5'-основне поле;д-її вид зсередини:6-места накопичення вологи, що сконденсувалася, в області тріщини.

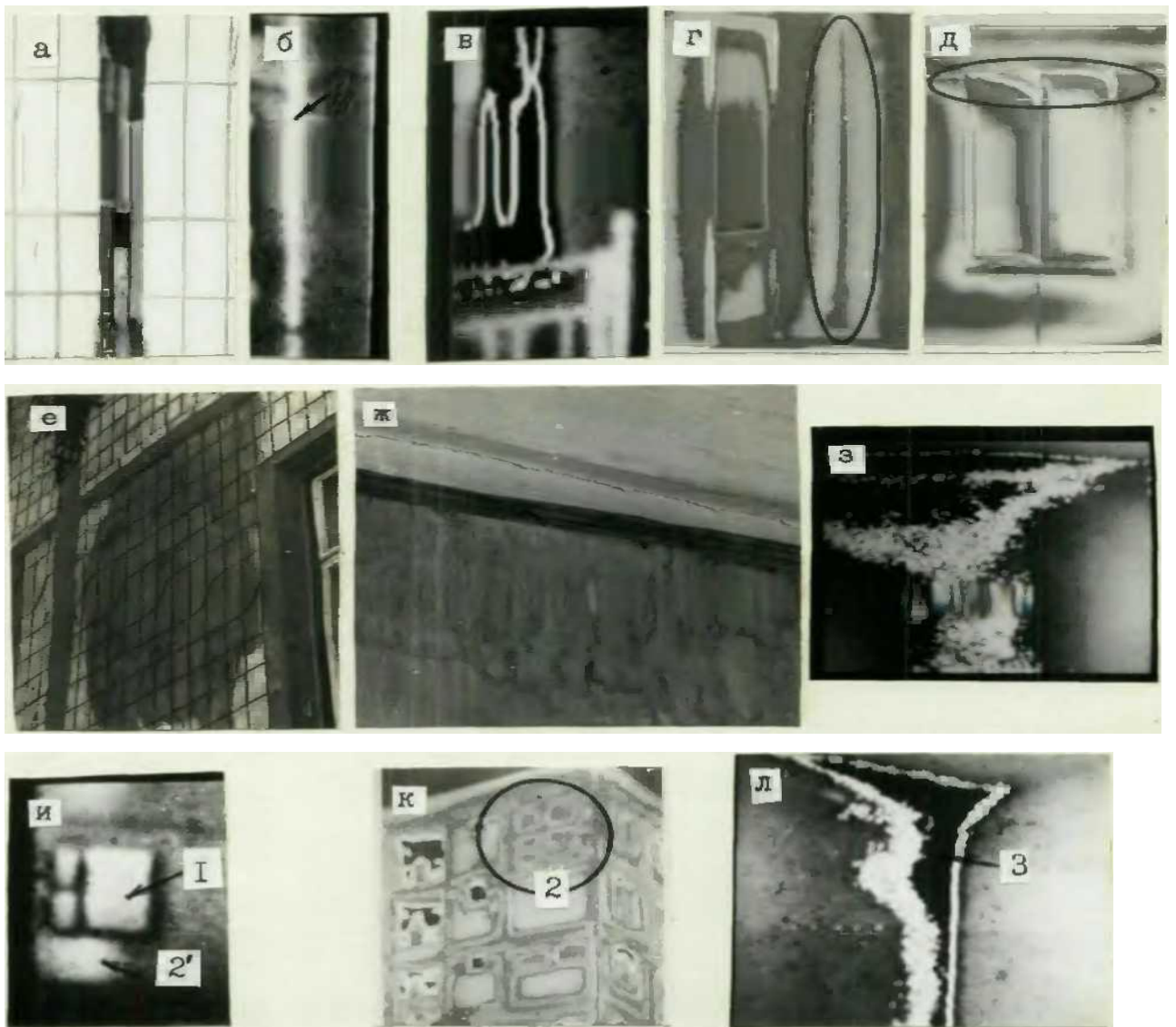


Рисунок 1.2 - Деякі характерні будівельно-монтажні і експлуатаційні дефекти теплозахисту :

а-розкритий неутеплений стик панелей; б-е го термограма; у, г, д-повітропроникні вузли примікання вікон до стін; е, ж-водопроникний стик, зняти зовні і зсередини Будівлі; з-його термограма (зсередини), темний тон-охлажденна поверхня; і.к.л-термограмми фрагментів стін: 1-вікно, 2-фрагмент з великою термічною неоднорідністю за рахунок багаторічної експлуатації, 3-промерзаючий кут приміщення(знято зсередини). (2'-підвищені тепловтрати через ділянку стіни з нішею без її утеплення за опалювальним приладом)

Значний вплив на стан теплозахисту робить локальне зволоження зовнішніх обгороджувань атмосферними осіданнями в місцях порушення облицювання, через рихлу структуру керамзитобетону, через тріщини в обробному шарі, через стики [45], особливо в кутах зовнішніх стін (рис.1.2.же, з, л). Причинами місцевого у воложення конструкцій можуть бути також витіки води з систем опалювання і водопостачання. При тривалій експлуатації панелей термічна неоднорідність теплозахисту збільшується також внаслідок процесу старіння матеріалів (рис.1.2.к). Дослідження показали [52], що в житлових будинках, побудованих в перший період великопанельного житлового будівництва (1959...1963 г.г.), відбувається відпадання захисного шару арматури, откол окремих ділянок панелей, з'являються тріщини, розшарування і оголення арматури. Автора роботи [53] виявили, що на стан теплозахисту і на процес теплопередачі через зовнішні обгороджування в кожній кімнаті і по будівлі в цілому істотний вплив робить не лише орієнтація будівлі, але і його поверховість, планування квартир, чисельність і віковий склад мешканців, інтенсивність повітрообміну і характер побутових процесів. У цій роботі відзначається, що значення температури повітря в приміщенні є випадковою величиною формування якої в кожному з них і по будівлі в цілому відбувається під впливом безлічі незалежних чинників. Д-р техн. наук, проф. Ф.В.Ушаков і д-р техн.наук, проф. В. Н.Богословский [56] відмічають, що на тепловтрати, тепловий режим будівлі, а також на теплопередачу через обгороджування істотно впливає воздухо- проникнення. Інтенсивність фільтрації повітря залежить від різниці тисків з двох сторін обгороджування і його властивостей проникності для повітря. На воздухопроницание робить також вплив вітер і спосіб провітрювання квартир. У зв'язку з цим на нижньому, середньому і верхньому поверхах, а також в квартирах з кутовим, наскрізним і одностороннім провітрюванням величини тепловтрат і характер теплопередачі через зовнішні обгороджування відрізнятимуться.

Усю сукупність вищеперелічених чинників, що обумовлюють стан

теплозахисту будівлі, можна підрозділити на проектні (старіння норм і погрішності проектування), технологічні (що призводять до браку при виготовленні і поганому зберіганні збірних конструкцій), будівельно-монтажні (необережне транспортування виробів і неякісне виконання будівельно-монтажних робіт) і експлуатаційні (дія атмосферних і побутових процесів, осаду будівлі, протікання теплоносія та ін.).

Аналіз, проведений авторами [44,49], показав, що порушення теплозахисних властивостей зовнішніх обгороджувальних житлових будинків відбувається із-за погрішностей, допущених при проектуванні без урахування старіння норм, в 4% випадків, з технологічних причин - в 17,6%, з будівельно-монтажних причин - 41,6% і у зв'язку з експлуатацією - в 8% випадків.

За характером прояви дефекти можна підрозділити на приховані і явні. Численні натурні дослідження показали [4,17,42,44], що дефекти, що впливають на стан теплозахисту, носять, в основному, прихований характер і тому їх виявлення традиційними засобами дуже скрутно.

За характером дії на процес теплопередачі через обгороджування і на теплозахист будівлі в цілому, усі вищеперелічені чинники можна підрозділити на випадкові і невідповідні. До групи невідповідних чинників, що впливають на величину приведенного опору теплопередачі, відносяться зони термічної неоднорідності, передбачені проектом, наприклад, стики панелей, перемички над отворами, заставні деталі і тому подібне

До випадкових чинників, що впливають на величину приведенного опору, відносяться локальні зони термічної неоднорідності, обумовлені технологічними і будівельно-монтажними дефектами, наприклад, прихованими раковинами, тріщинами, місцевим зволоженням, усадкою утеплювача і тому подібне. Ці групи чинників безпосередньо обумовлюють стан теплозахисту і фактичну величину приведенного опору теплопередачі зовнішніх обгороджувальних.

До невідповідних чинників, що обумовлюють процес теплопередачі

через зовнішні обгороджування і фактичних значень показників тепловтрат, що впливають на величину, відносяться передбачені проектом поверховість і орієнтація будівлі, спосіб провітрювання квартир, потужність, спосіб установки і тип опалювальних приладів. До невинуватих чинників, що обумовлюють величину тепловтрат експлуатованих будівель відносяться: характер і інтенсивність побутових процесів в квартирах, чисельність і віковий склад мешканців, міра відкриття кватирок, інтенсивність природного повітрообміну, разрегулювання системи опалювання і тому подібне.

По можливості повний облік випадкових і невинуватих чинників особливо важливий при експертизі теплозахисту будинків, що підлягають ремонту, оскільки її метою є набуття надійних фактичних значень показників стану теплозахисту і порівняння їх з нормативними. На підставі результатів порівняння приймається рішення про міру ремонту або реконструкції зовнішніх огравдений, а також про необхідну товщину шару їх додаткового утеплення.

1.3. Огляд і аналіз методик перевірки стану теплозахисту житлових будівель

Ефективність впровадження заходів по підвищенню теплозахисту експлуатованих житлових будівель істотно залежить від методик, методів і вимірювальних засобів, вживаних при натурних теплотехнічних обстеженнях зовнішніх обгороджувань будівель. Вони визначають надійність набуття фактичних значень показників, що характеризують стан теплозахисту, так само вартість і терміни проведення натурних обстежень, обумовлюють погрішності вимірів теплотехнічних параметрів.

Нині перевірку в натурних умовах теплотехнічних якостей зовнішніх конструкцій великопанельних житлових будівель, що захищають, рекомендується проводити відповідно до вказівок ГОСТ- 20-2-74 [57]. Згідно [57] натурні довгострокові інструментальні теплотехнічні випробування

рекомендується проводити, по можливості, в кутовій кімнаті незаселеної квартири на першому поверсі, випробовувана стіна якої орієнтована на З, СВ, СЗ, з грудня по лютий включно при середньодобових температурах зовнішнього повітря не вище - 5 С. При цьому вимірюють: температуру внутрішньої і зовнішньої поверхонь обгороджувачів; температуру внутрішнього і зовнішнього повітря; теплові потоки, що проходять через обгороджування; вологість матеріалів зовнішніх огравдений; вологість внутрішнього повітря; швидкість і напрям вітру. Тривалість вимірів температур і теплових потоків на кожному об'єкті має бути не менше 15 діб. Для виміру температури в якості датчиків застосовуються термопари хромель-копель, медькон-стантан і малогабаритні плоскі термометри опору (платинові ТСП або мідні ТСМ). В якості вторинних приладів рекомендується використати потенціометри типу ПП- 63, ЭПП- 0 9 МЗ, КСП- 4 і електронні мости типу ЭМП-20ЭМЗ і тому подібне. Для виміру теплових потоків застосовуються тепломіри в комплекті з потенціометрами.

Вимірювальні прилади термодатчики і тепломіри встановлюються по перерізах зовнішньої стіни з віконними отворами, торцевої стіни, як по найбільш характерних місцях для визначення тепловтрат. Перерізи вибираються на висоті 1,5 м від підлоги, по можливості, на більшій відстані від стиків і віконних укосів, поза зоною теплопровідних включень. При неможливості розташування перерізу на висоті 1,5 м від підлоги допускається призначати перерізи на іншій висоті за умови видалення від стиків і віконних отворів на відстані не менше однієї товщини стіни. Термодатчики по кожному перерізу встановлюються на внутрішній і зовнішній поверхнях ограждений, а також на відстані 0,1 м від цих поверхонь для виміру температури внутрішнього і зовнішнього повітря. Вони встановлюються також на внутрішній поверхні вертикальних стиків (рядових і кутового), за наявності в кутку скосу (по сполученню скосу з внутрішньою поверхнею зовнішніх стін), на внутрішній поверхні стін (у місцях найбільш теплопровідних включень), а також на поверхні

опалювального приладу.

Вологість повітря в досліджуваному приміщенні вимірюється аспіраційним психрометром в центрі кімнати на висоті 1,5 м від підлоги через кожні 6 годин (0;6;12;18). Окрім цього, ведеться безперервний запис температури і вологості внутрішнього повітря за допомогою термографа і гігрографа, що встановлюються на висоті 1,5 м від підлоги в центрі кімнати, свідчення яких контролюються аспіраційним психрометром. В період випробувань температуру повітря в центрі приміщення на висоті 1,5 м від підлоги рекомендується підтримувати постійній, рівній розрахунковій, за допомогою додатково встановлюваного малоінерційного електронагрівного приладу з регулюючим пристроєм і вимірювати за допомогою термодатчиків, встановлених на висоті 0,1;0,25;0,75;1,5 м від підлоги і на відстані 0,25 м від стелі. На додаток до натурних обстежень, що проводяться в незаселеній досвідченій квартирі, виконуються інструментально-візуальні обстеження ще в 30% квартир з метою виявлення поширення дефектів, що знижують теплозахисні якості зовнішніх обгороджувальних. При цьому обстежуються кутові квартири, розташовані на різних цяжах будівлі по одній вертикалі, а в секційних будинках - додаткові квартири в одній з проміжних секцій. У одній з квартир і кухні вимірюються: температура і вологість повітря в центрі приміщення на висоті 1,5 м від підлоги: температура внутрішньої поверхні обгороджувальних поверхонь поза зоною впливу системи опалювання (стіни на тому ж рівні на віддалі від теплопровідних включень, вертикального і горизонтального стику). Температуру і вологість повітря вимірюють аспіраційним психрометром, а температуру поверхонь - переносним термощупом. Згідно примітки до ДБН В. 2.6-31:2016 виміряні термощупом температури поверхні обгороджувальних поверхонь можуть бути використані тільки в якості порівняльних теплотехнічних характеристик в місцях теплопровідних включень і по основному полю стіни. При візуальному обстеженні фіксується число дефектних панелей, стиків, сполучень віконних блоків із стіною (що протікають і покриваються

конденсатом), а також проводиться опитування мешканців про стан конструкцій, що захищають. Величину термічного опору конструкції по досліджуваному перерізу при установці тепломіра поряд з термодатчиком на внутрішній поверхні обгороджування визначають по залежності:

$$R = \frac{\bar{t}_B - \bar{t}_H}{\bar{q}} - R_T \frac{\bar{t}_B - \bar{t}_H}{t_B - t_H} \quad (1.6)$$

Де \bar{t}_B, \bar{t}_H - середня величина за період спостережень температури, відповідно, внутрішньої і зовнішньої поверхонь огороження, °С

\bar{t}_B, \bar{t}_H то же внутрішнього і зовнішнього повітря, °С

\bar{q} - середній за період спостережень вимірний тепловий потік через основне поле стіни, Вт/м²

R_T - термічний опір тепломіра, (м²°С)/Вт.

По величинах середнього теплового потоку q , і середніх температур визначаються: опори тепловосприяття і тепловіддачі u внутрішньої і зовнішньої поверхнях огороження (R_B і R_H), а потім визначається фактичний середній опір теплопередачі конструкції (R_o^F) по формулі:

$$(R_o^F) = R_B + R + R_H \quad (1.7)$$

Отримані значення зіставляють з розрахунковими для відповідного перерізу. Остаточні висновки про результати випробувань роблять з урахуванням класу точності вживаних приладів, проте, методика обліку погрешностей в [57] не наводиться.

З метою зниження втрат тепла в експлуатованих житлових будівлях інструктивними вказівками [43] також передбачається вибірковий інструментальний контроль теплозахисних якостей зовнішніх обгороджувань відповідно до вказівок, приведених в ДБН В. 2.6-31:2016.

Згідно [58] у житлових будівлях, що підлягають капітальному ремонту або реконструкції, необхідно проводити візуально-інструментальний контроль теплозахисних якостей конструкцій, що захищають. Натурні теплотехнічні випробування рекомендується виконувати, в основному, також, як і в [57]. При перевірці теплозахисних показників конструкцій (стін, покриттів або

перекриттів над підвалами), що захищають, вимірюють вибірково температуру і вологість повітря в приміщенні, температуру внутрішніх і зовнішніх поверхонь зовнішніх обгороджувачів і опалювальних приладів, повітрообмін.

Для визначення вказаних параметрів рекомендується використати ті ж прилади, що і в ДБН В. 2.6-31:2016. Кратність повітрообміну віч або кількість повітря, що видаляється, з приміщення визначають за допомогою ручного анемометра і секундоміра. Теплові потоки через обгороджувачів не вимірюють. На додаток до натурних інструментальних досліджень виконують візуальні обстеження зовнішніх конструкцій, що захищають, в експлуатованих квартирах для виявлення поширених дефектів. Попутно з опитуванням мешканців про стан конструкцій, що захищають. По гладіні панелі вибірково виконують простукування дерев'яним молотком в цілях визначення місць усадки утеплювача. За результатами вимірів теплотехнічних параметрів визначають фактичне значення опору теплопередачі зовнішніх конструкцій, що захищають, по формулі:

$$R_o = \frac{\bar{t}_B - \bar{t}_H}{\bar{t}_B - \bar{t}_B} R_B \quad (1.8)$$

де $R_B = 0,114 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$ приймають відповідно до норм [22].

Вказівки пообработке погрешностей відсутні. У роботі [59] викладені методи і описані способи кількісної оцінки стану повнозбірних житлових будівель при прийманні їх в експлуатацію, в період експлуатації, а також при підготовці їх до капітального ремонту і реконструкції. Згідно [59] число квартир, що підлягають інструментальному обстеженню, визначається на основі статистичного методу вибіркового контролю, виходячи з поверховості і кількості секцій у будівлі. Вибір квартир для обстеження має бути довільним, без урахування яких-небудь інших чинників. Усі виміри проводяться довільно в намічених для обстеження квартирах. Критерієм оцінки теплотехнічних якостей зовнішніх конструкцій, що захищають, є нормовані граничні перепади температури внутрішнього повітря і внутрішніх поверхонь обгороджувачів при

розрахунковій вологості внутрішнього повітря. У усіх приміщеннях кожної обстежуваної квартири вимірюють температуру і вологість внутрішнього повітря при закритих вікнах і дверях на рівні 1,5 м від підлоги посередині кімнати (за допомогою психрометра), а також температуру поверхонь :(за допомогою переносного електроприладу - термощупа з напівпровідниковим термосопротивлением) :на рівні 1,5 м від підлоги в середині простінка або глухої частини стіни; підлоги і стелі - в середині приміщення; опалювальних приладів (на подаючому і зворотному трубопроводі, а також посередині приладу). Повітрообмін в приміщеннях визначається за допомогою ручного крильчатого анемометра і секундоміра. Окрім цього, роблять візуальний огляд зовнішніх обгороджувальних з метою виявлення дефектів.

Для кількісної теплотехнічної оцінки зовнішніх обгороджувальних експлуатованих і підготовлених до здачі будівель в роботах [60...62] рекомендується використати методи і прилади, розглянуті в роботі [59]. Смоленська Н.Г. і Ройтман А.Г. [11,17] також рекомендують проводити теплотехнічні обстеження огорожуючих конструкцій будівель відповідно до вказівок, приведених в [59]. Автори відмічають при цьому, що широкі перспективи при обстеженні конструкцій, що захищають, відкриває застосування тепловизорів, робіт, що дозволяють швидко і при незначній вартості, проводити теплофізичні дослідження будівельних конструкцій. Проте, впровадження їх в практику теплофізичних досліджень обгороджувальних стримується через відсутність методик і приладів вітчизняного виробництва

Згідно з рекомендаціями [4] оцінку теплозахисних якостей обгороджувальних в натурних умовах необхідно проводити взимку або пізньою осінню з таким розрахунком, щоб різниця температур зовнішнього і внутрішнього повітря була $\Delta t \gg 10$ С. При цьому вимірюють: температури внутрішньої і зовнішньої поверхонь обгороджувальних (для оперативних вимірів яких можна використати термощупи та ін.); температури внутрішнього і зовнішнього повітря (термометрами і термографами М- 16); вологість

внутрішнього повітря (за допомогою психрометра і гігрографа М- 32); тепловий потік (може бути вычисен по заміряних температурах і термічному опорі або виміряний тепломіром з потенціометром, наприклад, ЭПП-09М). При цьому, визначальними величинами, що характеризують теплозахисні якості конструкцій, є їх опір теплопередачі і перепад температур. При обстеженні великих поверхонь автор рекомендує застосовувати метод безконтактного зняття термограм за допомогою скануючої оптико-електронної апаратури.

У роботах [63,64] відзначається значний вплив на мікроклімат приміщень теплотехнічних характеристик конструкцій, що захищають. У зв'язку з цим, теплотехнічні властивості конструкцій, що захищають, особливо ретельно необхідно перевіряти як в процесі приймання будівель, так і в період їх експлуатації. При цьому рекомендується вимірювати: температуру і вологість внутрішнього повітря; температуру внутрішньої поверхні; а також величину теплових потоків через зовнішні огорожування . Критерієм оцінки теплотехнічних якостей конструкцій будівлі, що захищають, є їх загальний опір теплопередачі.

У роботі. [64] відзначається, що через відсутність даних про функцію розподілу значень вимірюваних параметрів, визначити їх істинне значення з урахуванням довірчого інтервалу немає можливості. При математичній обробці невеликої кількості вимірів параметрів доводиться обходитися визначенням їх середньоарифметичного значення і середньоквадратичного відхилення, що призводить до значних погрішностей.

У практиці обстеження житлових будинків старої забудови, соглас але [65], переважає візуальний методу Критерієм оцінки теплотехнічних якостей зовнішніх огорожень цих будівель є передбачені нормами [22] граничні перепади між розрахунковою температурою внутрішнього повітря і температурою поверхонь при нормальній вологості. При інструментальних вибіркових обстеженнях вимірюють: температуру і вологість внутрішнього повітря (за допомогою психрометрів, термографів і гігрографів); температуру

внутрішньої поверхні зовнішніх обгороджувальних (за допомогою термошупа ТП).

При проведенні теплотехнічних випробувань зовнішніх обгороджувальних а лабораторних умовах [66,67] для виявлення і оцінки термічно неоднорідних поверхонь і прихованих дефектів проводять термографію їх внутрішніх поверхонь. Після виявлення кількості і розмірів термічно однорідних зон, визначають розставлення датчиків (термопар або термометрів опору) на поверхні конструкції для виміру температури поверхні. Для виміру теплових або портативні вимірники теплових потоків ИТП- 7. Оцінку теплотехнічних якостей випробовуваного обгороджування роблять за величиною приведеного опору теплопередачі, вчисленого по формулі:

$$\frac{1}{\alpha_B} + \frac{1}{\sum_{j=1}^N \frac{\bar{q}_j}{\tau_{Bj} - \tau_{Hj}} f_j} + \frac{1}{\alpha_H} \quad (1.9)$$

де τ_{Bj}, τ_{Hj} - середні температури внутрішньої і зовнішньої поверхонь

j -ої термічно однорідної зони, °С

\bar{q}_j - середній тепловий потік через j -у термічно однорідну зону, Вт/м²

f_j - доля від загальної площі огороження j -ої термічно ої однорідної зони, отн.ед.

N - кількість термічно однорідних зон

α_B, α_H - соответственно, коефіцієнти тепловосприяття і теги віддачі термічно неоднорідній конструкції, що захищає, визначуваних по формулах:

$$\alpha_B = \frac{q_{прв}}{t_B - \tau_B^{прв}} \quad (1.10)$$

$$\alpha_H = \frac{q_{прв}}{\tau_H^{прв} - t_H} \quad (1.11)$$

де $q_{прв}$ - приведений тепловий потік через досліджувану конструкцію Вт/м² :

$$q_{прв} = \sum_{j=1}^N \bar{q}_j f_j \quad (1.12)$$

$\tau_B^{прв}, \tau_H^{прв}$ - приведені температури внутрішньої і зовнішньої поверхонь досліджуваної конструкції, °С:

$$\tau_B^{прв} = \sum_{j=1}^N \bar{\tau}_{Bj} f_j; \tau_H^{прв} = \sum_{j=1}^N \bar{\tau}_{Hj} f_j \quad (1.13)$$

Остаточні висновки про результати випробувань роблять з урахуванням величини сумарної абсолютної погрішності визначення приведенного опору теплопередачі ΔR_{ϵ} , ($\text{м}^2 \cdot \text{°C}$)/Вт, визначуваною по формулі:

$$\Delta R_{\epsilon} = R_0^{\text{прв}} \sqrt{\left(\frac{\Delta q}{q}\right)^2 + \left(\frac{\Delta \tau_B}{\tau_B}\right)^2 + \left(\frac{\Delta \tau_H}{\tau_H}\right)^2 + \left(\frac{\Delta t_B}{t_B}\right)^2 + \left(\frac{\Delta t_H}{t_H}\right)^2} \quad (1.14)$$

Надійність оцінки відповідності нормам тепловтрат через зовнішні обгороджування на підставі вимірів температури або теплового потоку на внутрішній поверхні обгороджувань в одній точці по основному полю стіни недостатня, оскільки обгороджування мають термічно неоднорідну структуру. Визначення тільки температури поверхні обгороджувань не дозволяє вчислити величину їх фактичного приведенного опору теплопередачі, оскільки реальні умови теплообміну поблизу внутрішньої поверхні обгороджування різні в різних квартирах [66,67]. Прийнятніше визначення величини опору теплопередачі з використанням даних, отриманих за допомогою тепломірів. Проте, надійність такої інформації залежить від правильного вибору кількості точок виміру і їх розподілу по поверхні термічно неоднорідних огражд дений. Результати вимірів теплотехнічних параметрів в одній кімнаті не можуть відбивати дійсну картину теплотехнічного стану зовнішніх обгороджувань усієї будівлі.

З метою організації оперативної експертизи теплозахисту усієї будівлі доцільно при визначенні фактичного приведенного опору теплопередачі обмежитися мінімально можливою кількістю вимірюваних параметрів і портативних вимірювальних засобів. Якщо використати величину фактичного теплового потоку, оперативно вимірюного у багатьох точках зовнішнього обгороджування, вибраних з урахуванням його термічної неоднорідності і відмінностей в умовах теплопередачі, то доцільно використати залежність (1.3), рекомендовану нормами. У цій залежності замість q^p необхідно підставляти приведений тепловий потік через її зовнішнє обгороджування, $q_{\text{прв}}$, виміряний і оброблений з урахуванням випадкових і не випадкових чинників, що впливають на теплопередачу, і

усього комплексу погрішностей.

Аналізуючи приведені вище методики можна відмітити, що виміри температур конструкцій будівель і теплових потоків, що захищають, робиться, в основному, контактним методом за допомогою термопар, терморезисторів і термометрів опору і тепломірів в комплекті з громіздкими вторинними приладами. Практика використання перерахованих приладів показує [68...70], що вони мають такі недоліки: трудомісткість і складність кріплення їх до досліджуваних поверхонь, особливо у важкодоступних місцях при вимірі температури зовнішніх поверхонь; спотворення теплового поля і необхідність використання (для отримання досить детальної картини поля) їх великої кількості; значні витрати часу на їх установку і зняття свідчень; велика інерційність [68]; значна маса і габарити вторинних приладів (габарити автоматичного потенціометра типу КСПЧ рівні: 400x400x367 мм, маса прибора- 22 кг; розміри переносного потенціометра ПП- 63 рівні: 340x265x210 мм, маса приладу 7 кг; габарити автоматичного малогабаритного урівноважуючого моста типу КСМ- 2 рівні: 240x320x480 мм при масі 17 кг [69] ; обмеження їх роботи умовами, що мають, в основному, плюсові температури (від +5°C); відсутність стандартної градууювальної характеристики у медь-константанових термопар (залежно від походження і діаметру, різні образці константанової дроти відрізняються досить сильно за своїми термоелектричними властивостями). Різниця значень т.э.д.с. для різних сортів константанової дроту в парі з мідною може скласти 300-400 МКВ [70]; складністю визначення сумарної погрішності вимірів, що визначаються погрішностями датчиків і вторинних приладів, спотворенням сигналу і сполучних ліній, а також методичних помилок, обумовлених способом установки і кріплення термопар, характером теплообміну тіла та ін., значно знижує цінність отримуваної інформації. Вимір теплових потоків через конструкції, що захищають, передбачений тільки в деяких методиках [4, 57,64] і те вибіркоче (згідно [43,57] тільки у одній кімнаті обстежуваного будинку). У зв'язку з тим, що діаметр робочої

зони дискових тепломірів складає 300 мм, товщину від 6 до 12 мм [4,64] а їх інерційність вимірюється годинами, вони не можуть бути використані без значних погрішностей для оперативного виміру теплових потоків через локальні ділянки обгороджування (стики, теплопровідні включення і тому подібне).

Візуальний метод обстеження будівель [57...59,65] із застосуванням спеціальних пристосувань типу лупи, лінійки, дерев'яного молотка і тому подібне мало продуктивний і суб'єктивний, оскільки достовірність результатів залежить від досвіду, сумлінності дослідника і ряду інших причин, а вибіркового інструментального метод виявлення дефектів традиційними методами також не дозволяє виявляти приховані дефекти, що істотно знижують теплотехнічні показники обгороджувань.

Вживаними методами перевірки теплотехнічних якостей ограж конструкцій, що дають, не передбачений контроль найважливіших теплотехнічних показників - нормативної величини тепловтрат через 1 м стін разом з вікнами і контрольного показника тепловтрат через 1 м о.пл. Це утрудняє оцінку теплової ефективності прийнятих у будівлі конструктивних і об'ємно-планувальних рішень на рівні сучасних вимог. Ще недостатньо обгрунтовані вибір кількості і місць вимірів теплотехнічних параметрів. Цьому питанню присвячена робота [59], де кількість квартир визначається на основі статистичного методу вибіркового контролю, виходячи з поверховості і кількості секцій у будівлі. Проте, як показав аналіз причин, що впливають на тепловтрати будівель, стан теплозахисту обумовлюється цілим рядом чинників (випадкових і не випадкових), не врахованих в цій методиці. Для будівель, що підлягають ремонту, обробка вимірних параметрів здійснюється без заданої надійності результату експертизи і без визначення величини його погрішності.

Нині вже є розробки по методах обчислення сумарної абсолютної погрішності приведенного опору теплопередачі [67,71,72], які можуть бути впроваджені в практику експертизи теплозахисту будівель.

1.4. Перспективи розвитку методів і засобів виявлення дефектів теплозахисту і контролю тепловтрат

Ряд вітчизняних [4,43,64] і зарубіжних [73,74] авторів відмічають, що впровадження заходів по скороченню втрат тепла експлуатованими будівлями буде значно швидший у разі використання вискоелективних інструментальних засобів неруйнівного теплотехнічного контролю. Нині для перевірки теплоізоляційних якостей конструкцій і виявлення прихованих дефектів використовується метод термографії. Він заснований на застосуванні приладів, що сприймають інфрачервоне теплове випромінювання тіл (тепловизорів [75...78] і радіометрів [79...81]), які на відміну від контактних приладів роблять дистанційний вимір розподілу температур на поверхні [82,83].

Окрім фотореєстрації, дані спостережень можуть реєструватися, оброблятися або аналізуватися за допомогою аналогової і цифрової техніки.

В порівнянні з тепловизорами недоліком радіометрів являються: необхідність механічного сканування уздовж поверхні досліджуваної конструкції; недостатні кути дозволу і дальність дії; трудомісткість обробки свідчень з урахуванням погрішностей і тому подібне. Це стримує їх широке впровадження в практику досліджень будівельних конструкцій. Методи обліку погрішностей при вимірі температури поверхні обгороджувальних в натурних умовах з їх допомогою доки розроблені недостатньо.

1.5. Висновки

1. Оскільки великопанельні житлові будівлі втрачають тепло, в основному, через вертикальні зовнішні обгороджування (74...84%), то при доведенні теплозахисту будівель, що підлягають ремонту до необхідних норм, необхідно приділяти особливу увагу їх утепленню.

2. У будівлях, експлуатованих 10-15 років, фактичне значення

приведеного опору теплопередачі стін на 18...21% нижче нормативних, а тепловтрати на 22...25% вищі за проектних. Ця відмінність обумовлена старінням норм, наявністю цілого ряду неточностей, що допускаються при проектуванні і дефектів, причиною яких є порушення технології виготовлення будівельних виробів і ведення будівельно-монтажних робіт, а також старіння і знос матеріалів огравдений в результаті експлуатації будівлі.

3. З метою запобігання випаданню конденсату необхідно робити перевірку температури внутрішньої поверхні зовнішніх обгороджувачів, особливо в місцях теплопровідних включень, на конденсацію водяних пари як при оптимальному, рівному 55% так і при допустимому значенні відносної вологості в житлах, рівному 65%.

4. На фактичні значення показників, що характеризують стан теплозахисту, роблять вплив не лише невіпадкові чинники (поверховість, орієнтація фасадів, спосіб провітрювання квартир, наявність стиків і світлопроемов, заставних деталей, сполучень різних елементів і тому подібне), обумовлені особливостями проектування будівель, але і випадкові чинники такі, як локальна термічна неоднорідність огравдений, поровденная технологічними і будівельно-монтажними дефектами, місцевим зволоженням конструкцій із-за випадкових витоків води з систем опалювання і водопроводу, а також тепловлажностные умови в приміщеннях, що формуються під впливом побутових процесів, роботи систем опалювання, інтенсивності повітрообміну та ін.

5. Використовувані методики експертизи теплозахисту будівель, що підлягають ремонту, не враховують надійність набуття фактичних значень її теплотехнічних показників. У них відсутні: методика обробки параметрів з урахуванням погрешностей, що впливають на вибір мінімальної товщини шару додаткового утеплення зовнішніх обгороджувачів; методика вибору розподілу точок виміру теплотехнічних параметрів в обстежуваних приміщеннях з урахуванням ряду випадкових і невіпадкових чинників, що впливають на значення теплових потоків через обгороджування; методика

оцінки теплозахисту з урахуванням норм тепловтрат через 1 м^2 вертикальних зовнішніх обгороджувачів і 1 м^2 загальної площі будівлі. Вживаний метод визначення опору теплопередачі зовнішніх обгороджувачів без урахування їх термічної неоднорідності на основі вимірів температури їх поверхонь контактним способом трудомісткий, обумовлює значні погрішності вимірів і не дозволяє робити коректне укладення про стан теплозахисту будівлі в цілому.

6. З метою проведення оперативної оцінки теплової ефективності прийнятого або фактичного об'ємно-планувального рішення і конструкції зовнішніх обгороджувачів будівлі на передпроектних стадіях необхідно розробити показник теплозахисту - умовний опір теплопередачі, за допомогою якого можна було б оцінити міру дотримання норм тепловтрат (контрольних і питомих витрат тепла) при заданій розрахунковій різниці температур, фактичних площах горизонтальних і вертикальних огравдєний, загальній площі будівлі, а також опорі теплопередачі заповнєнь світлопроемов і коефіцієнті скління.

7. Максимальні коефіцієнти скління, понад які неможливо досягти нормативних тепловтрат тільки шляхом утеплення стін, можуть служити показником для оперативного прийняття на передпроектних стадіях рішення про необхідність заміни вікон у будівлях, що підлягають ремонту, на теплішу конструкцію.

8. З метою оперативного отримання надійної інформації про фактичне значення приведеного опору теплопередачі зовнішніх обгороджувачів з урахуванням впливу випадкових і невідповідних чинників, його визначення доцільно робити на підставі виміру і обробки теплових потоків через термічно однорідні зони зовнішніх обгороджувачів, а також температури зовнішнього повітря і внутрішнього, вимірюваного в приміщеннях, вибраних з урахуванням чинників, що обумовлюють відмінність умов теплопередачі в них.

9. Для оперативного отримання інформації про розподіл і контури

термічно однорідних зон зовнішніх обгороджувальних усієї будівлі експертизу теплозахисту на першому етапі доцільно робити за допомогою тепловизора з урахуванням вимог, що підвищують ефективність його роботи.

РОЗДІЛ 2

ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПОЛОЖЕНЬ МЕТОДИКИ ЕКСПЕРТИЗИ СТАНУ ТЕПЛОЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬ, ЩО ПІДЛЯГАЮТЬ РЕМОНТУ

Основні положення методики експертизи стану теплозахисту повинні містити: показателі, відносно яких робиться її оцінка; методи вибору конкретних приміщень і точок, в яких робляться виміри теплотехнічних параметрів, за результатами яких можна набувати фактичних значень нормованих показників із заданою надійністю; методику вибору апаратури для виміру теплотехнічних параметрів з дотриманням погрешностей результатів експертизи нижче допустимих значень; методику обробки цих вимірів теплотехнічних параметрів і оцінки стану теплозахисту будівлі.

2.1 Розробка показника для оцінки стану теплозахисту з урахуванням норм тепловтрат

На додаток до комплексу нормованих показників, розглянутих в (р.1, п.1.1) з точки зору оперативної оцінки стану теплозахисту будівель, що підлягають ремонту, з подальшим ухваленням рішення про міру і характер її реконструкції з урахуванням фактичних значень нормованих теплотехнічних параметрів і показників об'ємно-планувальних рішень, доцільно розробити показник - умовний опір теплопередачі стін, функціональна залежність якого представлена в гл.1 (см.формулу 1.2).

Виведення цієї залежності виконуємо в наступній послідовності .

При дотриманні норм питомих тепловтрат через 1 м^2 зовнішніх обгороджувальних загальні втрати тепла будівлею можна представити у вигляді

$$Q'_{зд} = q_{врт}^{нрн} F_{врт} + \sum (q_{г}^{нрн} F_{г}) i \quad (2.1)$$

де $q_{врт}^{нрн}$, $q_{г}^{нрн}$ - норми тепловтрат, відповідно, через 1 м^2 стін разом з вікнами і

через 1 м^2 підлоги першого і перекриття останнього поверхів, $\text{Вт}/\text{м}^2$

$F_{\text{врт}}, F_{\text{г}}$ - відповідно, стін разом з вікнами, підлоги першого і перекриття останнього поверхів, м^2 .

Розділивши обидві частини рівняння (2.1) на $(q_{\text{врт}}^{\text{нрн}} F_{\text{врт}})$, отримаємо:

$$\frac{Q'_{\text{зд}}}{q_{\text{врт}}^{\text{нрн}} F_{\text{врт}}} = 1 + \frac{\sum(q_{\text{г}}^{\text{нрн}} F_{\text{г}})}{q_{\text{врт}}^{\text{нрн}} F_{\text{врт}}} \quad (2.2)$$

Виразимо долю тепловтрат через горизонтальні обгороджування по відношенню до вертикальних через a :

$$a = \frac{\sum(q_{\text{г}}^{\text{нрн}} F_{\text{г}})}{q_{\text{врт}}^{\text{нрн}} F_{\text{врт}}} \quad (2.3)$$

Підставивши (2.3) в (2.2) і перетворивши, отримаємо:

$$Q'_{\text{зд}} = q_{\text{врт}}^{\text{нрн}} F_{\text{врт}} (1 + a) \quad (2.4)$$

Тепловтрати будівлі при дотриманні контрольного показника тепловтрат можна визначити по формулі:

$$Q_{\text{зд}} = q_{\text{оп}}^{\text{к}} F_{\text{пт}} \quad (2.5)$$

де $q_{\text{оп}}^{\text{к}}$ - контрольний показник тепловтрат на 1 м^2 загальної площі будівлі (о.пл.), $\text{Вт}/1\text{м}^2\text{о.пл.}$;

$F_{\text{пт}}$ - загальна площа будівлі, м^2 .

При дотриманні норм тепловтрат для правильно, з точки зору теплотехніки, запроектованої і побудованої будівлі повинна дотримуватися рівність:

$$Q'_{\text{зд}} = Q_{\text{зд}} \quad (2.6)$$

Прирівнюючи праві частини рівняння (2.4) і (2.5), отримаємо:

$$q_{\text{врт}}^{\text{нрн}} F_{\text{врт}} (1 + a) = q_{\text{оп}}^{\text{к}} F_{\text{пт}} \quad (2.7)$$

Вирішуючи рівняння (2.7) відносно $q_{\text{врт}}^{\text{нрн}}$ отримаємо:

$$q_{\text{врт}}^{\text{нрн}} = \frac{q_{\text{оп}}^{\text{к}} F_{\text{пт}}}{F_{\text{врт}} (1 + a)} \quad (2.8)$$

Тепловтрати через вертикальні обгороджування здійснюються через вікна і стіни, внаслідок чого для будівлі, запроектованої з дотриманням норм тепловтрат, можна записати:

$$q_{CT}F_{CT} + q_{зап}F_{зап} = q_{врт}^{нрн}(F_{CT} + F_{зап}) \quad (2.9)$$

У свою чергу:

$$q = \frac{1}{R_{o.сT}}(t_B - t_H) \quad (2.10)$$

Підставляючи (2.10) в (2.9) отримаємо:

$$\left(\frac{F_{CT}}{R_{o.сT}} + \frac{F_{зап}}{R_{o.зап}}\right)(t_B - t_H) = q_{врт}^{нрн}(F_{CT} + F_{зап}) \quad (2.11)$$

Виразимо долю засклених поверхонь через коефіцієнт скління :

$$K_{OCT} = \frac{F_{зап}}{F_{CT} + F_{зап}} \quad (2.12)$$

З (2.12) витікає, що:

$$\begin{aligned} F_{зап} &= K_{OCT}(F_{CT} + F_{зап}) \\ F_{CT} &= (1 - K_{OCT})(F_{CT} + F_{зап}) \end{aligned} \quad (2.13)$$

Підставляючи (2.13) в (2.11). отримаємо:

$$\frac{(1 - K_{OCT})(F_{CT} + F_{зап})}{R_{o.сT}} + \frac{(1 - K_{OCT})(F_{CT} + F_{зап})}{R_{o.сT}} = \frac{q_{врт}}{(t_B - t_H)}(F_{CT} + F_{зап})$$

Звідки:

$$q_{врт}^{нрн} = (t_B - t_H) \left(\frac{(1 - K_{OCT})}{R_{o.сT}} + \frac{K_{OCT}}{R_{o.сT}} \right) \quad (2.14)$$

Вирішуючи рівняння (2.14) відносно (R_o) отримаємо:

$$\left(R_o^{усл}\right)_{q_{врт}}^{CT} = \frac{(1 - K_{OCT})(t_B - t_H)R_{o.зап}}{q_{врт}^{нрн}R_{o.зап} - K_{OCT}(t_B - t_H)} \quad (2.15)$$

Позначимо:

$$a_1 = (1 - K_{OCT})(t_B - t_H)R_{o.зап} \quad (2.16)$$

$$b_1 = q_{врт}^{нрн}R_{o.зап} \quad (2.17)$$

$$c_1 = K_{OCT}(t_B - t_H) \quad (2.18)$$

Тоді (2.15) можна представити у виді:

$$\left(R_o^{усл}\right)_{q_{врт}}^{CT} = \frac{a_1}{b_1 - c_1} \quad (2.19)$$

Підставивши в (2.7) вираження (2.8) отримаємо:

$$B_2 = \frac{q_{оп}^к F_{пт} R_{o.зап}}{F_{врт}(1+a)} = \frac{q_{оп}^к F_{пт} R_{o.зап}}{F_{врт} + \frac{\Sigma(q_{врт}^{нрн} F_{г})}{q_{врт}^{нрн}}} \quad (2.20)$$

Таким чином, функціональна залежність для визначення умовного приведенного опору теплопередачі стін виходячи з дотримання норм тепловтрат, виразиться формулою:

$$(R_o^{усл})_{q_{оп}}^{ст} = \frac{(1-K_{OCT})(t_B-t_H)R_{o.зап}}{F_{врт} + \frac{\sum(q_{врт}^{нрн} F_{г})}{q_{врт}^{нрн}} - K_{OCT}(t_B-t_H)} \quad (2.21)$$

Формула (2.19) може бути використана в двох варіантах: для оцінки відповідності нормам величин тепловтрат через стіни разом з вікнами ($b_i=b_1$) і для оцінки відповідності нормам величин тепловтрат, що доводяться на 1 м^2 о.пл. будівлі (при $b^i=b^2$).

Для оперативної перевірки відповідності нормам запроєктованих або існуючих вертикальних обгороджувальних розроблений алгоритм і програма для РС, за допомогою яких підраховані і побудовані графіки для ряду типів будівель і інших умов, у тому числі для житлових будівель. Графіки представлені на рис.2.1,2.2.

і побудовані графіки для ряду типів будівель і інших умов у тому числі для житлових будівель. Графіки представлені на рис.2.1,2.2.

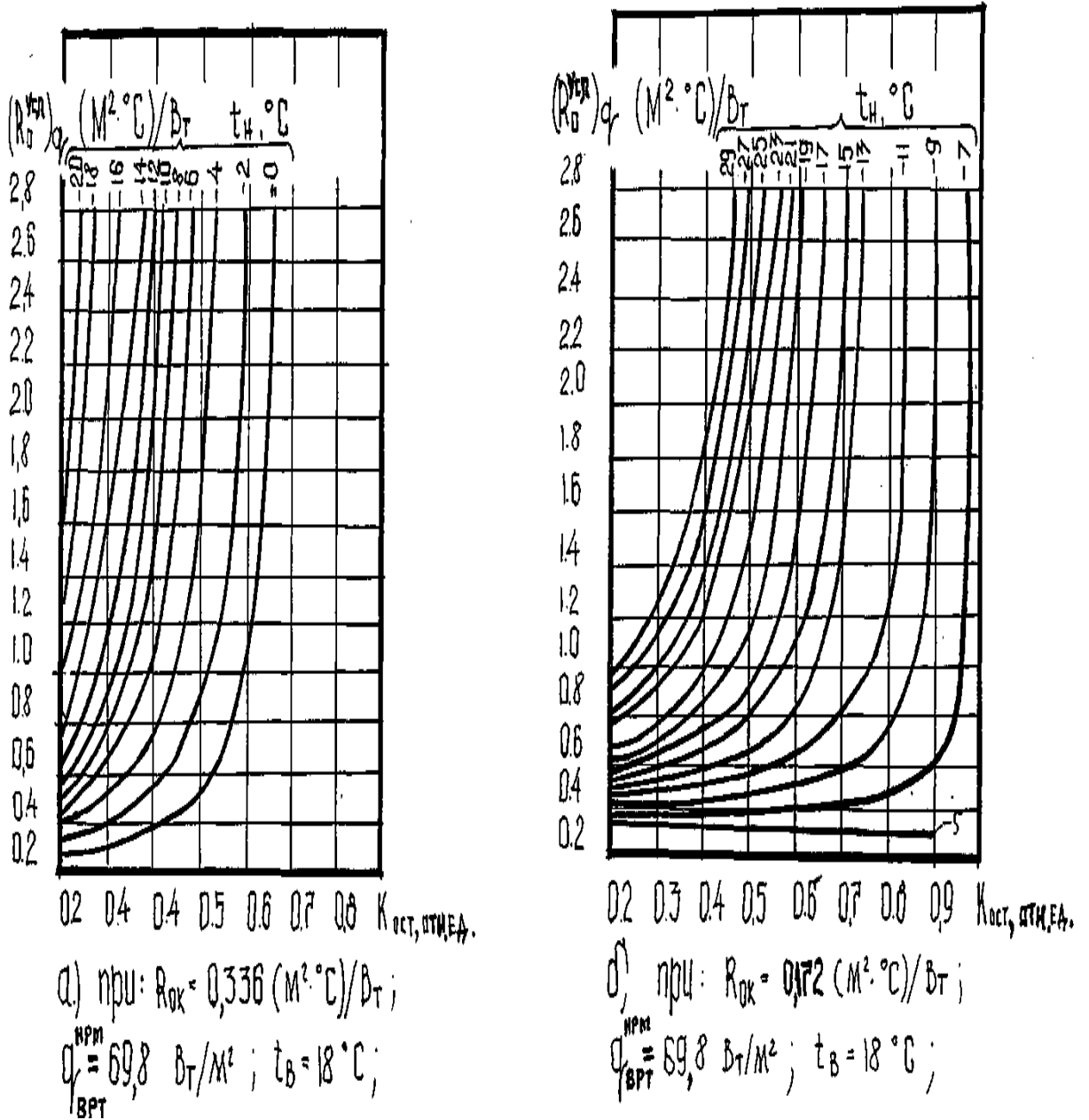
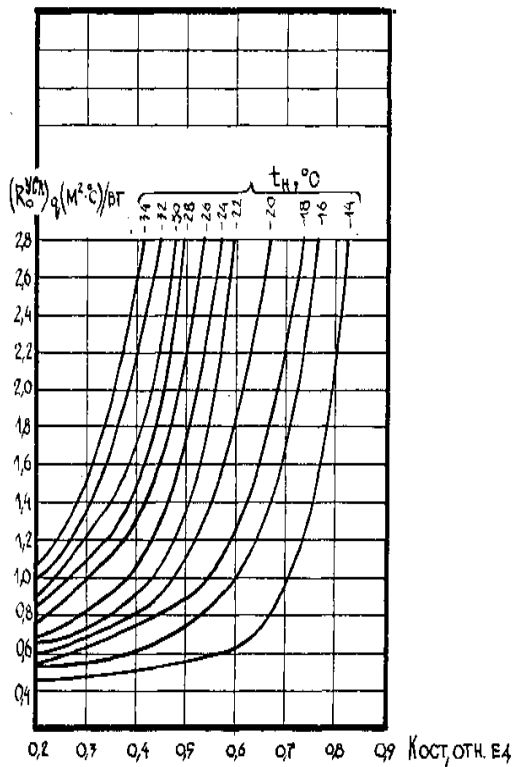
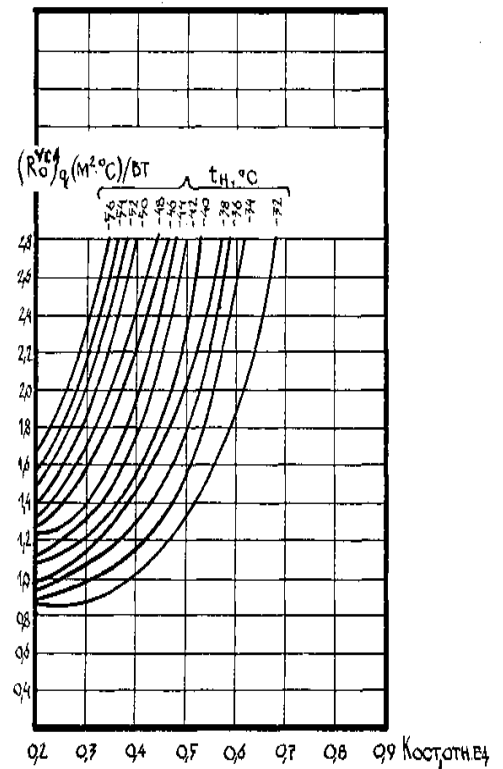


Рисунок 2.1 - Графіки для визначення опору теплопередачі $R_0^{усл}$ стін з урахуванням дотримання нормованої величини тепловтрат

$$q_{врт}^{нрн} ртнрн = 69,8 \text{ Вт/м}^2 \text{ (через стіни разом з вікнами)}$$



а) при $R_{ок} = 0,378 \frac{m^2 \cdot C}{BT}$
 $q_{врт}^{нрн} = 69,8 \text{ Вт/м}^2$; $t_{в} = 18^{\circ}\text{C}$.



б) при $R_{ок} = 0,716 \frac{m^2 \cdot C}{BT}$
 $q_{врт}^{нрн} = 69,8 \text{ Вт/м}^2$; $t_{в} = 18^{\circ}\text{C}$.

Рисунок 2.2 - Графіки для визначення опору теплопередачі $R_0^{усл}$ стін з урахуванням дотримання нормованої величини тепловтрат

$$q_{врт}^{нрн} = 69,8 \text{ Вт/м}^2 \text{ (через стіни разом з вікнами)}$$

2.2 Оцінка впливу погрешностей експертизи теплозахисту будівель на вибір товщини шару додаткового утеплення зовнішніх стін

Для коректного ухвалення рішення про відповідність фактичного го значення опору теплопередачі стін потрібному результати експериментальних досліджень представляють у вигляді довірчого інтервалу:

$$R_{0.н} = \bar{R}_0^{\Phi} \mp \Delta R_{\Sigma} \quad (2.22)$$

де R_0 - середнє значення опору теплопередачі ($m^2 \cdot C$)/Вт, вичислене за

результатами непрямих вимірів величини $q\bar{q}^\Phi$ і $\Delta\bar{t}$ по формулі:

$$\bar{R}_O^\Phi = \frac{\Delta\bar{t}}{\bar{q}^\Phi} \quad (2.23)$$

де $\Delta\bar{t}$ усереднена різниця температур повітря по різні сторони огравдження
 $t_B - t^H, \text{ }^\circ\text{C}$

\bar{q}^Φ - середній тепловий потік через обгороджування, Вт/ч²

ΔR_Σ - суммарная абсолютна погрішність вимірів, (м²°C)/Вт, яка має бути не більше допустимої величини:

$$\Delta R_\Sigma < \Delta R_\Sigma^{\text{доп}} \quad (2.24)$$

з іншого боку

$$\Delta R_\Sigma < \Delta R_\Sigma^{\text{доп}} \quad (2.25)$$

де E - відносна погрішність визначення опору теплопередачі, %.

Оскільки \bar{R}_O^Φ визначається в результаті непрямих вимірів те:

$$\Delta R_\Sigma = \bar{R}_O^\Phi \sqrt{\frac{\Delta q^2}{(\bar{q}^\Phi)^2} + \frac{\Delta(\Delta t)^2}{\Delta\bar{t}^2}}$$

де Δq^2 , - сумарна абсолютна погрішність вимірів теплового потоку, Вт/м²

$\Delta(\Delta t)^2$ – суммарная абсолютна погрішність виміру температури, °C.

Таким чином, при проведенні експериментальних досліджень зовнішніх обгороджувань необхідно так підібрати вимірювальний комплект і визначити мінімально-допустимую величину t_{min} щоб забезпечити умову (2.24).

На рис.2.3, 2.4 приведений графік залежності t_{min} від $(Ro)_{CT}$ при роботі на різних діапазонах вимірів.

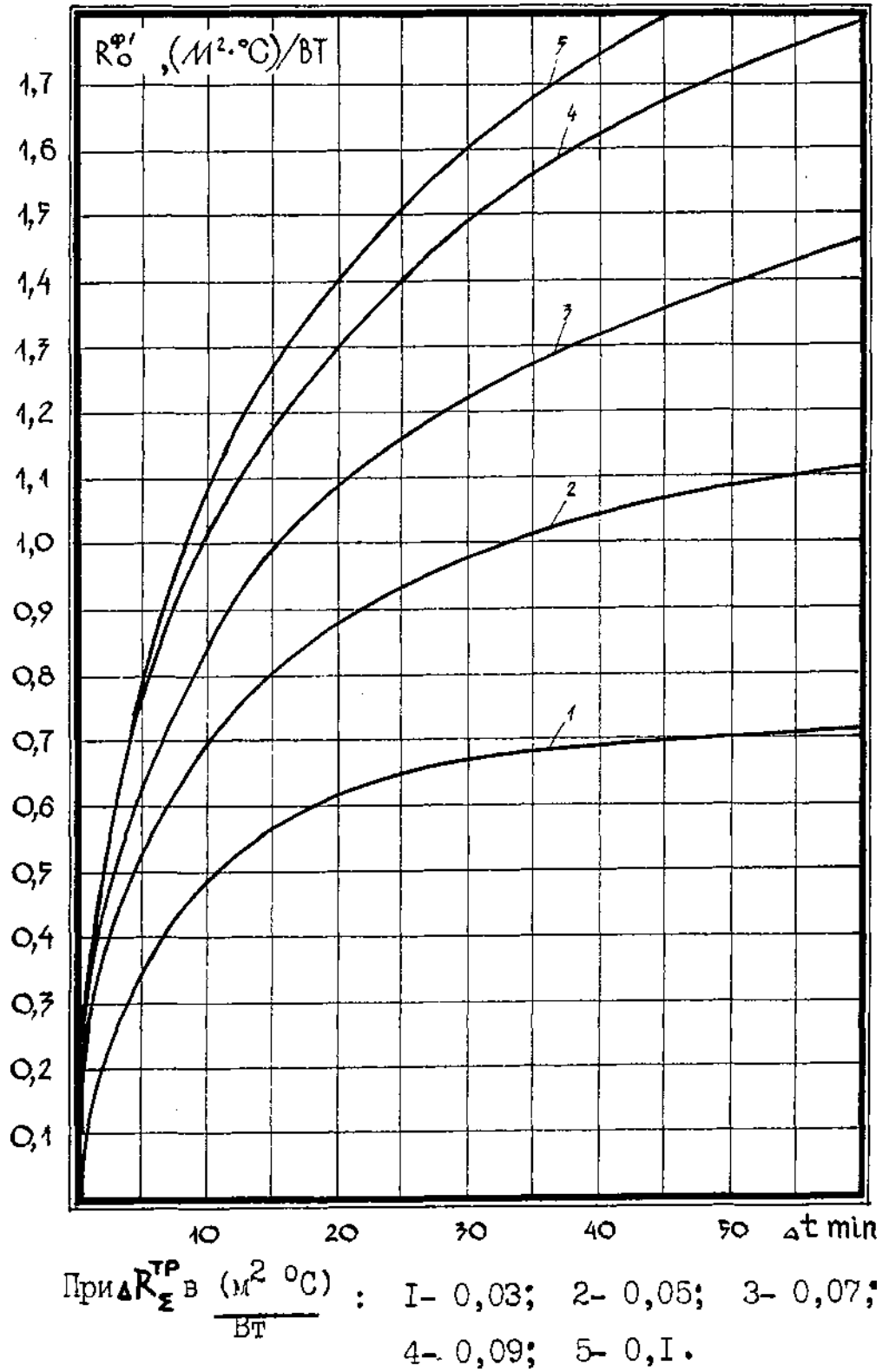


Рисунок 2.3 - Залежність $\Delta t_{min}(\bar{t}_B - \bar{t}_H)$ від \bar{R}_0^Φ при різних ΔR_Σ

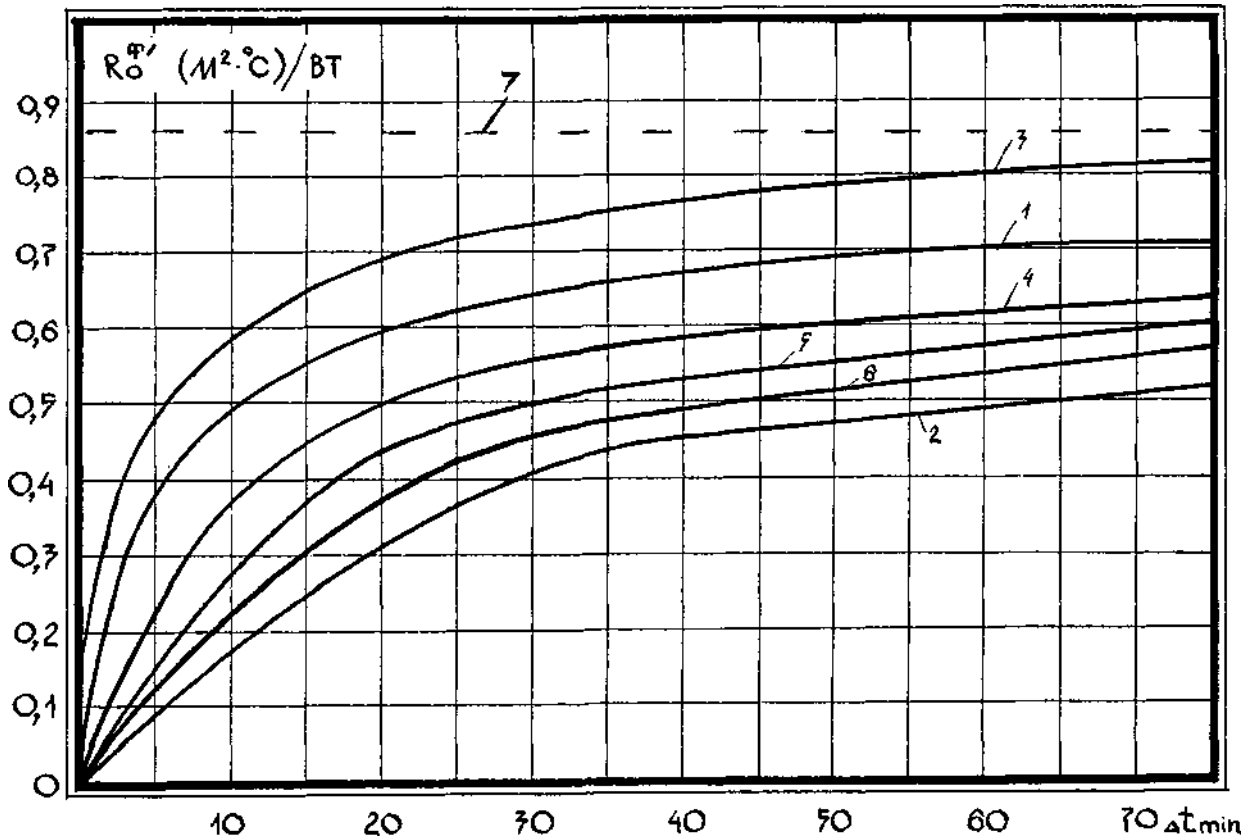


Рисунок 2.4 – Залежність $\Delta t_{min}(\bar{t}_B - \bar{t}_H)$ від \bar{R}_0^Φ при різних ΔR_Σ і дотримання $= 0,03$ ($\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$

1,2 - при наявних $q_{пр} = 50$ і 250 $\text{Вт}/\text{м}^2$

3,4,5,6 - при перспективних $q_{пр} = 25,150,200$ $\text{Вт}/\text{м}^2$

7 - граничне значення, при якому неможливо дотриматися $R_\Sigma Z = 0,03$ ($\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$

2.3. Методика вибору кількості точок вимірів теплотехнічних параметрів і складу приміщень, що підлягають обстеженню

Вибір кількості точок вимірів теплотехнічних параметрів і їх розподіл на поверхні обгороджувачів (для виміру q) в об'ємі будівлі (для вимірів t_B) і зовні нього (для вимірів t_H) є важливим завданням, що забезпечує надійність отримуваних результатів.

Якщо вимір зовнішньої температури не є особливою складністю і відбитий у багатьох джерелах і нормах [57,59] той вимір внутрішньої температури і теплових потоків, як показано в р.1, п.1.3, є методично важким

завданням.

Передусім при вимірах теплових потоків необхідно врахувати конструктивну термічну неоднорідність, закладену припроектированим.

Аналіз розподілу температур на поверхні вузлів сполучення у великопанельних будівлях [7], визначених за розрахункових умов ($t_H = - 28, ^\circ\text{C}$ і $t_B = +18 ^\circ\text{C}$), (см.рис. 2.5, 2.6), показав, що:

а) по рядовому вертикальному стику (рис.2.5.а) можна зробити наступне укладення: його вплив на значення температури внутрішньої поверхні зовнішнього обгороджування поширюється на відстань до 300 мм по обидві сторони від центру стику і найрізкіше виражено в зоні шириною 200 мм; враховуючи цю обставину при натурних обстеженнях в межах України, де температура зовнішнього повітря $t_H > - 28,5^\circ\text{C}$ і при товщині перегородки близько 200 мм, характерну точку вимірів величини теплового потоку в зоні цього стику можна призначити на відстані 50 мм від перегородки, а загальну ширину зони рядового вертикального стику з урахуванням вищевикладеного можна прийняти орієнтовно рівною 400 мм;

б) по вертикальному кутовому стику (рис.2.5, в) можна зробити наступні висновки: зона змінних значень температури внутрішньої поверхні знаходиться на відстані 250-300 мм по обидві його сторони за тих же розрахункових температурних умов; з урахуванням розрахункових кліматичних умов України ця зона може бути понижена до 200 мм; зона різких змін цього параметра знаходиться в межах 150 мм від кута; таким чином, характерні точки виміру величини теплового потоку для кутового стику можна прийняти на відстані 50-75 мм від кута в обидві сторони;

в) по горизонтальному стику без (рис.2.5.б) і з (рис.2.5.г) балконною плитою можна прийняти наступні зони змінних значень внутрішньої температури зовнішньої стіни : від 150 до 250 мм від стику, а зону різкого зростання температури поверхні - 100-200 мм.

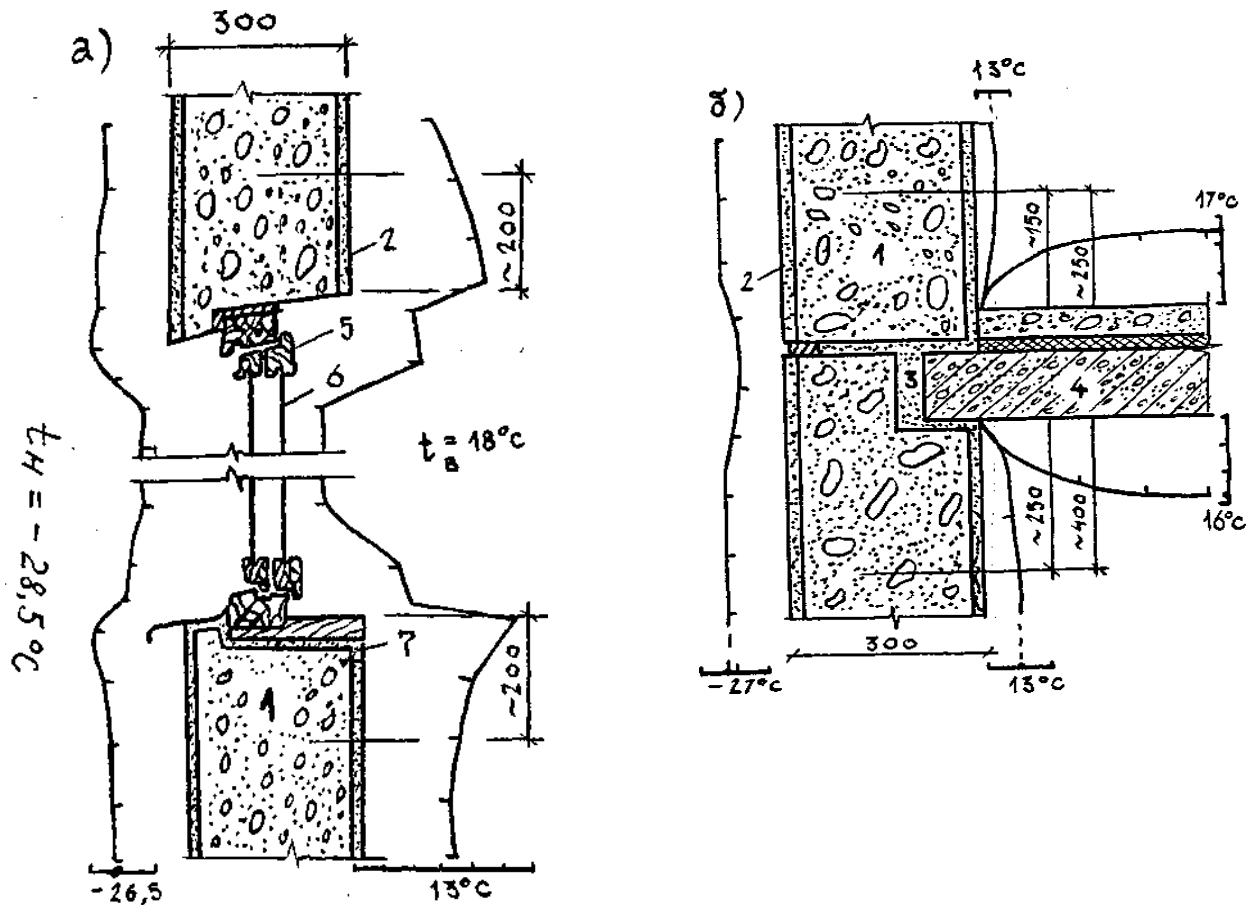


Рисунок 2.5- Схеми вузлів сполучень вікон зі стінами з нанесенням ліній температури поверхонь:

А) спарений плетіння й керамзитобетонні панель: 1 панель; 2 цементно-піщаний розчин; 5 спарений дерев'яний палітурка; 6 скло; 7- ущільнення віконної коробки;

Б) роздільний плетіння й цегляна стіна з утеплювачем: 1 залізобетон; 2 деревно-волокниста плітв; 3 керамзитобетон = 1200 кг / м^3 ; 4 -цементно-піщаний розчин, 5-силікатна цегла; 6-пінопласт; 7-скло; 8-віконна коробка; 9 - ущільнення стику

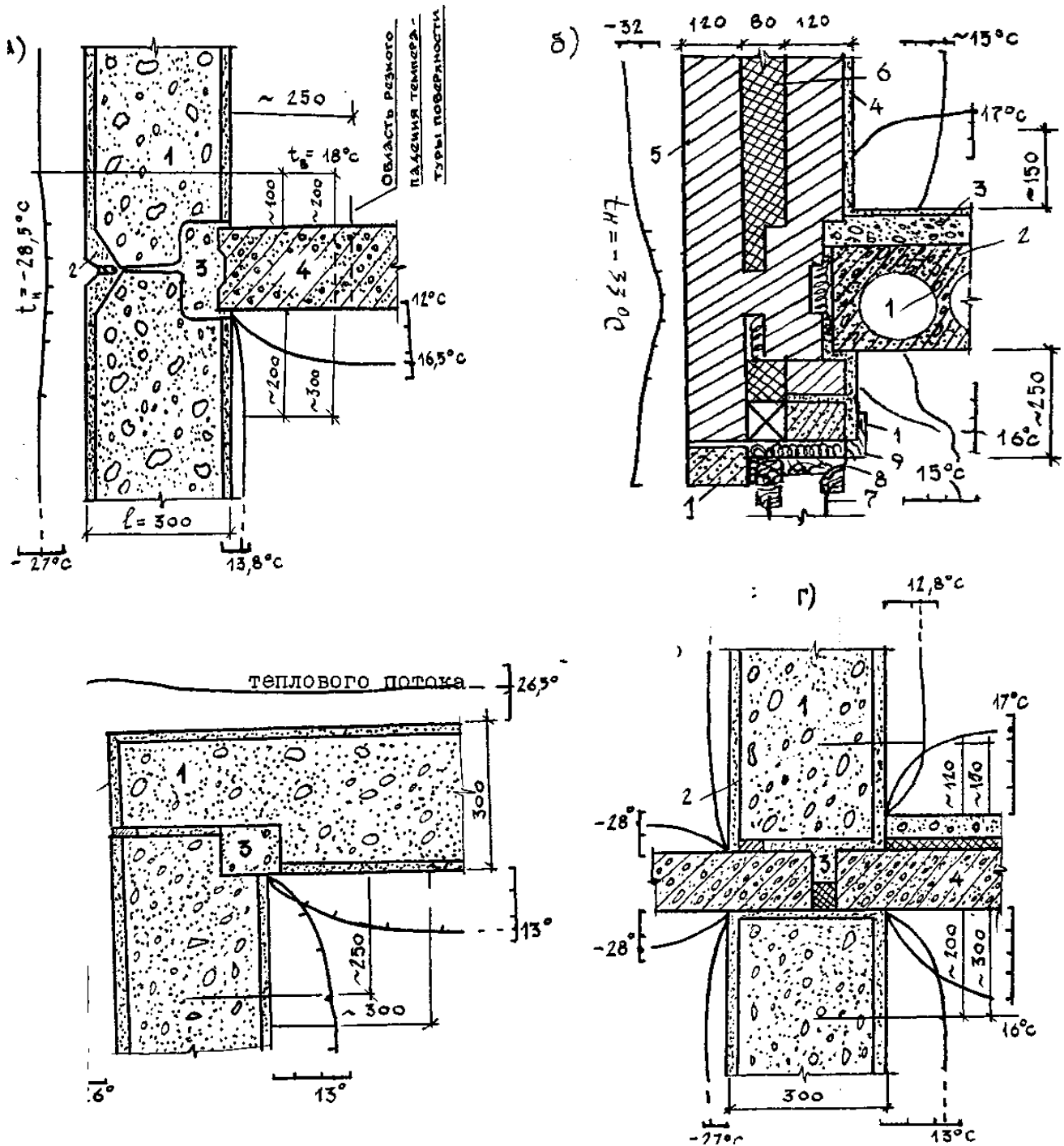


Рисунок 2.6 - Схема вузлів великопанельних будівель з нанесенням ліній температури поверхнюіограждєнія і розмірами зон змінного теплового потоку :

а-вертикальний стик;б-горизонтальний стик;в-углової стик;г-горизонтальний стик з балконною плитою;1-керамзитобетонная панель=900 кг/м³;2-цементно-песчанний розчин;3-бетон;p2400 кг/м³;4-железобетонp=2500 кг/м³

Таким чином, характерну точку виміру значень теплового потоку в зоні горизонтального стику над підлогою можна прийняти на відстані 50-100 мм від рівня підлоги;

г) оскільки увесь простір між верхнім укосом світлопроемов і горизонтальним стиком (рис.2.6.а і рис.2.5.б) є зоною змінних температур внутрішніх поверхонь, то, в цілях підвищення надійності результатів вимірів, в цій зоні необхідно призначити декілька точок вимірів (по центру зони - одну точку; у зоні впливу горизонтального стику - не менш 2-х точок; у зоні впливу отвору - одну точку);

д) по периметру світлопроема (рис.2.6.а) також є зона змінної температури на відстані близько 250 мм від краю укосу; оскільки в цій зоні її коливання яскраво виражені на відстані 200 мм від краю укосу, то характерні точки вимірів величин теплових потоків можна призначити на відстані 100 мм від краю укосу.

Таким чином, у великопанельних будівлях необхідно контролювати теплові потоки, як мінімум, в наступних зонах:

зона 1 - по периметру світлових отворів; ширина зони - 200 мм від краю укосу (за винятком верхнього горизонтального укосу, віднесеного до зони 2, горизонтального стику, що випробовує вплив, над отвором);

зона 2 - над світловими отворами, ширина зони - на усю висоту від укосу світлопроема до центру горизонтального стику;

зона 3 - вертикальних стиків (кутових і рядових) шириною 400 мм (по 200 мм по обидві сторони від центру);

зона 4 - горизонтальних стиків над підлогою, ширина зони - 200 мм від центру стику;

зона 5 - частина несвітлопрозорого обгороджування, що залишилася, невідчужлива впливу стиків і світлопроемов, в якій вибір точок вимірів необхідно призначити з урахуванням виключення впливу нагрітих поверхонь (опалювальних приладів і тому подібне);

зона 6 - площі обгороджувань з підвищеними тепловтратами, що

отримуються в результаті дефектів монтажу і експлуатації будівель (по контурах, отриманих в результаті тепловизионної зйомки).

При обстеженні будівель з конструкціями, що захищають, з цеглини або з місцевих матеріалів, як видно з рис.2.6.би, немає необхідності проводити контрольні виміри поблизу підлоги, оскільки навіть при $t_H = -32$ °C і зміна значень температури внутрішньої поверхні зовнішньої стіни - трохи. Таким чином, при обстеженні будівель із стінами з цеглини досить вимірювати теплові потоки в зонах світлових отворів по їх периметру на відстані 50-100 мм від укосу, в зоні розташування залізобетонної перемички, в зоні по поверхні стіни і в місцях теплопровідних включень і дефектів.

З метою обліку термічно неоднорідних поверхонь в межах зони, яка може бути обумовлена випадковими чинниками (см.р. 1, п.1.2), в кожній зоні в обстежуваних квартирах точки вимірів можуть бути такими, що ковзають, тобто виміри теплових потоків в одній зоні повинно бути не в одному і тому ж місці в різних квартирах.

Температуру і вологість внутрішнього повітря досить вимірювати в центрі приміщень на висоті 1,5 м від рівня підлоги [57]. Тим пературу і вологість зовнішнього повітря вимірюють на відстані не менше, чим в 10 м від обстежуваної будівлі на висоті 2 м від рівня поверхні землі з чотирьох сторін.

Особливу увагу необхідно приділити вибору кількості приміщень, в яких робляться виміри теплотехнічних параметрів і які б представляли усю їх генеральну сукупність з урахуванням невідповідних і випадкових чинників.

До основних невідповідних чинників відносяться: розміщення квартир на поверхах (на нижньому, середньому і верхньому поверхах), спосіб їх провітрювання (наскрізне, кутове або одностороннє), орієнтація вікон, балконних дверей, зовнішніх стін.

Перелік випадкових чинників різноманітний, їх склад вказаний в п.1, п.1.2 (основні з них: чисельний і віковий склад мешканців, інтенсивність і характер побутових процесів, міра герметизації притворів вікон і балконних

дверей, інтенсивність повітрообміну через відкриті квартирки, тепловіддача приладів, розставлення меблів, затінювання застелених поверхонь і тому подібне).

Загальна кількість обстежуваних кімнат може бути визначена методами математичної статистики. У разі, якщо тепловий потік через обгороджування є випадковою величиною (а такі передумови є, оскільки його величина в кожній квартирі формується під значною кількістю незалежних чинників, багато хто з яких має випадковий характер) і розподіл його фактичних значень по поверхні зовнішніх обгороджувань відповідає нормативному закону розподілу випадкових чисел, число кімнат можна визначати, використовуючи залежності цього закону. Проте, ця гіпотеза потребує експериментальної перевірки. У разі, якщо вона підтвердиться, то при дотриманні прийнятої в інженерній практиці надійності результатів $\alpha = 0,95$ можна зупинитися на числі кімнат, рівному $N = 16/72,107$. В кожній термічно однорідній зоні також досить виміряти тепловий потік в 16 точках.

2.4 Основні етапи експертизи теплозахисту будівель, що підлягають ремонту

На підставі розробок п.2.1...2.3 основних етапів експертизи теплозахисту зводяться до наступного.

1. Підготовчий етап. Він розпочинається з ознайомлення з проектною документацією будівлі, підмета теплотехнічної експертизи.

Початковими даними для виконання робіт є: технічне завдання; креслення фасадів будівлі з позначенням типоразмерів панелей, стінних блоків, вікон і балконних дверей; креслення конструкцій зовнішніх огорожень, поетажні плани і розрізи будівлі; дані про теплотехнічні показники обгороджувань, закладених в проекті; паспортні ці будівлі з вказівкою відхилень від проекту; довідка відділу у справах будівництва і архітектури про доцільність проведення капітального ремонту або

реконструкції будівлі з урахуванням архітектури забудови.

2. Уточнення в натурі проектних даних і проведення якісної тепловизійонної зйомки зовнішніх обгороджувальних конструкцій. Загальне обстеження роблять з метою попереднього ознайомлення із станом конструкцій будівлі для подальшого складання програм їх детального обстеження. Його розпочинають з тепловизійонної зйомки зовнішніх обгороджувальних конструкцій, що дозволяє визначити місця максимальних тепловтрат, причинами яких можуть бути приховані дефекти. Термографіювання обгороджувальних конструкцій будівель роблять залежно від типу тепловізора відповідно до положень, викладених в паспорті приладу. З метою отримання як можна більшої контрастності зон зовнішніх обгороджувальних конструкцій з однорідними теплотехнічними властивостями тепловизійонну зйомку необхідно здійснювати в період стояння найбільш низьких температур. При цьому забезпечують роботу апаратури в нормальних умовах в избежание її відмови. Щоб виключити вплив сонячної радіації, термографіювання об'єкту здійснюється в передранкові години. Наявність опадів, обмерзань зовнішніх обгороджувальних конструкцій, а також їх поверхневе зволоження не допускається. До початку термосъемки бажане стояння низьких температур не менше 1-3 діб залежно від теплової інерції об'єкту.

Перед початком термографіювання потрібне:

а) визначити відстань від об'єкту, виходячи з рівня контрастності, що вимагається, розмірів захоплюваної ділянки обгороджування (рівень контрастності залежить від перепаду температур по обидві сторони обгороджування і перешкод на ділянці забудови (дерев, будов і тому подібне); б) намітити хід термографіювання, орієнтовні місця стоянок з урахуванням розмірів об'єкту (його довжини і висоти) і позначенням їх послідовності; в) приблизно (за даними проекту і візуального огляду) визначити можливі місця підвищених тепловтрат, які підлягають детальнішому вивченню і нанести їх на креслення фасадів будівлі; г) уточнити і промаркувати місця стоянок в ув'язці з кресленнями фасадів будівель; д) підготувати апаратуру для термосъемки згідно з паспортними

даними заводу-виготівника із забезпеченням її найкоротшого знаходження на відкритому повітрі (чи із забезпеченням спеціальних заходів захисту від переохляядення) у разі стояння зовнішніх температур, нижче вказаних в паспорті системи;

е) почати термосъемку відповідно до запланованих місць стоянок в наміченій черговості.

При наведенні камери на ділянку можна робити запис його теплового зображення на відеострічці відеомагнітофона, перевіряючи її якість на екрані відеоконтрольного пристрою. За відсутності відеомагнітофона контура зон з однаковими тепловтратами адекватно зображенню на екрані монітора наносяться вручну на фасади будівлі, який виконаний у відповідному масштабі. При неясно обкреслених зонах і наявності вжх неоднорідності дрібнішого масштабу, необхідно наблизити місце стоянки до об'єкту для детальнішої зйомки. Чіткість зображення регулюється відповідними механізмами термокамери.

Після проведення польових робіт приступають до камеральної обробки результатів. Метою обробки є нанесення (у масштабі) на фасади (пола і перекриття) будівлі контурів зон з однаковою інтенсивністю теплового потоку, їх розшифровка по яскравості зображення. При тепловизійній зйомці без запису на відео цей етап роботи виконується в польових умовах і допрацьовується камерально. Проте, трудомісткість робіт без відеозапису і їх достовірність значно нижчі, ніж з відеозаписом. Тому без відеозапису рекомендується робити термосъемку тільки для оперативного контролю окремих ділянок стін, наприклад, при авторському нагляді. У інших випадках бажано її виконувати, оскільки внаслідок цього можна багаторазово відтворювати результати, уточнювати контури зон і їх площу, а також оцінювати їх по яркостям ранжируючи вцілом по обгороджуванню будинку. Відтворення запису виконується в спеціально обладнаних для цієї мети кабінетах з використанням високоефективної телеапаратури.

При загальному обстеженні уточнюють в натурних умовах розміри

обгороджувань і об'ємно-планувальне рішення обстежуваної будівлі з нанесенням відхилень від проекту на креслення. Уточнюють проектні теплотехнічні показники зовнішніх обгороджувань з метою визначення інтервалу температур зовнішнього повітря, при якому можна про забезпечити проведення детальних кількісних обстежень з необхідною надійністю і мінімальною погрішністю результатів. Для цього проводять контрольні виміри теплового потоку, основному полю конструкцій, що захищають, і температури внутрішнього повітря за допомогою психрометра в п'яти будь-яких квартирах обстежуваної будівлі, розташованих на різних поверххах. Одночасно проводять натурні виміри температури зовнішнього повітря.

Отримані дані обробляють відповідно до методики оцінки погрішностей [72] обчислюють орієнтовний опір теплопередачі по залежності (2.23).

3 Планування експертизи теплозахисту. Цей етап складається з наступних підетапів: а) визначення складу необхідних теплотехнічних параметрів, що підлягають вимір ; б) визначення допустимої величини сумарної погрішності опору теплопередачі зовнішніх обгороджувань і умов проведення експертизи;

в) вибір комплекту вимірювальної апаратури; г) вибір кількості і місцезрештування обстежуваних приміщень; д) визначення кількості і площі термічно однородних зон, що підлягають обстеженню; е) вибір кількості і місцезрештування точок вимірів теплотехнічних параметрів.

А. При оперативній перевірці теплозахисних якостей зовнішніх обгороджувань (стін, перекриттів над підвалами і покриттів) вимірюють: щільність теплових потоків, що проходять через конструкції, що захищають, q ; температуру і вологість внутрішнього ($t_{в.φв}$) і зовнішнього ($t_{н.φн}$) повітря; швидкість вітру (V_H) і його напрям; температуру внутрішньої поверхні (t_B) в місцях підвищених тепловтрат.

Б. Допустиму величину сумарної абсолютної погрішності визначаємо

залежно від способу утеплення, і виду утеплювача. При використанні приладу ИТП- II діапазон значень зовнішньої температури, який повинен спостерігатися в період експертизи теплозахисту.

В. Вибір комплекту вимірювальної апаратури робиться з урахуванням дотримання сумарної абсолютної погрішності вимірів нижче її гранично-допустимого значення. Перевага віддається портативним, переносним приладам, що мають шкалу, отградуированную у Вт/м²или 3 і м/с, що забезпечують вимір величини теплового потоку, температури і швидкості вітру з найменшою погрішністю.

Для виміру щільності теплових потоків згідно рекомендується використати прилад ИТП- II. Для виміру температури і відносної вологості повітря можна застосовувати психрометр МВ-4М. Швидкість вітру визначається ручним анемометром МС - ІЗ. У разі потреби для епізодичних вимірів температури внутрішньої поверхні конструкцій, що захищають, використовують переносні термощупы ТП або пірометр сумарного випромінювання. Вибір вимірювального комплексу, що забезпечує проведення експертизи будівлі із забезпеченням мінімальної абсолютної погрішності, здійснюють в наступній послідовності.

Використовуючи фактичне значення опору теплопередачі, отримане за результатами контрольних вимірів граничну величину сумарної абсолютної погрішності, якої ми можемо дотриматися при прийнятому комплекті вимірювальної апаратури. Її значення має бути не більше допустимого.

Г. Вибір кількості і розташування . обстежуваних приміщень. Вибір місцерозташування кімнат з їх генеральної сукупності у будинку необхідно робити з урахуванням впливу на значення вимірюваних параметрів випадкових і не випадкових чинників.

Д. Визначення термічно однорідних зон, кількості і місцерозташування точок вимірів теплових потоків через зовнішні ограждения.

Кількість термічно однорідних зон і їх розміри визначаються

відповідно до конструкції зовнішніх обгороджувальних і за результатами тепловизионної зйомки.

Приклади розташування точок і їх прив'язка до будівельних конструкцій для панелей, з яких виконані зовнішні стіни житлового будинку ІКГ, - 480 - І6, приведені на рис.2.7 і Рис.2.8.

Проведення експертизи теплозахисту будівлі. Детальну експертизу теплозахисту будівлі проводимо відповідно до розробленого плану. Вимір щільності теплових потоків робимо в передранкові години у вибраних кімнатах в характерних точках кожної термічно однорідної зони приладом. При вимірі теплових потоків в приміщенні, температура в якому різко відрізняється від температури, при якій знаходився прилад перед початком вимірів, його необхідно витримати в цьому приміщенні не менше 20 хвилин. Місця вимірів не повинні знаходитися у безпосередній близькості від неізолюваних нагрітих труб і опалювальних приладів, газових і електричних плит з нагрітими поверхнями. Щоб уникнути цього, теплові потоки вимірюють в одній з "плаваючих" точок, вибіраючись залежно від теплової ситуації в обстежуваній кімнаті. Вимір теплових потоків повинен здійснюватися оперативним до сходу сонця одночасно декількома групами людей, забезпечених достатньою кількістю приладів. До моменту виміру має бути стаціонарний розподіл температури по поверхні зовнішніх обгороджувальних, що здійснено в передранкові години. У приміщенні не повинно бути працюючих вентиляторів, або що інших, що інтенсифікують рух повітря чинників. Дослідник повинен знаходитися на відстані 5-8 м від місця виміру, або робити виміри в одязі, що ізолює відкриті ділянки тіла, здатні вплинути на процес теплообміну. Результати вимірів теплових потоків заносимо в таблицю і піддаємо обробці. Вимір теплових потоків через пів першого поверху і через стелю останнього робимо тільки в призначених кімнатах в п'яти точках (у центрі стелі або підлоги і на відстані 1 м від стін на пересічних діагоналях).

5. Обробка результатів вимірів параметрів, отриманих при експертизі

теплозахисту будівлі. Обробку результатів значень параметрів, отриманих при експертизі теплозахисту будівлі шляхом прямих вимірів, а також обчислення показників теплозахисту, що отримуються непрямим шляхом за результатами цих вимірів.

1. За даними проекту і контрольних обмірів визначають площу зовнішніх обгороджувань обстежуваної будівлі

2. Обчислюють значення фактичного коефіцієнта скління по залежності.

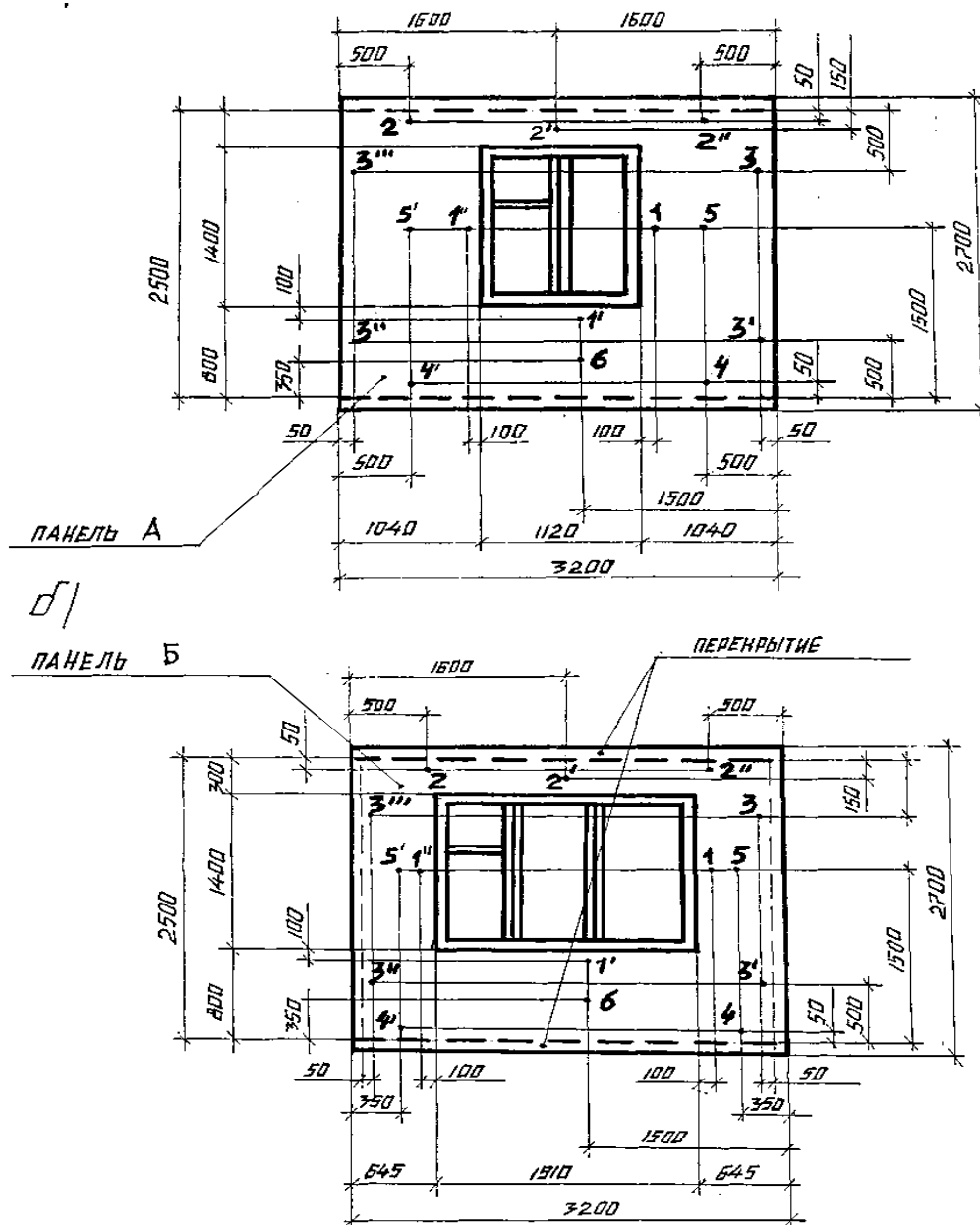


Рисунок 2.7 - Розподіл точок вимірів теплових потоків по поверхні панелей типу А і Б

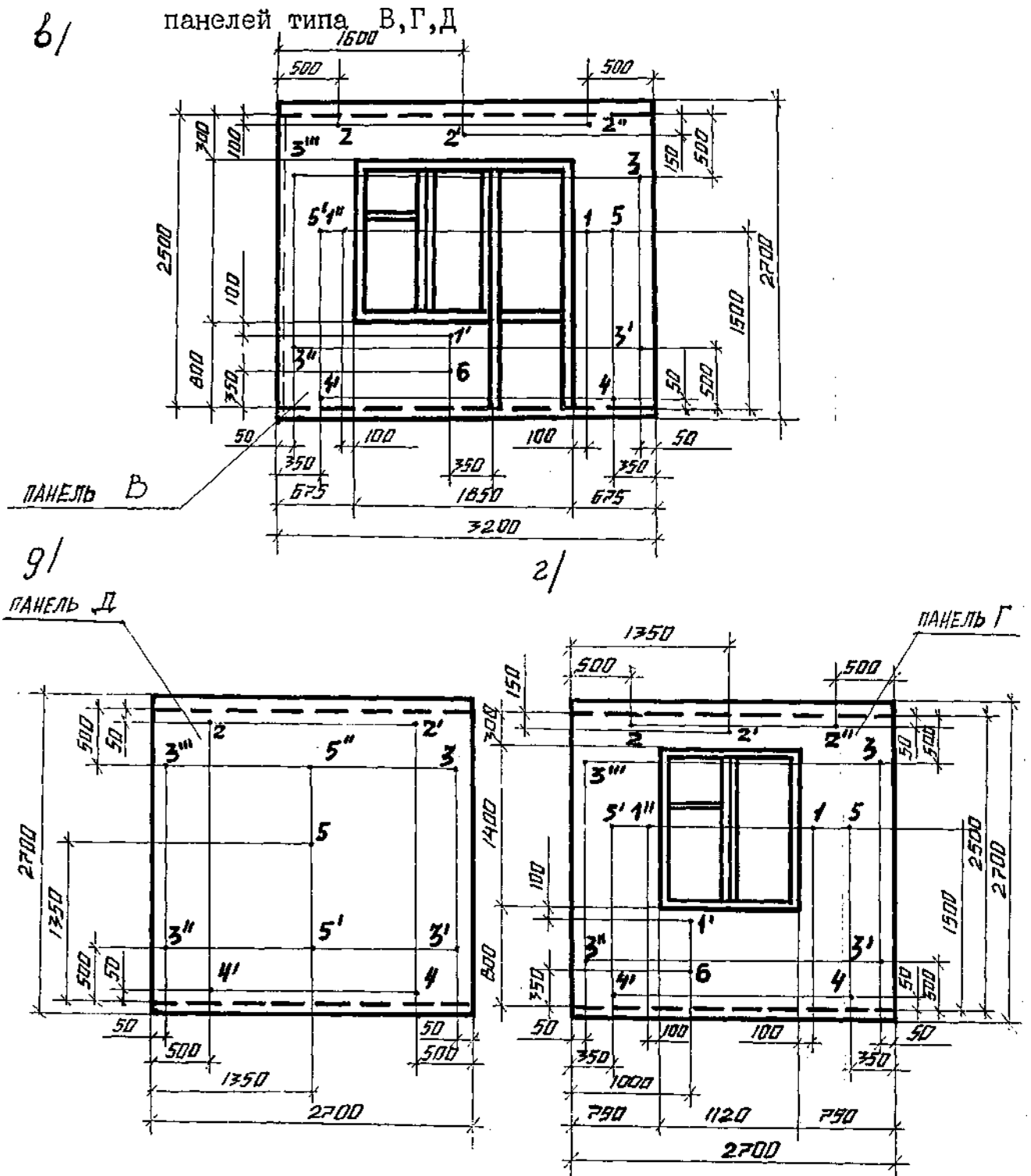


Рисунок 2.8 - Розподіл точок вимірів теплових потоків по поверхні панелей типу В, Г, Д

2.5. Висновки

1. Для оперативного визначення показника теплозахисту - умовного опору теплопередачі стін можуть бути використані побудовані за даними розрахунків на РС за розробленою програмою графіки для усіх розрахункових кліматичних умов, типів вікон і норм тепловтрат.

2. При ухваленні рішення про необхідність заміни конструкції світлових отворів на теплішу або, якщо це можливо з точки зору архітектури будівлі, про зменшення коефіцієнта його скління, слід використати значення граничних коефіцієнтів скління, визначених в роботі.

3. Граничне значення сумарної абсолютної погрішності визначення опору теплопередачі при різних способах утеплення зовнішніх обгороджувальних прямо пропорціонально їх опору теплопередачі і робочій межі вимірів приладу ИТП-П, а також обернено пропорційно до різниці температур по обидві сторони обгороджування, спостережуваної у момент виміру. З метою зниження погрішностей необхідно призначати терміни експертизи теплозахисту в дні, коли діапазон зовнішніх температур знаходиться в межах, визначуваних по виведених залежностях.

4. Враховуючи конструктивну термічну неоднорідність зовнішніх обгороджувальних великопанельних житлових будинків, при експертизі їх теплозахисту теплові потоки через стіни необхідно вимірювати не менше, чим в шести зонах: по вертикальному рядовому і кутовому стику (ширина зони 400 мм); по горизонтальному стику над підлогою (200 мм від центру стику); по периметру світлових отворів (на усю висоту від краю укосу до центру горизонтального стику); по основному полю (за вирахуванням вищеперелічених зон); по контурах, виявлених за допомогою тепловизора в місцях підвищених тепловтрат.

5. Для обліку впливу на величину теплового потоку прихованої випадкової термічної неоднорідності зовнішніх обгороджувальних в межах кожної зони, а також для скорочення об'єму робіт, виміри теплових потоків в

кожній із зон необхідно робити методом "ковзаючої точки", тобто в різних приміщеннях в різних точках однієї і тієї ж зони.

6. Вибір кількості приміщень, в яких повинні робитися виміри теплотехнічних параметрів при експертизі теплозахисту будівлі, необхідно здійснювати з урахуванням пайового представництва приміщень у вибірці по кожному невідповідному чиннику, що впливає на величину теплового потоку через огорожування, а також з використанням концепції рандомізації при виборі конкретних приміщень з їх генеральної сукупності у будівлі в об'ємі кожної долі з метою обліку випадкових чинників, що забезпечують різноманітність умов теплопередачі в кожній термічно однорідній зоні.

РОЗДІЛ 3

ТЕПЛОВИЙ РЕЖИМ БУДІВЛІ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Сучасні підходи до проблеми економії енергоресурсів вимагають коректного визначення тепловтрат в річному циклі експлуатації будівлі. Це завдання може бути вирішене шляхом створення математичних моделей, в яких адекватно відбиті зовнішні теплові дії на будівлю, змінна температура зовнішнього повітря, сонячна радіація, швидкість вітру, внутрішні джерела теплоти з урахуванням особливостей інженерних систем опалювання, режим провітрювання приміщень, теплофізичні властивості матеріалів зовнішніх конструкцій, що захищають, розміри приміщень, розташування приміщення у будівлі (нижній поверх, проміжний або верхній), а також теплоакумуючі властивості внутрішніх обгороджувальних, устаткування, меблів і так далі

Нині широке застосування у будівництві знаходять багатошарові конструкції, що захищають, які характеризуються істотною неоднорідністю по щільності теплового потоку із-за наявності теплопровідних включень, ребер жорсткості і стиків. Теплова поведінка таких конструкцій визначається об'ємним нестационарним температурним полем, і їх розрахункові теплофізичні характеристики можуть бути визначені тільки із застосуванням ЕОМ. Тому, сучасний підхід до визначення параметрів теплового режиму приміщень будівлі з багатошаровими конструкціями індустріального виготовлення можливий лише при використанні сучасних математичних моделей, що враховують особливості теплової поведінки конструкцій, у тому числі багатошарових і світлопрозорих, роздільний облік променистих і конвективних теплових потоків, розподіл яких в літніх і зимових умовах порізнному, а також характер зовнішніх і внутрішніх дій.

Точне аналітичне рішення такої складної математичної задачі, що включає систему диференціальних рівнянь різного виду, практично неможливо. Тому найбільш перспективним шляхом рішення задачі розрахунку теплового режиму будівлі є застосування кінечно-різницевого

методів.

Під математичною моделлю теплового режиму приміщення будівлі розуміється математичний опис процесу формування теплового режиму приміщення, алгоритми і програма для ЕОМ, за допомогою яких в ході обчислень відтворюється цей процес. Математичне моделювання дозволяє відтворити цілорічний цикл формування мікроклімату приміщення будівлі і передбачити тепловтрати, як через окремі конструкції, що захищають, так і для приміщення і будівлі в цілому, а також оптимізувати конструкції обгороджувань і планувальні рішення по мінімуму тепловтрат.

Хоча нині існує ряд вітчизняних моделей для розрахунку теплового режиму приміщень [9], проте, вони мають ряд обмежень, які по суті унеможливають їх використання для математичного моделювання в цілорічному циклі з метою оптимізації теплозахисту будівель. У їх числі, передусім, недостатня "швидкодія" алгоритму і недостатня універсальність. Тому існує необхідність в створенні універсальних моделей розрахунку теплового режиму будівлі, досить швидкодіючих, щоб бути придатними для моделювання теплового режиму в цілорічному циклі.

3.1 Тепловий режиму приміщення

Загальна розрахункова схема теплового режиму приміщення показана на рис.3.1. Повна фізико-математична постановка завдання про теплообмін в приміщенні призводить до складної системи рівнянь. Її основою є рівняння балансу тепла внутрішнього повітря, яке можна записати у виді :

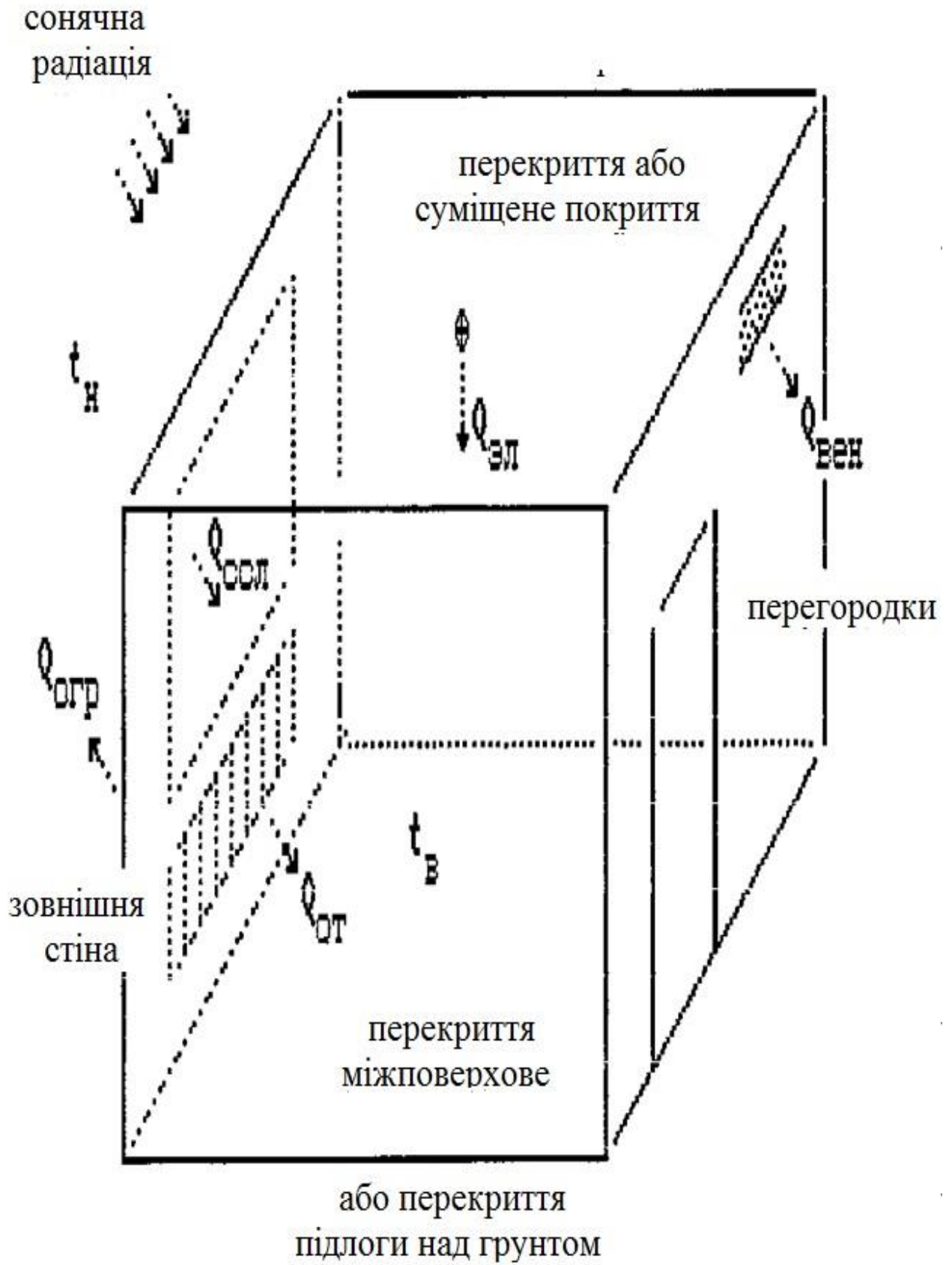


Рисунок 3.1 - Загальна розрахункова схема теплового режиму приміщення

$$Q_{\text{возд}} = c_{\text{в}} \rho_{\text{в}} \frac{dt_{\text{в}}}{dz} = Q_{\text{огр}} + Q_{\text{вен}} + Q_{\text{ф}} + Q_{\text{от}} + Q_{\text{эл}} \quad (3.1)$$

де

z - час, с

$t_{\text{в}}$ - температура повітря усередині приміщення, (З);

$c_{\text{в}}$ - питома теплоємність повітря, Дж/(кг (С));

$\rho_{\text{в}}$ - щільність повітря, кг/м³

$Q_{\text{огр}}$ - кількості тепла, що пройшло через конструкції, що захищали, і конвективним шляхом переданого повітря приміщення, Вт/м³;

$Q_{\text{вен}}$ - тепловтрати або теплопоступлення з вентиляційним повітрям або повітрям з системи повітряного опалювання, Вт/м³;

$Q_{\text{ф}}$ - тепловтрати або теплопоступлення в результаті фільтрації зовнішнього повітря через конструкції, що захищають, Вт/м³;

$Q_{\text{от}}$ - теплопоступлення від системи водяного опалювання, Вт/м³;

$Q_{\text{эл}}$ - теплопоступлення від електричних приладів, Вт/м³.

Використовуючи теоретичні положення будівельної теплотехніки перелічені вище значення Q можна визначити таким чином. З урахуванням повітряного балансу приміщення загальні тепловтрати в результаті повітрообміну приміщення $Q_{\text{вен}} + Q_{\text{ф}}$ можуть бути представлені у виді

$$Q_{\text{вен}} + Q_{\text{ф}} = c_{\text{в}} \rho_{\text{в}} G_{\text{вен}}(t_{\text{нр}} - t_{\text{в}}) + c_{\text{в}} \rho_{\text{в}} G_{\text{ф}}(t_{\text{н}} - t_{\text{в}}) \quad (3.2)$$

де

$t_{\text{н}}$ - температура зовнішнього повітря, °С;

$t_{\text{нр}}$ - температура припливного повітря, за відсутності повітря опалювання і примусової вентиляції $t_{\text{нр}} = t_{\text{в}}$;

$G_{\text{вен}}$ - витрата вентиляційного повітря, м³/с;

$G_{\text{ф}}$ - витрата повітря, що фільтрується через конструкції, що захищають, м³/с.

Кількість тепла, що пройшло через конструкції, що захищали визначається через температуру внутрішньої поверхні відповідної конструкції

t_{ei} , що захищає, °C і температуру внутрішнього повітря при відомій величині конвективного теплообміну на поверхні a_{ek} Вт/(м²°C

$$Q_{orp} = \sum_i F_i a_{ek}(t_n - t_{ei}) \quad (3.3)$$

де

F_i - площа внутрішньої поверхні відповідної конструкції, що захищає, м². Підсумовування проводиться по різних конструкціях в приміщенні, що захищають, і їх ділянках.

Теплопоступлення від приладів водяного опалювання визначаються аналогічним вираженням

$$Q_{om} = \sum_i F_{omi} a_{om}(t_{om} - t_e) \quad (3.4)$$

де

t_{om} - температура поверхні опалювального приладу, З;

F_{omi} - площа поверхні i -того опалювального приладу, м²;

a_{om} - коефіцієнт конвективної тепловіддачі опалювального приладу Вт/(м²°C);.

Допускаючи, що температурне поле в обгороджуванні одновимірно і теплофізичні характеристики матеріалів шарів обгороджування не залежать від температури і є постійними в межах шару, температур! внутрішніх поверхонь непрозорих конструкцій стін, що захищають, перегородок і перекриттів визначаються на основі рішення рівняння теплопровідності для багат шарової плоскої стінки.

Тоді рівняння теплопровідності конструкції, що захищає, набирає вигляду

$$C(y) \rho(y) \frac{\partial t}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial y} \left[\lambda(y) \frac{\partial t}{\partial y} \right] \quad 0 < y < \delta \quad (3.5)$$

Граничними умовами для рівняння є рівняння балансу тепла на внутрішній і зовнішній поверхнях обгороджування.

Тепловий баланс внутрішньої поверхні обгороджування ($y = \delta$) складається з конвективного теплового потоку між цією поверхнею і повітрям приміщення, променистого теплового потоку між внутрішньою

поверхнею обгороджування і іншими конструкціями, що захищають, теплового потоку від сонячної радіації ($q_{сол}$, приміщення, що поступає через світлопрозорі конструкції, а також теплового потоку, який підводиться до внутрішньої поверхні шляхом теплопровідності з самої конструкції

$$y = \delta \alpha_{вк} (t_{в} - t_{ei}) + Q_{ли} + q_{сол} = \lambda_n \frac{\partial t}{\partial y} \quad (3.6)$$

де

$Q_{ли}$ - променистий тепловий потік на внутрішній поверхні і -той конструкції, що захищає, Вт/м²;

$q_{сол}$ - тепловий потік від сонячної радіації на внутрішній поверхні, що поступає в приміщення через світлові отвори, Вт/м².

Коефіцієнт конвективного теплообміну на внутрішню поверхню покладається залежним від розташування конструкції, що захищає, і її температури :

$$\alpha_{вк} = \alpha I \tau_{в} - t_{в} I^{0.33} \quad (3.7)$$

де

$\alpha = 1.66$ для стін;

$\alpha = 1.66$ при $\tau_{в} - t_{в} \geq 0$ и $\alpha = 2.26$ при $\tau_{в} - t_{в} \leq 0$ для стелі;

$\alpha = 2.26$ при $\tau_{в} - t_{в} \geq 0$ и $\alpha = 1.66$ при $\tau_{в} - t_{в} \leq 0$ дм підлоги.

Гранична умова на внутрішній поверхні обгороджування, що екранується опалювальним приладом може бути записано у виді

$$y = \delta K_{кв}(t_{ом} - \tau_{в}) + C_0 \varepsilon_{нр}(t_{ом} - \tau_{в}) = -\lambda \frac{\partial t}{\partial y} \quad (3.8)$$

де

$K_{кв}$ - коефіцієнт конвективного теплообміну між внутрішньою поверхнею стіни і опалювальним приладом, який визначається по формулі для розрахунку теплообміну між двома паралельними вертикальними пластинами з різною температурою в умовах вільної конвекції при турбулентному режимі течії [73]

$$K_{кв} = 0.065 \lambda_{в} / L * Gr^{0.33} (L/d)^{-0.11} \quad (3.9)$$

де

L - висота опалювального приладу, м

d - відстань між опалювальним приладом і стіною, м λ_g - коефіцієнт теплопровідності повітря, Вт/м³

Gr - критерій Грасгофа, визначуваний вираженням

$$Gr = g\beta(t_{om} - \tau_e)L^3/\nu^2 \quad (3.10)$$

де

g - прискорення вільного падіння, м/с²

$\beta = 273 + 0.5(t_{om} - \tau_e)$ - коефіцієнт об'ємного розширення повітря, 1/3

ν - коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря, м²/с.

Тепловий баланс зовнішньої поверхні обгороджування ($y = 0$) складається з тепlopоступлений сонячної радіації, конвективно-променистого теплового потоку між поверхнею, зовнішнім повітрям і оточенням будівлі, а також кількості тепла, яке підходить до поверхні теплопровідністю зсередини обгороджування

$$y = 0 \quad -p_{\text{л}}I(z) + \alpha_{\text{н}}(\tau_{\text{н}} - t_{\text{н}}) = \lambda \frac{\partial t}{\partial y} \quad (3.11)$$

де

$p_{\text{л}}$ - коефіцієнт поглинання сонячної радіації зовнішньою поверхнею обгороджування;

$I(z)$ - інтенсивність потоку сонячної радіації, що падає на поверхню обгороджування, залежна від широти місцевості, орієнтації обгороджування і години доби, Вт/м²;

$\alpha_{\text{н}}$ - коефіцієнт теплообміну між зовнішньою поверхнею обгороджування і зовнішнім повітрям, Вт/(м²°C);

$t_{\text{н}}$ - температура зовнішньої поверхні обгороджування, °C.

Якщо ввести позначення $t^*_{\text{н}} = t_{\text{н}} + I(z)p_{\text{л}}/\alpha$ те

$$y=0 \quad \alpha_{\text{н}}(\tau_{\text{н}} - t^*_{\text{н}}) = \lambda \frac{\partial t}{\partial y}$$

Для внутрішніх конструкцій приміщення перегородок і перекриттів "зовнішньою" поверхнею, що захищають, $y = 0$ являється поверхня, звернена

до суміжного приміщення.

$$y = 0\alpha_{\text{вк}}^{\text{см}} (t_{\text{с}} - t_{\text{ei}}) + Q_{\text{лі}}^{\text{см}} + q_{\text{сол}}^{\text{см}} = -\lambda \frac{\partial t}{\partial y} \quad (3.12)$$

де індекс "см" відноситься до параметрів суміжного приміщення.

3.2 Передача тепла через вікна

Необхідні розрахункові співвідношення для визначення температури внутрішньої поверхні світлопрозорих конструкцій вікон, отримаємо, виходячи із стаціонарних рівнянь передачі тепла, оскільки теплова інерція цих конструкцій мала. Надалі ця температура використовується в рівнянні теплового балансу внутрішнього повітря приміщення і при визначенні променистого теплового потоку на внутрішніх поверхнях конструкцій, що захищають. Розглядається найбільш загальний варіант теплопередачі через вікно - варіант тришарового скління. Варіанти одношарового і двошарового скління виходять як окремі випадки цього основного варіанту, якщо вважати рівними нулю відповідна товщина повітряних прошарків і термічні опори. Розрахункова схема теплопередачі через вікно показана на рис.3.2.

Система рівнянь, що описує проходження потоку тепла через скління, обумовленого різницею температур зовнішнього і внутрішнього повітря, а також сонячною радіацією, може бути представлена у виді

зовнішній шар середній шар внутрішній шар
скління скління скління

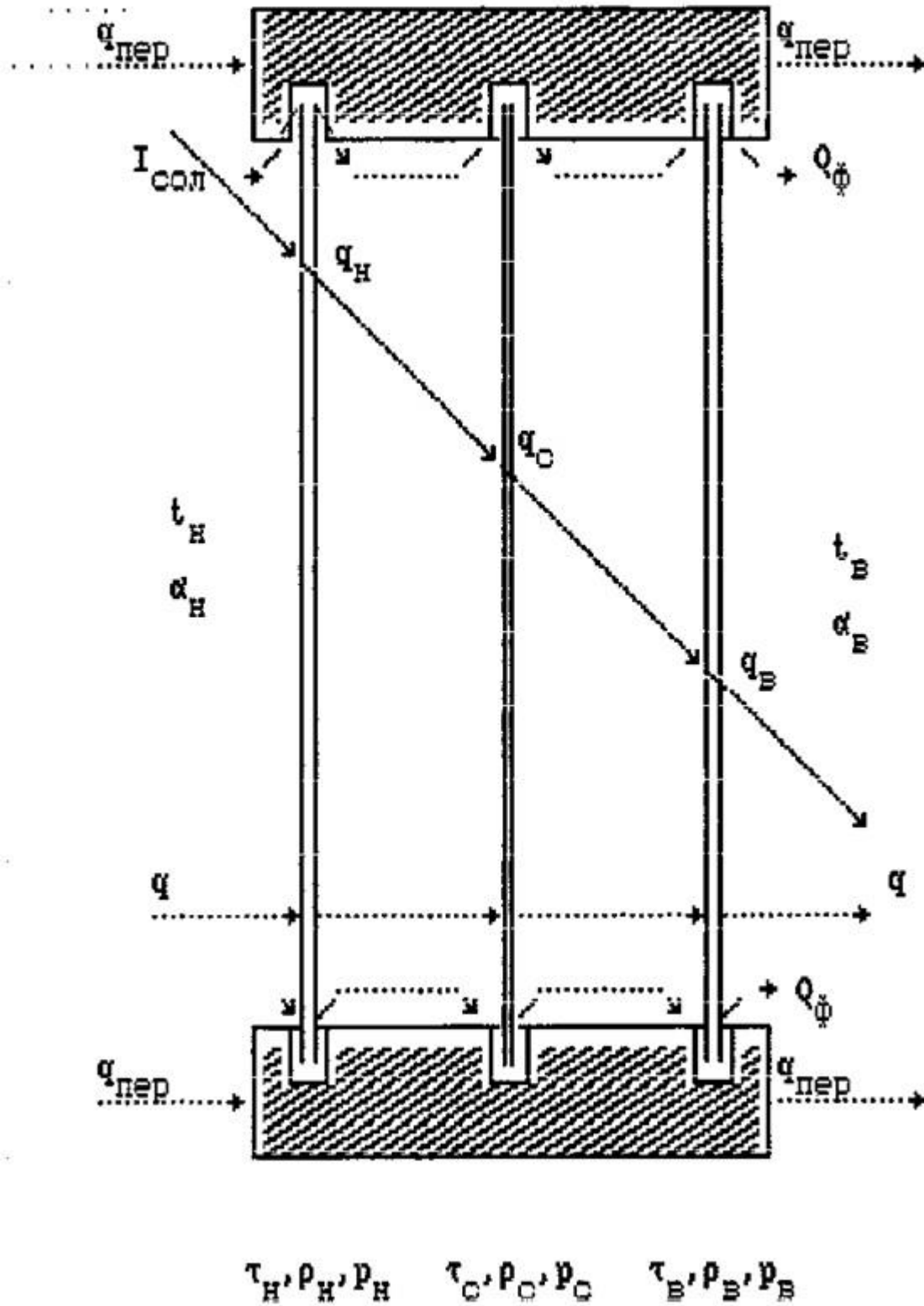


Рисунок 3.2 - Розрахункова схема теплопередачі через вікно

$$\begin{cases} q = \alpha_{\text{н}}(t_{\text{н}} - t_{\text{н.оc}}) \\ q + q_{\text{н}} = (\alpha_{\text{к1}} - \alpha_{\text{л1}})(t_{\text{н.оc}} - t_{\text{н}}) \\ q + q_{\text{н}} + q_{\text{с}} = (\alpha_{\text{к2}} + \alpha_{\text{л2}})(t_{\text{с}} - t_{\text{в.оc}}) \\ q + q_{\text{н}} + q_{\text{с}} + q_{\text{в}} = \alpha_{\text{в}}(t_{\text{в.оc}} - t_{\text{в}}) \end{cases} \quad (3.13)$$

де:

q - щільність теплового потоку через зовнішнє скління за рахунок теплопередачі, Вт/м²

$t_{\text{н}}$ і $t_{\text{в}}$ - температури зовнішнього і внутрішнього повітря, °С,

$t_{\text{н.оc}}$ і $t_{\text{в.оc}}$ - температури зовнішнього і внутрішнього шарів скління, °С,

$t_{\text{с}}$ - температура середнього шару скління, °С,

$\alpha_{\text{ан}}$ - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні скління, Вт/(м²°С), $\alpha_{\text{к1}}$,

$\alpha_{\text{л1}}$, $\alpha_{\text{к2}}$, $\alpha_{\text{л2}}$ - конвективний і променистий коефіцієнти теплопередачі відповідно через зовнішню і внутрішню повітряні прошарки, Вт/(м²°С)

$\alpha_{\text{ау}}$ - коефіцієнт теплообміну на внутрішній поверхні скління, Вт/(м²°С)

$q_{\text{н}}$, $q_{\text{с}}$, $q_{\text{в}}$ - тепловиділення від поглиненої сонячної радіації відповідно до зовнішнім шаром скління, середнім шаром скління і внутрішнім шаром скління, Вт/м².

Конвективний коефіцієнт теплопередачі повітряного прошарку визначуваний по критерійній залежності

$$Nu = 0.18(Gr * Pr)^{0.25} \quad (3.14)$$

Після підстановки фізичних констант, що входять в критерії подібності Нуссельта Nu , Грасгофа Gr , отримуємо вираження для визначення коефіцієнта теплопередачі

$$\alpha_{\text{к}} = 0.18 \frac{\lambda}{\delta} \left(\frac{9.81 \delta^3 \Delta t Pr}{(t_{\text{ср}} + 273) \nu^2} \right)^{0.25} \quad (3.15)$$

де:

δ - товщина повітряного прошарку, м

$t_{\text{ср}}$ - середня температура поверхонь, що обмежують повітря прошарок, °С

Δt - різниця температур поверхонь, що обмежують повітря

прошарок, °С

λ - коефіцієнт теплопровідності повітря, Вт/(м °С), залежний від температури повітря в прошарку, для даного інтервалу температур може бути вчислений по формулі:

$$\lambda = 0.02624 + 0.0000794(27 - t_{cp}) \quad (3.16)$$

ν - коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря, м²/з, залежно від температури повітря може бути вчислений по формулі:

$$\nu = (1.568 - 0.0124(27 - t_{cp})) \cdot 10^{-5} \quad (3.17)$$

Pr - критерій Прандтля, який може бути вчислений по наступній формулі апроксимації :

$$Pr = 0.708 + 0.00028(27 - t_{cp}) \quad (3.18)$$

Променистий коефіцієнт теплопередачі через повітряний прошарок визначимо по формулі

$$\alpha_l = \varepsilon_{np} C_0 b \quad (3.19)$$

де:

$C_0 = 5.67$ Вт/м²К⁴ - коефіцієнт випромінювання абсолютно чорного тіла,

b - поправочний множник, залежний від середньої температури і

визначуваний по формулі $b = 0.814(1 + 0.011\tau_{CP})$,

ε_{np} - приведена міра чорноти поверхонь, що обмежують повітряний прошарок, визначувана по формулі:

$$\varepsilon_{np} = (1/\varepsilon_1 + 1/\varepsilon_2 - 1)^{-1} \quad (3.20)$$

де ε_1 і ε_2 - міри чорноти поверхонь, що обмежують повітряний прошарок.

Вирішуючи систему виключаючи q , t_c і t_{HOC} , отримуємо співвідношення для визначення температури внутрішньої поверхні скління/

де:

$$R = \frac{1}{\alpha_H} + \frac{1}{\alpha_{K1} + \alpha_{L1}} + \frac{1}{\alpha_{K2} + \alpha_{L2}} + \frac{1}{\alpha_B}$$

Знаючи t_B °С, можемо визначити тепловтрати через вікна

$$Q_{ok} = \alpha_{в} (t_{в} - t_{e.oc})$$

Щільність потоку сонячної радіації, що поступає на внутрішні поверхні конструкцій, що захищають, через вікна $IC_{0Л}$ визначається наступною залежністю

$$I_{сол} = \frac{\sum_{i=1}^l (I_{П} K_{инс} + I_{Р} K_{обл}) \beta_{сз} K_{зап} F_{oi}}{F}$$

де:

$I_{П}$ і $I_{Р}$ - щільність теплового потоку відповідно до прямої і розсіяної сонячній радіації на зовнішній поверхні вікна, Вт/м²

$\beta_{сз}$ - коефіцієнт теплопропускания сонезащитного устроїства,
 $K_{зап}$ - коефіцієнт пропускання сонячної радіації заповненням світлового отвору

F_{oi} - площа скління і -того вікна, м²

F - сумарна площа внутрішніх поверхонь непрозорих конструкцій, що захищають, м²

l - число світлових отворів в приміщенні

$K_{инс}$ і $K_{обл}$ - коефіцієнти відповідно до інсоляції і опроміненості визначувані по формулах:

$$K_{инс} = \left[1 - \frac{1}{H} \left(\frac{L_r \operatorname{tgh}}{\cos A_{co}} - a \right) \right] \left[1 - \frac{1}{B} (L_B |\operatorname{tgh} A_{co}| - S) \right]$$

$$K_{обл} = 0,5 \left[\sqrt{1 + \left(\frac{L_r}{H+a} \right)^2} - \frac{L_r}{H+a} + 1 \right] \left[\sqrt{1 + \left(\frac{L_B}{B+2S} \right)^2} - \frac{L_B}{B+2S} \right]$$

де

h - висота сонця

A_0 - азимут скління світлового отвору

A_c - азимут сонця

$A_{co} = |A_c - A_0|$ - азимут скління відносно сонця

L_r, L_B, a, S, H, B - геометричні параметри вікна і сонцезащити.

3.3 Теплообмін в приміщенні

Кожна поверхня в приміщенні віддає тепло випромінюванням і поглинає променисте тепло, що приходить від навколишніх поверхонь. Математична модель променистого теплообміну передбачає розбиття конструкцій, що захищають, на прямокутні ділянки, що відрізняються променистими характеристиками або іншими теплофізичними характеристиками і, отже, рівнем температури. Променистий теплообмін між цими ділянками розраховується з урахуванням багатократності відображення. Основні допущення, що приймаються :

- приміщення має форму паралелепіпеда;
- променисті характеристики поверхонь конструкцій, що захищають, не залежать від температури;
- температура уздовж поверхонь вибраних ділянок конструкцій, що захищають, постійна - изотермичність поверхонь. Математична модель променистого теплообміну в приміщенні будується на основі введення поняття "Потік ефективного випромінювання поверхні" [62, 64].

Потік ефективного випромінювання поверхні $E_{эф}$ складається з потоку власного випромінювання поверхні $E_{соб}$ і потоку відбитого випромінювання $E_{отр}$

$$E_{эф} = E_{отр} + E_{соб}$$

За законом Стефана-Больцмана потік власного випромінювання визначається як

$$E_{соб} = \varepsilon C_0 (T/100)^4$$

де

ε - степе́нь чорноти поверхні

T - абсолютна температура поверхні, До.

Відбитий потік визначається через потік випромінювання, що падає

$$E_{отр} = (1 - \epsilon) E_{над}$$

Для замкнутої системи поверхонь, який являється система випромінюючих поверхонь в приміщенні, променистий потік, що падає, може бути представлений як

$$E_{над,0} = \frac{1}{F_0} \sum_{j=1}^N F_j \Phi_{j0} E_{эфj} = \frac{1}{F_0} \sum_{j=1}^N F_0 \Phi_{0j} E_{эфj} = \sum_{j=1}^N \Phi_{0j} E_{эфj}$$

де

F_0 - площа даної поверхні, м²;

$E_{над0}$ - променистий потік, що падає, на даній поверхні, Вт/м²;

F_j - площа j -тої поверхні в приміщенні, м²;

$E_{эфj}$ - потік ефективного випромінювання j -тої поверхні в приміщенні, Вт/м²;

Φ_{j0} і Φ_{0j} - коефіцієнти опроміненості відповідно з j -тої поверхні на ту, що розглядається і навпаки;

N - загальне число поверхонь в приміщенні.

Отримуємо наступне співвідношення для визначення ефективних потоків випромінювання

$$E_{эф} = E_{отр} + E_{соб} = \epsilon C_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4 + (1 - \epsilon) \sum_{j=1}^N \Phi_{0j} E_{эфj}$$

Записуючи співвідношення для кожної з поверхонь приміщення, отримуємо наступну систему рівнянь для розрахунку потоків ефективного випромінювання

Систему найзручніше вирішувати методом послідовних наближень. В якості 1-го наближення можна прийняти

$$E_{\text{эф}i} = \varepsilon_i C_0 \left(\frac{T_i}{100} \right)^4 \quad i = 1, 2, \dots, N$$

Послідовні ітерації робимо по формулі

$$E_{\text{эф}i} = \varepsilon_i C_0 \left(\frac{T_i}{100} \right)^4 + (1 - \varepsilon_i) \sum_{j=1}^N \Phi_{0j} E_{\text{эф}j} \quad i = 1, 2, \dots, N$$

Після досягнення необхідної точності переходимо до визначення променистих теплових потоків, що віддаються кожною поверхнею

де $i = 1, 2, \dots, N$

Для визначення коефіцієнтів опроміненості поверхонь в приміщенні використовується метод, приведений в [9]. Від загальновідомих методів розрахунку цей метод відрізняється надзвичайною зручністю при реалізації на обчислювальній техніці. Внаслідок того, що приміщення має форму паралелепіпеда досить мати розрахункові формули тільки для двох варіантів розташування поверхонь (див. мал. 3.3), що взаємно-опромінюються.

Коефіцієнти двох поверхонь, що взаємно-опромінюються, 1 і 2 розраховуються по наступних формулах

$$\Phi_{12} = H_{12}/F_1 \quad \Phi_{21} = H_{21}/F_2$$

де

Φ_{12} і Φ_{21} - коефіцієнти опроміненості відповідно з 1-ої поверхні на 2-у і навпаки;

F_1 і F_2 - площі відповідно до 1-ої і 2-ої поверхонь, м².

поверхність Z

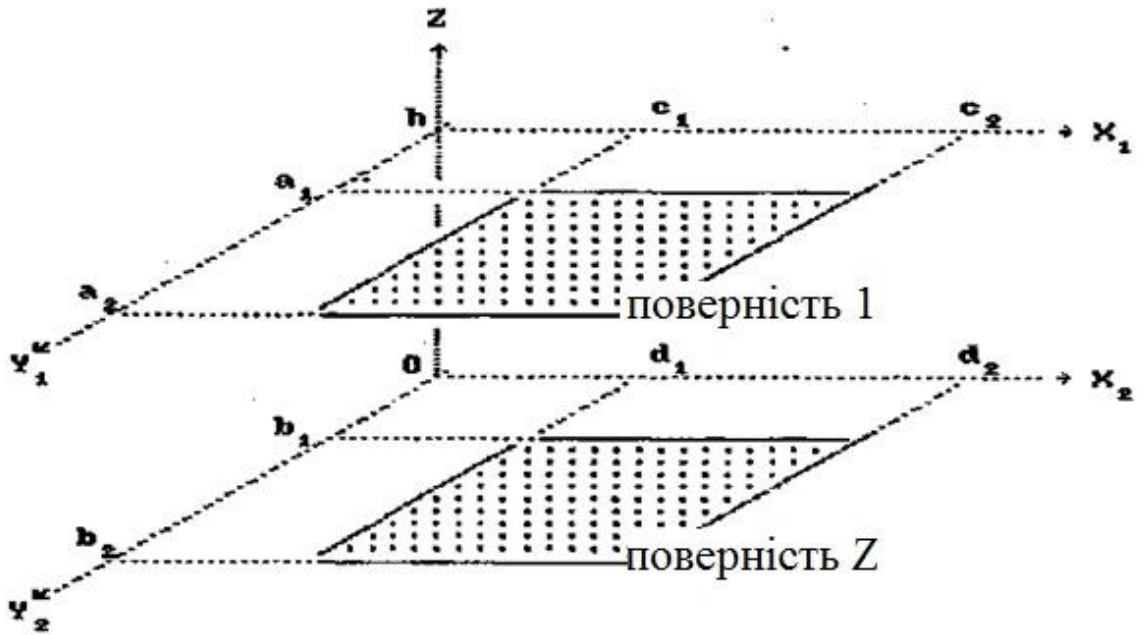
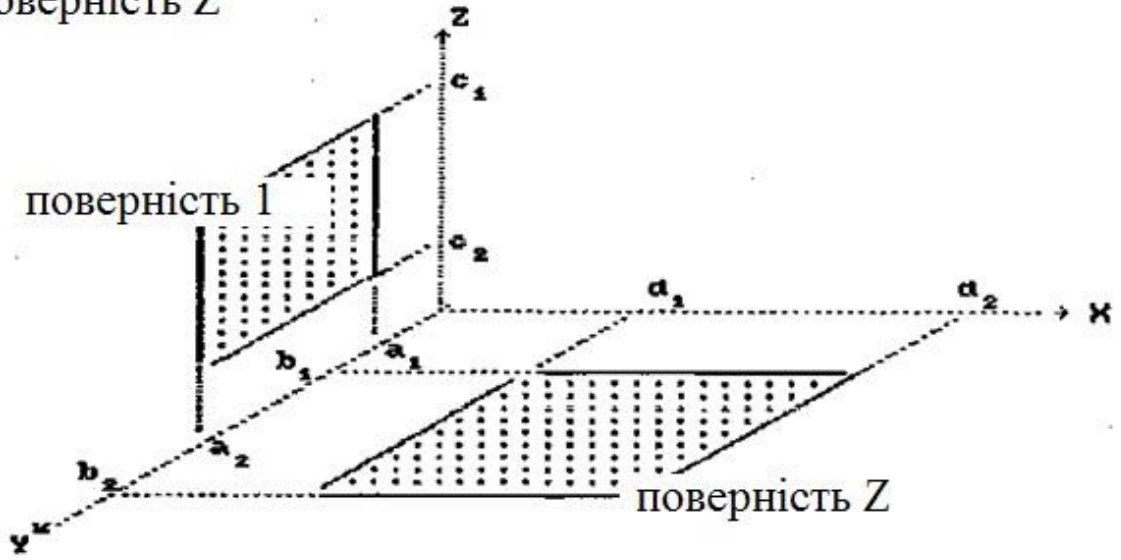


Рисунок 3.3 -Варианти розташування поверхонь, що взаємно-опромінуються

Величини H_{12} і H_{21} обчислюються по наступних формулах:

- поверхні, що опромінюються, розташовані у взаємно перпендикулярних площинах

$$H_{12} = H_{21} = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^2 \sum_{l=1}^2 (-1)^{i+j+k+l} \left\{ \frac{1}{8\pi} [(b_k - a_l)^2 - d_i^2 - c_j^2] \ln [(b_k - a_l)^2 - d_i^2 - c_j^2] + \frac{1}{2\pi} ((b_k - a_l) \sqrt{d_i^2 + c_j^2}) \operatorname{arctg} \frac{b_k - a_l}{\sqrt{d_i^2 + c_j^2}} \right\}$$

- поверхні, що опромінюються, розташовані у взаємно паралельних площинах

$$H_{12} = H_{21} = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^2 \sum_{l=1}^2 \left\{ \frac{h^2}{2\pi} (-1)^{i+j+k+l} \left[((D_k - C_l) \sqrt{(A_j - B_i)^2 + 1}) \operatorname{arctg} \frac{D_k - C_l}{\sqrt{(A_j - B_i)^2 + 1}} + ((A_j - B_i) \sqrt{(D_k - C_l)^2 + 1}) \operatorname{arctg} \frac{A_j - B_i}{\sqrt{(D_k - C_l)^2 + 1}} \right] - \frac{1}{2} \ln [(D_k - C_l)^2 + (A_j - B_i)^2 + 1] \right\}$$

де

позначено

3.4 Моделювання змін кліматичних параметрів

При розрахунках на РС теплового режиму приміщення будівлі в річному або сезонному циклі експлуатації важливе значення має методика коректного представлення кліматологічної інформації - створення свого роду моделі клімату - моделі, що відбиває зміни зовнішніх теплових дій на будівлю. Для чисельного моделювання кліматичних параметрів запропоновані три різні моделі імовірнісна модель, вероятностнодетерминированная модель і модель "типовий рік". В даному випадку зручнішими є дві останні моделі.

Імовірнісно-детермінована модель дозволяє з одного боку врахувати

випадковий характер формування кліматологічних параметрів, а з іншої - надає можливість аналітичного опису зміни в часі параметрів клімату, тобто можливість найбільш зручного введення цих параметрів в розрахунок.

Характер зміни кліматичних параметрів в часі

$$\text{Де} \quad y = y_0 + \sum_{k=1}^N a_k \cos\left(k \frac{2}{T} z\right) + \sum_{k=1}^{N-1} b_k \sin\left(k \frac{2}{T} z\right)$$

z - час в добі або годиннику від початку розрахункового інтервалу

T - період зміни в добі або годиннику

y_0 - середнє значення параметра за інтервал

a_k і b_k - амплітуди k -тої гармоніки ряду.

Значення y_0 , a_k і b_k визначаються на основі статистичної обробки кліматичних даних і враховують таким чином можливі випадкові зміни параметрів. Число членів ряду залежить як від кліматичного параметра і необхідної точності опису його поведінки, так і від періоду, на якому розглядається його зміна. Наприклад, для опису зміни температури при погрішності 5-10 % виявляється достатнім одного члена, опис сонячної радіації вимагає вже двох членів.

Модель клімату "типовий рік" - є набір почасових значень параметрів клімату, узятих з первинних таблиць метеорологічних спостережень. Цілорічна модель складається з фактичних значень кліматичних параметрів за окремі місяці. Причому критерієм для вибору певного місяця в якості "модельного" служить збіг його середньомісячних характеристик з тими, що відповідають їм середньомісячними даними.

Підбір "типового року" робиться тільки по одному визначальному параметру в даному випадку температурі зовнішнього повітря - інші параметри приймаються по тому року, який вибраний для основного параметра. В цьому випадку зберігається природна кореляція між окремими чинниками клімату.

Відповідно до обох моделей клімату, алгоритмі передбачається

можливість введення кліматичних даних (температури і інтенсивності сонячної радіації) або у вигляді аналітично заданої функції, або в табличній формі у вигляді масиву чисел.

Для опису почасових змін сонячної радіації передбачається можливість їх обчислення за методикою . Спочатку розраховуються азимут сонця A_c і висота сонця h

$$\sinh = \sin \Gamma \sin \Lambda + \cos \Gamma \cos \Lambda \cos t \quad \text{де}$$

$$\sin A_c = \cos \Gamma \frac{\sin t}{\cosh}$$

Λ - географічна широта

t - годинний кут (15 для кожної

години пополудні, уранішні години з

знайомий мінус)

Γ - відміна (0-23,5)

де n - порядковий номер дня в році, вважаючи від 1-го січня.

Залежно від азимута і висоти сонця розраховується інтенсивність сонячної радіації на горизонтальні S , і вертикальні S_e поверхні

$$S_e = S \sinh$$

$$S_e = S \cosh \cos A_{co}$$

$$\text{где } S = \frac{1260 \sinh}{0.37 + \sinh}$$

3.5 Висновки

1. Сучасний підхід до визначення параметрів теплового режиму приміщень будівлі з багатошаровими конструкціями індустріального виготовлення можливий лише при використанні сучасних математичних

моделей, що враховують особливості теплової поведінки конструкцій, у тому числі багат шарових і світлопрозорих, роздільний облік променистих і конвективних теплових потоків, розподіл яких в літніх і зимових умовах по-різному, а також характер зовнішніх і внутрішніх дій.

2. Математична модель променистого теплообміну передбачає розбиття конструкцій, що захищають, на прямокутні ділянки, що відрізняються променистими характеристиками або іншими теплофізичними характеристиками.

3. Відповідно до моделей клімату, алгоритмі передбачається можливість введення кліматичних даних (або у вигляді аналітично заданої функції, або в табличній формі у вигляді масиву чисел).

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

Під час роботи на комп'ютерах можуть діяти такі небезпечні та шкідливі фактори:

- фізичні
- психофізіологічні.

Електробезпека при роботі. Заходи щодо усунення небезпеки ураження електричним струмом зводяться до правильного розміщення устаткування та електричних кабелів. Інші заходи щодо забезпечення електробезпеки, збігаються з загальними заходами пожежо- та електробезпеки. В якості профілактичних заходів для забезпечення пожежної безпеки слід використовувати скриту електромережу, надійні розетки з пожежобезпечних матеріалів, силові мережі живлення устаткування виконувати кабелями, розрахованими на підключення в 3-5 разів більшого навантаження, включати й виключати живлення обладнання за допомогою штатних вимикачів. Треба регулярно робити очистку внутрішніх частин комп'ютерів, іншого устаткування від пилу, розташовувати комп'ютери на окремих неопалюваних столах. Для запобігання іскріння необхідно рідше встромляти і виймати штепсельні вилки з розеток.

Освітлення. Система освітлення повинна відповідати таким вимогам:

- освітленість на робочому місці повинна відповідати характеру зорової роботи, який визначається трьома параметрами: об'єктом розрізнення - найменшим розміром об'єкта, що розглядається на моніторі ПК; фоном, який характеризується коефіцієнтом відбиття; контрастом об'єкта і фону;
- необхідно забезпечити достатньо рівномірне розподілення яскравості на робочій поверхні монітора, а також в межах навколишнього простору;
- на робочій поверхні повинні бути відсутні різкі тіні;
- в полі зору не повинно бути відблисків (підвищеної яскравості

поверхонь, які світяться та викликають осліплення); величина освітленості повинна бути постійною під час роботи;

- слід обирати оптимальну спрямованість світлового потоку і необхідний склад світла.

Вимоги до монітору. Основним обладнанням робочого місця користувача комп'ютера є монітор, системний блок та клавіатура. Робочі місця мають бути розташовані на відстані не менше 1,5 м від стіни з вікнами, від інших стін на відстані їм, між собою на відстані не менше 1,5 м. Відносно вікон робоче місце доцільно розташовувати таким чином, щоб природне світло падало на нього збоку, переважно зліва.

Робочі місця слід розташовувати так, щоб уникнути попадання в очі прямого світла. Джерела освітлення рекомендується розташовувати з обох боків екрану паралельно напрямку погляду. Для уникнення світлових відблисків екрану, клавіатури в напрямку очей користувача, від світильників загального освітлення або сонячних променів, необхідно використовувати антиполюсківі сітки, спеціальні фільтри для екранів, захисні козирки, на вікнах - жалюзі. Екран дисплея повинен бути розташованим перпендикулярно до напрямку погляду. Якщо він розташований під кутом, то стає причиною сутулості. Відстань від дисплея до очей повинна трохи перевищувати звичну відстань між книгою та очима. Перед екраном монітора, особливо старих типів, повинен бути спеціальний захисний екран. При його відсутності треба сидіти на відстані витягнутої руки від монітора. Фільтри з металевої або нейлонової сітки використовувати не рекомендується, тому що сітка спотворює зображення через інтерференцію світла. Найкращу якість зображення забезпечують скляні поляризаційні фільтри. Вони усувають практично всі відблиски, роблять зображення чітким і контрастним. Ще одним моментом, який стосується зору, є необхідність створення неоднорідного поля зору. Для цього можна розвісити на поверхнях (стінах) плакати та картини, виконані у спокійних тонах. Наприклад, пейзажі.

Робоча поза. Зручна робоча поза при роботі з комп'ютером

забезпечується регулюванням висоти робочого столу, крісла та підставкою для ніг. Рациональною робочою позою може вважатися таке положення, при якому ступні працівника розташовані горизонтально на підлозі або підставці для ніг, стегна зорієнтовані у горизонтальній площині, верхні частини рук вертикальні.

Важливою є форма спинки крісла, яка повинна повторювати форму спини. Висота крісла повинна бути такою, щоб користувач не почував тиску на куприк або стегна. Крісло бажано обладнати бильцями. Його потрібно встановити так, щоб не треба було тягтися до клавіатури. Періодично користувачу необхідно рухатися, вчасно змінювати положення тіла і робити перерви у роботі.

При напруженій роботі за комп'ютером щогодини необхідно робити перерву на 15 хвилин через кожну годину і треба займатися іншою справою. Декілька разів на годину бажано виконувати серію легких вправ для розслаблення.

Комп'ютерні хвороби. Наслідками регулярної роботи з комп'ютером без застосування захисних засобів можуть бути:

- захворювання органів зору (60% користувачів);
- хвороби серцево-судинної системи (20%);
- захворювання шлунково-кишкового тракту (10%);
- шкірні захворювання (5%); різноманітні пухлини.

Вимоги безпеки перед початком роботи:

- увімкнути систему кондиціонування в приміщенні;
- перевірити надійність встановлення апаратури на робочому столі.

Повернути монітор так, щоб було зручно дивитися на екран - під прямим кутом (а не збоку) і трохи зверху вниз, при цьому екран має бути трохи нахиленим, нижній його край ближче до оператора;

перевірити загальний стан апаратури, перевірити справність електропроводки, з'єднувальних шнурів, штепсельних вилок, розеток, заземлення захисного екрана;

- відрегулювати освітленість робочого місця;
- відрегулювати та зафіксувати висоту крісла, зручний для користувача нахил його спинки;
- приєднати до системного блоку необхідну апаратуру. Усі кабелі, що з'єднують системний блок з іншими пристроями, слід вставляти та виймати при вимкненому комп'ютері;
- ввімкнути апаратуру комп'ютера вимикачами на корпусах в послідовності: монітор, системний блок, принтер (якщо передбачається друкування);
- відрегулювати яскравість свічення монітора, мінімальний розмір світної точки, фокусування, контрастність. Не слід робити зображення надто яскравим, щоб не втомлювати очей.

Вимоги безпеки під час виконання роботи:

- необхідно стійко розташовувати клавіатуру на робочому столі, не опускати її хитання. Під час роботи на клавіатурі сидіти прямо, не напружуватися;
- для забезпечення несприятливого впливу на користувача пристроїв типу "миша" належить забезпечувати вільну велику поверхню столу для переміщення "миші" і зручного упору ліктьового суглоба;
- не дозволяються по сторонні розмови, подразнюючі шуми;
- періодично при вимкненому комп'ютері прибирати ледь змоченою мильним розчином бавовняною ганчіркою порох з поверхонь апаратури. Екран ВДТ та захисний екран протирають ганчіркою, змоченою у спирті. Не дозволяється використовувати рідинні або аерозольні засоби чищення поверхонь комп'ютера.

Забороняється:

- класти будь-яку предмети на апаратуру комп'ютера;
- закривати будь-чим вентиляційні отвори апаратури, що може призвести до її перегрівання і виходу з ладу. Для зняття статичної електрики рекомендується час від часу доторкатися до металевих поверхонь.

Робочі місця мають бути розташовані на відстані не менше 1,5 м від стіни з вікнами, від інших стін на відстані їм, між собою на відстані не менше 1,5 м. Відносно вікон робоче місце доцільно розташовувати таким чином, щоб природне світло падало на нього збоку, переважно зліва.

Робочі місця слід розташовувати так, щоб уникнути попадання в очі прямого світла. Джерела освітлення рекомендується розташовувати з обох боків екрану паралельно напрямку погляду. Для уникнення світлових відблисків екрану, клавіатури в напрямку очей користувача, від світильників загального освітлення або сонячних променів, необхідно використовувати антиполюсові сітки, спеціальні фільтри для екранів, захисні козирки, на вікнах - жалюзі.

Фільтри з металевої або нейлонової сітки використовувати не рекомендується, тому що сітка спотворює зображення через інтерференцію світла

Найкращу якість зображення забезпечують скляні поляризаційні фільтри. Вони усувають практично всі відблиски, роблять зображення чітким і контрастним.

При роботі з текстовою інформацією (в режимі введення даних та редагування тексту, читання з екрану) найбільш фізіологічним правильним є зображення чорних знаків на світлому (чорному) фоні.

Монітор повинен бути розташований на робочому місці так, щоб поверхня екрана знаходилася в центрі поля зору на відстані 400-700 мм від очей користувача. Рекомендується розміщувати елементи робочого місця так, щоб витримувалася однакова відстань очей від екрана, клавіатури, тексту.

Зручна робоча поза при роботі з комп'ютером забезпечується регулюванням висоти робочого столу, крісла та підставки для ніг. Рациональною робочою позою може вважатися таке положення, при якому ступні працівника розташовані горизонтально на підлозі або підставці для ніг, стегна зорієнтовані у горизонтальній площині, верхні частини рук -

вертикальні. Кут ліктьового суглоба коливається в межах 70-90°, зап'ястя зігнуті під кутом не більше ніж 20°, нахил голови 15-20°.

Для нейтралізації зарядів статичної електрики в приміщенні, де виконується робота на комп'ютерах, в тому числі на лазерних та світлодіодних принтерах, рекомендується збільшувати вологість повітря за допомогою кімнатних зволожувачів. Не рекомендується носити одяг з синтетичних матеріалів.

Вимоги безпеки перед початком роботи: увімкнути систему кондиціонування в приміщенні; перевірити надійність встановлення апаратури на робочому столі. Повернути монітор так, щоб було зручно дивитися на екран - під прямим кутом (а не збоку) і трохи зверху вниз, при цьому екран має бути трохи нахиленим, нижній його край ближче до оператора;

перевірити загальний стан апаратури, перевірити справність електропроводки, з'єднувальних шнурів, штепсельних вилок, розеток, заземлення захисного екрана;

відрегулювати освітленість робочого місця;

відрегулювати та зафіксувати висоту крісла, зручний для користувача нахил його спинки;

приєднати до системного блоку необхідну апаратуру. Усі кабелі, що з'єднують системний блок з іншими пристроями, слід вставляти та виймати при вимкненому комп'ютері;

ввімкнути апаратуру комп'ютера вимикачами на корпусах в послідовності: монітор, системний блок, принтер (якщо передбачається друкування);

відрегулювати яскравість свічення монітора, мінімальний розмір світної точки, фокусування, контрастність. Не слід робити зображення надто яскравим, щоб не втомлювати очей.

Рекомендується:

яскравість свічення екрана - не менше 100Кg/M2;

відношення яскравості монітора до яскравості оточуючих його

поверхонь в робочій зоні - не більше 3:1;

мінімальний розмір точки свічення не більше 0,4 мм для монохромного монітора і не менше 0,6 мм для кольорового, контрастність зображення знаку - не менше 0,8.

При вивленні будь-яких несправностей роботу не розпочинати, повідомити про це керівника.

Вимоги безпеки під час виконання роботи:

необхідно стійко розташовувати клавіатуру на робочому столі, не опускати її хитання. Під час роботи на клавіатурі сидіти прямо, не напружуватися;

для забезпечення несприятливого впливу на користувача пристроїв типу "миша" належить забезпечувати вільну велику поверхню столу для переміщення "миші" і зручного упору ліктьового суглоба;

не дозволяються сторонні розмови, подразнюючі шуми;

періодично при вимкненому комп'ютері прибирати ледь змоченою мильним розчином бавовняною ганчіркою порох з поверхонь апаратури

Екран ВДТ та захисний екран протирають ганчіркою, змоченою у спирті. Не дозволяється використовувати рідинні або аерозольні засоби чищення поверхонь комп'ютера.

Забороняється:

самостійно ремонтувати апаратуру. Ремонт апаратури здійснюється спеціалістами з технічного обслуговування комп'ютера, 1 раз на півроку повинні відкривати процесор і вилучати пирососом пил і бруд, що накопичилися;

класти будь-яку предмети на апаратуру комп'ютера;

закривати будь-чим вентиляційні отвори апаратури, що може призвести до її перегрівання і виходу з ладу.

Для зняття статичної електрики рекомендується час від часу доторкатися до металевих поверхонь.

Розташувати принтер необхідно поруч з системним блоком таким

чином, щоб з'єднювальний шнур не був натягнутий. Забороняється ставити принтери на системний блок.

Для досягнення найбільш чистих, з високою розподільністю зображень і щоб не зіпсувати апарат, має використовуватися папір, вказаний в інструкції до принтера. При заминанні паперу потрібно відкрити кришку і обережно витягнути лоток з папером.

Згідно з інструкцією фірми-виробника потрібно дотримуватися правил зберігання картриджа.

Забороняється:

зберігати картриджі без упаковки; ставити картриджі вертикально; перевертати картридж етикеткою донизу; відкривати кришку валика і доторкатися до нього; самому заповнювати використаний картридж.

Вимоги безпеки після закінчення роботи: закінчити та записати у пам'ять комп'ютера файл, що знаходиться в роботі; вимкнути принтер та інші периферійні пристрої. Штепсельні вилки витягнути з розеток. Накрити клавіатуру кришкою запобігання попаданню в неї пилу;

прибрати робоче місце;

ретельно вимити руки теплою водою з милом;

вимкнути кондиціонер, освітлення і загальне електроживлення;

пройти в спеціально обладнаному приміщенні сеанс психофізіологічного розвантаження і зняття втоми з виконанням спеціальних вправ аутогенного тренування.

РОЗЛАДИ ЗДОРОВ'Я КОРИСТУВАЧІВ, ЩО ФОРМУЮТЬСЯ ПІД ВПЛИВОМ РОБОТИ ЗА КОМП'ЮТЕРОМ. ЗОРОВИЙ ДИСКОМФОРТ

При роботі з ВДТ основне навантаження припадає на всі елементи зорового аналізатора. Ще в перші роки експлуатації . комп'ютерів з відео терміналами з'явилися масові скарги на порушення зору, під яким розуміють здатність сприймати величину, форму та колір предметів, їх взаємне розміщення та відстань між ними. Проведені у 70-ті роки обстеження у США встановили, що майже у половини професійних операторів ВДТ є

різноманітні порушення зорової функції. Враховуючи виняткову важливість даного питання, з огляду на масовий характер сучасної професії користувача комп'ютера, в різних країнах світу були проведені фундаментальні дослідження щодо впливу відео термінала комп'ютера на очі та зір користувача. Однак, необхідно зазначити, що опубліковані результати численних досліджень не завжди відповідним чином корелюються між собою.

Так в опублікованому в 1985 році звіті Національної ради з науки (США) зроблено висновки про те, що такі захворювання операторів комп'ютерів, як глаукома, катаракта, запалення райдужної оболонки ока не пов'язані з роботою за ВДТ. В той же час, за даними В. Г. Кнаве електромагнітне випромінювання від ВДТ може викликати катаракту, тобто помутніння кришталика ока.

Сучасні медичні обстеження кількох десятків тисяч професійних користувачів комп'ютерів, проведені у Німеччині та Італії показали, що частота порушень зору в них на 15—20% більша ніж серед працівників, які в своїй діяльності не використовують ВДТ. Наукова група Національної ради наукових досліджень США сформулировала термін "астенопія", який визначається "як будь-які суб'єктивні зорові симптоми чи емоційний дискомфорт, що є результатом зорової діяльності". Симптоми астенії були класифіковані на "очні" (біль, печія та різь в очах, почервоніння повік та очних яблук, ломоти у надбрівній частині та ін.) та "зорові" (пелена перед очима, подвоєння предметів, мерехтіння, швидка втома підчас зорової роботи та ін.).

Більшість досліджень показує, що у операторів ВДТ "очні" симптоми зустрічали частіше, ніж "зорові", причому частота проявів астенії вища у жінок, ніж у чоловіків. Відмічено також, що порушення функцій зору корелюють з віком операторів ВДТ. Астенія більш виражена у операторів старшого та середнього віку.

Ряд досліджень присвячено вивченню особливостей впливу

різноманітних видів робіт, що виконуються користувачами комп'ютерів на зоровий аналізатор. Виявлено, що астенопічні симптоми частіше зустрічаються в операторів, які в силу специфіки своєї роботи більше часу працюють у діалоговому режимі, проводять введення та від лагодження програм, здійснюють редагування тексту. Заслуговує на увагу той факт, що чим тривалішою та інтенсивнішою була праця за відео терміналом комп'ютера протягом робочого дня, тим швидше з'являлися і ставали більш вираженими функціональні порушення органів зору.

Хорст Майер, керівник наукового проекту федерального міністерства Німеччини, який має назву "Працювати і бачити" висловив припущення, що робота з ВДТ може призвести до розвитку короткозорості, так як у користувачів комп'ютерів, в основному, "працює" ближній зір.

На його ж думку, 17-ти і 19-ти дюймові дисплеї є джерелом небезпеки, оскільки замість того, щоб використовувати на великому екрані шрифти більшого розміру, користувач прагне максимально заповнити екран інформацією, використовуючи при цьому дуже малі символи, а також велику кількість контрастних кольорів, що створює при роботі сучасних дисплеїв додаткові навантаження на зоровий аналізатор.

Більшість дослідників сходяться на тому, що нечітке зображення та мерехтіння на екрані збільшують імовірність порушення функції зору. Користувач може навіть, звикнути до незначного мерехтіння тексту чи картинки, однак очі автоматично реагують на нього. Напружуються зорові - нерви та відповідні зорові центри кори головного мозку, при цьому гострота зору неминуче знижується. Під час проведення деяких досліджень визначалась критична частота світлових мерехтінь (КЧСМ), тобто найбільша частота, при якій людина помічає мерехтіння залежно від типу люмінофора, роздільної здатності дисплея, яскравості зображення тощо.

У дослідній лабораторії "Северен" були проведені експерименти, при яких на екрані дисплея Samsung 15 GH в середовищі Windows 95 з роздільною здатністю 1024x768 виводилась спеціальна піктограма —

картинка, що дозволяє виявити ефекти мерехтіння. Встановлено, що за суб'єктивними оцінками операторів КЧСМ становила 70 Гц.

Дослідження провідних офтальмологів підтвердили припущення, що напружена зорова робота, якою є робота за ВДТ, викликає помітні зміни у гостроті зору. Г остротою зору називають здатність ока розрізняти окремо дві точки при мінімальній відстані між ними. Робота за комп'ютером характеризується також тим, що постійний напружений погляд на екран дисплея зменшує частоту моргання. При цьому погіршується зволоження поверхні очного яблука слезовою рідиною, яка захищає рогівку ока від висихання, пилюки та інших забруднень. Це може призвести до появи, так званого, синдрому Сікка: рогівка висихає і мутніє, аж до появи сліпоти.

Наслідком напруженої зорової роботи за комп'ютером може бути не лише порушення функції зору, але й виникнення головного болю, посилення нервово-психічного напруження, зниження працездатності.

Виникнення та розвиток зорового дискомфорту можна пояснити такими особливостями роботи з ВДТ:

1. В природних умовах людина розглядає предмети, які знаходяться поблизу неї і на різних відстанях включно до горизонту (розслабляючи при цьому м'язи ока). Крім того, має місце вільний рух очей у всі боки. Відтак функціонує все поле сітківки ока

Різноманітні м'язи ока і різноманітні ділянки поля сітківки функціонують поперемінно, отримуючи можливість відновлювати свій функціональний потенціал.

Умови зорової роботи при використанні ВДТ набагато жорсткіші, оскільки у користувача комп'ютера "працює" лише ближній зір, тому елементи ока, що його забезпечують знаходяться у постійному напруженні.

2. Робота за відео терміналом комп'ютера радикально змінює умови, що характерні для традиційного зорового процесу читання, який полягає у сприйнятті темних знаків на світлому фоні при падаючому світловому потоці. ВДТ відтворює яскраві знаки на темному фоні (зворотне

зображення затруднює адаптацію). Створення зображення шляхом проектування потоку електронів на екран покритий люмінофором за своїми часовими та спектральними характеристиками значно відрізняється від аналогічних характеристик традиційного процесу читання. Зображення демонструється на майже вертикальній поверхні, що випромінює світловий потік, а значить вимагає пониженого загального освітлення на робочому місці.

3. Світлотехнічна різnorodність об'єктів зорової роботи користувачів, що працюють з ВДТ, пов'язана з наявністю трьох об'єктів (екран, клавіатура, документація), розташованих у різних зонах спостереження, що вимагає багаторазового переведення лінії зору від одного до іншого. Робоча документація розміщена частіше за все на столі у горизонтальній площині на відстані оптимальної зони видимості (приблизно 350 мм), об'єкти розрізнення мають негативний контраст — темні об'єкти на світлому фоні.

Об'єкти на клавіатурі відзначаються більшим розміром і розташовані у похилій площині. Яскраві знаки на темному фоні майже вертикально орієнтованого екрана дисплея, розташованого на відстані 500—600 мм, вимагають незвично горизонтальної орієнтації лінії зору.

Ці умови спостереження неусвідомлено асоціюються з "поглядом у далину", коли акомодційні та конвергуючі м'язові механізми зовсім розслаблені, хоча для досягнення якісного розрізнення знаків на дисплеї вони повинні інтенсивно працювати, щоб забезпечити високу гостроту зору, до того ж за незвичайної відстані до об'єкта. Таким чином, умови роботи з ВДТ ускладнюються необхідністю постійної перебудови апаратів акомодції та конвергенції, не кажучи вже про постійну необхідність преадаптації від яскравих об'єктів з позитивним контрастом на темні — з негативним. Разом узяті всі ці особливості створюють багато незручностей, а також напруження м'язового та світловідчувачого апарату очей.

4. Робота з пульсуючим самосвітним об'єктом, який постійно

знаходиться у центрі поля зору, що не відповідає нормативним вимогам щодо обмеження пульсації та засліпленості. Наявність пульсації яскравості знаків викликає дискомфорт і втому, загальну й зорову.

5. На робочому місці несприятливо розподілена яскравість у полі зору, оскільки освітлені поверхні периферії поля зору (стеля, стіни, меблі іт. п.) можуть виявитися світлішими, ніж центр поля зору — темний, обмежено освітлений та іноді слабо заповнений знаками екран ВДТ. Такий розподіл яскравості у полі зору сприяє порушенню основних зорових функцій,

6. Засліплююча дія світильників, які освітлюють приміщення на робочому місці з ВДТ більша, ніж на інших, бо лінія зору користувача при роботі з екраном майже горизонтальна, що призводить до зменшення кута дії різних засліплюючих джерел (світильники, вікна і т. п.) і, відповідно, до зростання засліпленості. Збільшення перешкоджаючої дії прямої блискоті, посилене за рахунок адаптації користувача до часто малої яскравості екрана може викликати не тільки астенопічні явища, але й функціональні порушення.

Таким чином, порушення зорових функцій у користувачів комп'ютерів пов'язані, в основному, з трьома групами факторів:

- параметрами освітлення робочого місця;
- характеристиками дисплея;
- специфікою роботи за комп'ютером.

Тому у профілактиці астенопії в першу чергу необхідно звернути увагу на забезпечення раціонального освітлення на робочому місці, використання сучасних дисплеїв з покращеними характеристиками, дотримання режимів праці та відпочинку.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз даних показав, що в експлуатованих 10...15 років великопанельних житлових будівлях, що підлягають ремонту, їх фактичні тепловтрати перевищують сучасні норми на 22...25%, а через стіни і вікна втрачається 74...84% усього тепла. Ця відмінність обумовлено старінням норм проектування, цілим поруч прихованих дефектів зовнішніх обгороджувань їх зволоженням в процесі експлуатації внаслідок дії атмосферних опадів, побутових процесів з підвищеним виділенням вологи і витоків води з систем теплопостачання.

2. Аналіз існуючих теплотехнічних норм, показників і методик експертизи теплозахисту будівель показав, що подальше їх вдосконалення необхідно здійснювати в напрямках: розробки показника, що об'єднує основні показники теплозахисту і величини, що характеризують її фактичну структуру; розробки надійних методів оперативного отримання фактичних значень показників теплозахисту, що забезпечують визначення товщини шару додаткового утеплення з допустимою погрішністю; обґрунтування кількості теплотехнічних параметрів, що підлягають контролю, точок їх виміру і приміщень, що підлягають обстеженню, їх розподіл у будівлі, а також методів вимірів, що враховують вплив на значення приведенного теплового потоку невиняткових (конструктивній термічній неоднорідності стін, поверху, орієнтації і тому подібне) і виняткових (дефектів, інтенсивності і характеру побутових процесів і тому подібне) чинників, що обумовлюють відмінність локальних значень теплового потоку і умов теплопередачі; розробки методики оцінки теплозахисту з урахуванням дотримання норм тепловтрат через 1 м² стін разом з вікнами; 1 м² загальної площі і інших показників, що характеризують її стан; підвищення оперативності експертизи шляхом використання і вдосконалення швидкодіючої портативною, малогабаритною тепловізіонною і іншою апаратури; розробки методики оцінки теплозахисту і встановлення

допустимих меж погрішності результатів експертизи.

3. Оцінку ефективності теплозахисту будівель з урахуванням їх об'ємно-планувальних рішень і конструкцій зовнішніх обгороджувань доцільно робити з використанням запропонованого показника теплозахисти - потрібного, виходячи з дотримання норм тепловтрат, опору теплопередачі стін і отриманих в роботі граничних значень коефіцієнтів скління. З метою підвищення оперативності оцінки побудовані графіки і складені таблиці для усіх розрахункових кліматичних умов і конструкцій заповнень світлопроемов, найширше вживаних в житловому будівництві.

4. Для ухвалення коректного рішення про товщину мінімального шару додаткового утеплення зовнішніх обгороджувань з метою підвищення їх теплозахисних якостей до рівня необхідних норм розроблена методика визначення величини допустимої погрішності результату експертизи з урахуванням передбачуваного виду утеплювача і способу утеплення.

5. Виявлено, що з метою обліку конструктивної термічної неоднорідності зовнішніх обгороджувань великопанельних житлових будинків при експертизі їх теплозахисту необхідно вимірювати теплові потоки не менше чим в шести зонах: по вертикальному рядовому і кутовому стику (ширина зони 400 мм); по горизонтальному стику над підлогою (200 мм від центру стику); по периметру світлових отворів (200 мм від краю укусу); над світловими отворами (на усю висоту від краю укусу до центру горизонтального стику); по основному полю (за вирахуванням вищеперелічених зон); по контурах, виявлених за допомогою тепловизора в місцях підвищених тепловтрат.

6. При надійності результату експертизи 0,95 кількість вимірів теплових потоків в кожній конструктивній умовно термічно однорідній зоні і кількість обстежуваних приміщень можна прийняти рівним 16, оскільки експериментально підтверджена гіпотеза про відповідність фактичного розподілу значень щільності теплових потоків через зовнішні обгороджування великопанельних будівель нормальному закону розподілу

випадкових величин.

7. Облік впливу не випадкових чинників (поверху, орієнтації, способу провітрювання і т. п.) на щільність приведенного теплового потоку через зовнішні огорожування при вибірці обстежуваних приміщень необхідно робити шляхом забезпечення пайового представництва кожного з них у вибірці, а вплив на умови теплопередачі випадкових чинників (інтенсивності і характеру побутових процесів і тому подібне) при визначенні конкретних обстежуваних приміщень в межах кожної зони доцільно враховувати методом рандомізації.

8. Вплив термічної неоднорідності огорожувань, обумовленої випадковими чинниками, в межах кожної, конструктивно однорідної зони, на величину щільності середнього теплового потоку можна врахувати шляхом використання при вимірах методу "ковзаючої точки".

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Основні напрями економічного і соціального розвитку СРСР на 1981 - 1985 роки і на період до 1990 Года.-м.Політвидав, 1981.-18с.
2. Ливчак И.Ф.Основные шляхи економії тепла і палива, що витрачається на теплопостачання Зданій.-водопостачання і санітарна техніка,№10, 1978.2-6 с.
3. Волобуев .Шляхи економії енергетичних ресурсів в цивільному будівництві великих городов.Об.инф.,сре".Проблеми великих міст", вып.6.-М.:ГОСИНТИ, 1980.-20с.
4. Жваво М.Д.Диагностика ушкоджень і методи відновлення експлуатаційних якостей Зданій.-л.:Стройиздат, 1975.-336 с.
5. Вавуло Н.М., Ариевич Э.М., Брайнина Е.Ю.Повышение ефективності теплозахисту повнозбірних будівель у великих городах.Об.инф. "Проблеми великих міст", Вып.21.-М.:ГОСИНТИ, 1978.-21 с.
6. Семенова Е.И. У сб.:Теплотехнические якості і мікроклімат великопанельних житлових Зданій.-м.:Стройиздат, 1974.
7. Богословський В. Н.,Поз М.Я. Теплофизика апаратів утилізації тепла систем опалювання, вентиляція і кондиціонування повітря. - М.:Стройиздат, 1983.-319 с.
- ./8. Дроздов В. А.Нове у будівельній науці. (Деякі проблеми будівельної фізики по матеріалах Міжнародної ради з будівельних досліджень).- м.:Знание, 1984.-64 с.(Нове в житті, науці, техніці.Сер".Будівництво і архітектура", №8).
9. Худенко А.А. Раціональне використання енергії у будівництві. - БудІвельник, І 980г.
10. Соколов В. До. Реконструкція житлових Зданій.-м.:Московский робітник, 1982.-204 с.
11. Ройтман А.Г., Смоленська Н.Г. Ремонт і реконструкція житлових і громадських Зданій.-м.:Стройиздат, 1978.-318 с.
12. Блех Е.М., Деева А.И., Сокова Е.Я. Економічні проблеми реконструкції

- повнозбірних будівель у великих містах. Оглядова Інформація.- м.:ГОСИНТИ, 1979.-27 с.(сер".Проблеми великих міст", вып.22).
13. Поривай Г. А., Сельдин Н.И. Створення галузевої системи контролю якості - важливе завдання підвищення рівня технічної експлуатації житлових будівель. - Семінар "Досвід впровадження системи планово-запобіжних ремонтів житлових будинків" .-м.Знання, 1983. - 3-13 с.
Planungs und Ausführungsprobleme Therraohaut.-Architekt, й/3. 139-143s.
 15. Рекомендації за визначенням теплової ефективності житлових будівель залежно від об'ємно-планувальних Решений.-м.: ЦНИИЭПжилица, 1979.-22 с.
 16. Erfurth M.Heizenergiesparen durch Thermographie.-WissenBChafund Technik.UmBchau, N3. 85-86 pp.
 17. Смоленська Н.Г., Ройтман А.Г. та ін. Сучасні методи обстеження будівлі. -М.:Стройиздат, 1979.-149с.
 18. Ткачук А.Я., Носаль А.В., Сухарев В. І.,Фаренок Г. Г., Хоменко ВП. Використання тепловизионной техніки у будівництві.Оглядова Інформація.-м.:ЦНТИ, 1983.-23 с.(сер".Інженерне устаткування населених місць, житлових і громадських будівель" вып.5).
 19. Рекомендації Всесоюзної наради "Використання вторинних енергоресурсів і природного тепла в системах опалювання, гарячого водопостачання, вентиляції і кондиціонування повітря" .- М.:НТО Будіндустрії, 1982.-15 с.
 20. Рекомендації Всесоюзної наради "Прогресивні системи холодоснабження і вентиляція житлових і громадських будівель" .- Челябинськ, Знання, 1983.-5 с.
 21. Шаповалів И.С. Дуги підвищення теплової ефективності житлових будівель. - В сб.:Тепловая ефективність великопанельних будівель. -М.:ЦНИИЭП житла, №3,1978.-7-39 с.
 22. СНиП П— 3-79*. Будівельна теплотехніка. Норми проектування. - М.:Стройиздат, 1982.-40 с.

23. СНиП-Л.1-71х. Жилые будівлі. Нормы Проектирования.-м.:Стройиздат, 1978.-32 с.
24. СНиП 2.01.01-82. Будівельна кліматологія і Геофізика.-м.: Стройиздат, 1983.-136 с.
25. Методичні вказівки по коригуванню типових проектів житлових будинків і блок-секцій, спрямованої на підвищення теплової ефективності Зданій.-м.:ЦНИИЭП житла, 1981.-190 с.
26. Русланов Г. В., Розкин М.Я., Ямпольский Э.Л. Опалювання і вентиляція житлових і цивільних будівель. Проектування. Довідник. -К.: Будівельник, 1983.-272 с.
27. СНиП П- 33-75*. Опалювання, вентиляція і кондиціонування повітря. Нормы Проектирования.-м.:Стройиздат, 1982.-97 с.
28. Рекомендації по підвищенню експлуатаційних якостей заповнень віконних і балконних отворів із спареними переплетами.- М.:Стройиздат, 1977.
29. Методичні вказівки по вибору оптимального виду заповнення світлопроемов в громадських будівлях масового будівництва. - М.:ЦНИИЭП житла, 1975.-40 с.
30. СНиП П- 4-79^ . Природне і штучне освітлення. Нормы Проектирования.-м.:Стройиздат, 1980.-48 с.
31. Шпильский А.Б., Цепелев А.П. Використання нормативних показників при теплотехнічних розрахунках зовнішніх стен.-Реф.сб. : Інженерне устаткування населених місць, житлових і громадських Зданій.- м*:ЦНТИ,№3,1979.-13-15 с.
32. Шаповалів И.С. Теплова ефективність житлових будівель.Оглядова інформація.-М:ЦНТИ, 1977.-35 с.
33. Методичні рекомендації по підборі зовнішніх обгороджувальних житлових і громадських будівель з урахуванням дотримання норм тепловтрат. -К. :КИСИ, Киевпроект, 1983.-52 с.
34. СН 546-82. Інструкція за техніко-економічною оцінкою проектів

- житлових будинків і громадських будівель і споруд для конкретних умов Строительства.-м.:Стройиздат, 1983.-22 с.
35. Рекомендації за визначенням комплексу показників якості Жилища.-м.:ЦНИИЭП житла, 1983.-34 с.
 36. Подоляк Ф.С., Людков В. М. Теплозахисні якості стін будинків серії 9-ЧЦЦ.-жилищное будівництво, 1975,№3,9-11 с.
 37. Власов О. Е. Додаток теорії потенціалу до дослідження теплопровідності. -Известия теплотехнічного інституту,№5(38) .-М.:1928.
 38. Фокін К.Ф. Будівельна теплотехніка частин Зданій.-м, що захищають.:Стройиздат, 1973.-287 с.
 39. Шкловер А.М., Васильєв Б.Ф., Ушаков Ф.В. Основи будівельної теплотехніки житлових і громадських Зданій.-м.:Стройиздат, 1956.-350 с.
 40. Богословський В. Н. Будівельна Теплофізика.-м.:Высшая школа 1982. -415 с.
 41. Шрейбер К.Д. Утеплення стін житлового будинку при планово-запобіжному Ремонте.-семінар "Досвід впровадження системи планово-запобіжних ремонтів житлових будинків" .-м.:Знание, 1983.74-77 с.
 42. Трусова Т. Ф.,Попов С. П., Шаприков Н.И.Способы усунення промерзань багат шарових конструкцій стін житлових будинків серії, що захищають, 1-335 і 1-464.-Научн.тр.АКХ ім. До« Д. Памфилова,№136 "Методів оцінки і усунення недоліків повнозбірних житлових будівель» .-М.:1976.- 71 с.
 43. Інструктивні вказівки по зниженню втрат тепла в експлуатованих житлових Зданиях.-м.:АКХ им.К.Д.Памфилова, 1983.-71 с.
 44. Аксьонова Л.С. Дефекти повнозбірних будинків і способи їх усунення при капітальному ремонті. - Семінар "Досвід впровадження системи планово-запобіжних ремонтів житлових Домов.-м.: Знання, 1983.-54-58 с.

45. Різник, С. А., Виленский С. Би. Характерні дефекти стиків зовнішніх стін великопанельних будівель. Оглядова Інформація.-м.: ЦНТИ, 1974.-30 с.(сер".Конструкції житлових і громадських будівель)
46. Артыкпаев Е.Т., Румянцева А.И., Баладин Н.М. Про тепло- і звукоізоляційні якості конструкцій сучасних Зданій.-В сб.Повышение якості будівництва, що захищають. НИИМосстрой. -М.:1981. 41-54 с.
47. Ариевич Э.М., Романенко М.Ю., Щербаков А.В. Вивчення теплотехнічної надійності багатошарових зовнішніх стін з відкритими Стыками.-В сб.:Совершенствование експлуатації і організації управління житловим Фондом.-м.:ОНТИ АКХ, 1983.-3-Ю с.
48. Шаповалів И.С. Про можливості зниження витрати тепла і поліпшення теплового режиму житлових будівель. Матеріали семінару" Теплозащитные властивості будівельних конструкцій і мікроклімат житлових будівель в Північних районах" .-л.:Знание, 1975.-76-79 с.
49. Шифрина Э.Ш. Науково обгрунтовані терміни служби конструкцій повнозбірних житлових зданій.- В сб.: Вдосконалення експлуатації і організації управління житловим Фондом.-м. :ОНТИ АКХ 1983. -10-17 с.
50. Фролов Н.П., Залого В. Ф. Дефекти будівельних конструкцій і причини їх виникнення.- Будівництво і архітектура Белоруссии.- Минск:1972,№1.-9 - II с.
51. Конецкий В., Ситковский Я., Улятовский А. Ремонт житлових будівель. - М.:Стройиздат, 1981.-128 с.
52. Безлепкин И.Г., Шакфиков Н.И. Стан одношарових комірчастих бетонних зовнішніх панелей і рекомендації по підвищенню їх експлуатаційних якостей. - Научн.тр.АКХ им.К.Д.Памфилова, №136. Методи оцінки і усунення недоліків повнозбірних житлових будівель. - М.:1976.-56с.
53. Васьковский А.П., Златинская Т. В., Шкляр Н.Д. До методики дослідження температурного режиму багатоповерхових житлових

- будівель в умовах Крайньої Півночі. Мат.семінару "Теплозахисні властивості будівельних конструкцій і мікроклімат житлових будівель в Північних районах" .-л.:Знание, 1975.
54. Ушков Ф.В. Теплотехнічні властивості великопанельних будівель і розрахунок Стыков.-м. :Стройиздат, 1968.- 238с.
 55. Ушков Ф.В. Теплопередача через обгороджування за наявності фільтрації Воздуха.-м. :Стройиздат, 1968.- 144с.
 56. Богословський В. Н. Вплив повітряного режиму будівлі на його тепловий режим. - В кн.:Тепловой режим Здания.-м.:Стройиздат, 1979.-149-168 с.
 57. ОСТ 20-2-74. Методи перевірки теплозахисних якостей і повітропроникності конструкцій, що захищають, у великопанельних Зданиях.-м.:Стройиздат, 1976.- с.
 58. Вказівки за визначенням економічно доцільного рівня теплового захисту житлових і комунальних будівель при їх реконструкції і капітальному Ремонте.-м.:МЖКХ РРФСР, АКХ им.К.Д.Памфилова, 1983, - 32 с.
 59. Методичні вказівки по технічному обстеженню полносборных житлових зданий.-МЖКХ РРФСР, АКХ им.К.Д.Памфилова..-м.:Стройиздат, 1974.-95 с.
 60. Методичні вказівки по інструментальному обстеженню великопанельних будівель при прийманні в Експлуатацію.-м. :МЖХ РРФСР, АКХ им.К.Д.Памфилова, 1971.-56 с.
 61. Методичні вказівки по технічному обстеженню експлуатованих будівель. МЖКХ РРФСР, АКХ им.К.Д.Памфилова..-м.:Стройиздат, 1968. - 70 с.
 62. Методичні рекомендації за оцінкою стану конструкцій експлуатованих Зданий.-м.:МЖКХ РРФСР, АКХ им.К.Д.Памфилова. - 49 с.
 63. Задерман А.Д. Технічна експлуатація повнозбірних великопанельних житлових Домов.-м.:Стройиздат, 1970.- 143 с.
 64. Поривай Г. А. Технічна експлуатація Зданий.-м.:Стройиздат, 1982.-32І с.

65. Бурак Л.Я., Рабинович Г. М. Технічна експертиза житлових будинків старої Застройки.-л.:Стройиздат, 1977, - 160 с.
66. Методичні рекомендації по теплотехнічних випробуваннях зовнішніх обгороджувань в кліматичних Камерах.-Київ :НИИСК Держбуду СРСР, 1979.-24 с.
67. Методичні рекомендації за визначенням теплотехнічних показників конструкцій, що захищають, в лабораторних умовах.- Київ:НИИСК Держбуду СРСР, 1982.-25 с.
68. Мурин Г. А. Теплотехнічні Измерения.-м.:Энергия, 1979.-423 с.
69. Бычковский Р. В. та ін. Довідник по приладах для виміру температури контактним способом.-Львов:Выща школа, 1978.-208 с.
70. Єфремова Р. І. та ін. До виміру температур медь-константано- вими Термопарами.-вимірювальна техніка,№3,1963.-25 с.
71. Методичні вказівки до обробки результатів спостережень при проведенні учбово-дослідницьких робіт за фахом теплогазоснабжение і вентиляція. - Київ;КИСИ, 1980.-40 с.
72. Чепуренко В. Г., Нижник В. Г., Соколова Н.И. Обчислення погрешностей измерений.-Київ:Вища школа, 1978.-37 с.
73. Wolfseher U.Energielinsparung sichtbar gemacht.-Zeitschriftfur rmeschutz, Kalteschutz, schallschutz, Baudschutz, 1979, N8.6-8 s.
74. Wiliams G. An introduction to thermographu.-Insulation, 1981, N 6, pp.27-28.
75. Сухарев В. І. До питання про вимір температур поверхонь конструкцій будівель, що захищають, по інфрачервоному излучению.- В сб.;Теплофизика легких конструкций.- М, що захищають.:НИИСФ, вып.6(XX), 1973.-Ю4 с.
76. Хоменко В. П., Цепелев А.П. Підвищення ДОВГОВІЧНОСТІ та поліпшення теплофізичних якостей будівельних конструкцій.-Київ, Знання, 1979, - 21 с.
77. Jacobi W. Thermoyision: Warmeverlustgueilen sichtbar gemacht. - GAS-.Zeitschrift fur rationelle Energieanwendung, 1978.

78. Н.И.Н. Mit der Luftthemographie undiohte Fernwarmeleitunden aufspuren.-
Technische uberwachung.1983, N 6, pp.220-224.
79. Хоменко В. П., Фижбин В. Ф.,Фаренюк Г. Г. Радіаційний контроль
теплотехнічних властивостей Конструкцій.-Київ, БудІвельник,№3,
1982.-с.Будівельні матеріали і конструкції).
80. Методичні рекомендації по використанню методів радіаційного
контролю теплотехнічних якостей огралщающих конструкцій інвентарних
Зданий.-Київ, НИИСК, 1983.-21 с.
81. Радіаційні виміри температури слабонагретых Тел.-Мінськ: Изд.БГУ
им.В.И.Ленина, 1969.-195 с.
82. Брамсон М.А. Інфрачервона техніка зарубіжних Стран.-м.Радянське
радіо, 1960.-183 с.
83. Марголик М.А.,Рум'янців Н.П. Основи інфрачервоної Техники.-м.:
Воениздат, 1957.-307с.
84. Джемисон Дж.,Мак-Фи Р. Х.,Пласс Дж. та ін. Фізика і техніка
інфрачервоного Излучения.-м. Радянське радіо, 1965. - 642 с.
85. Марков М.Н. Застосування інфрачервоного Излучения.-м.:Наука, 1968, -
168 с.
86. Сухарев В. І. Використання методу інфрачервоного термографи-
рования при дослідженні теплофізичних якостей конструкцій, що
захищають. - Сб.тр./НИИ будівельної фізики/, вып.9 (XXIII) .-м.:1974, -
5 с.
87. Сухарев В. І.,Щепков П. До. Перспективи використання інфрачервоної
техніки для дослідження розподілу температур і теплових радіаційних
потоків конструкцій будівель, що захищають. - В кн: Експериментальні
дослідження інженерних споруд. -М. :Наука, 1973.
88. Сухарев В. І. Дослідження температурного поля поверхні конструкцій
будівель, що захищають, за допомогою теплорадиационного метода.-
Автореф. дисертації Уч.ст.канд.техн.наук.-м.:НИИ будівельної фізики,
1975.-21с.

89. Мальків Ю.Б. До питання про застосування тепlobачення для контролю за будівельними об'єктами і інженерними устаткуванням.
- У сб.Теплоснабжение житлових Зданий.-м.:ЦНИИЭП інженерного устаткування, 1982.-73-76 с.
90. Сухарев В. І.,Зотов А.В. Досвід використання тепловизора для визначення теплозахисних якостей конструкцій, що захищають.
- Сб.тр. НИИСФ, М.,1982.
- 91 Roberts C., Reinke До. Thermal measurments of building envelope components! in the field.-ASHRAE Journal, vol 24, N 3, 1982, pp.35-40.

Рецензія

здобувача рівня вищої освіти «другий (магістерський)» Беррахма Мохаммед
(ПІБ.)

Кваліфікаційна робота на тему: «Стан теплозахисту великопанельних житлових будівель, що підлягають реконструкції».

Кваліфікаційна робота магістра виконана згідно до завдання відповідає темі,
(не) згідно не (відповідає)

містить мультимедійну репрезентацію листів графічного матеріалу і пояснювальну записку з 106 сторінок.

1. Актуальність теми (повнота постановки проблеми, формування проблеми та її значимість, постановка завдань досліджень) Тема магістерської роботи є актуальною тому що аналіз методики експертизи теплозахисту будівель, що підлягають ремонту, з використанням приладів вітчизняного виробництва для контролю теплотехнічних параметрів, яка дозволяла б оперативної набувати фактичних значень показників теплозахисту із заданою надійністю і мінімальною погрішністю.

2. Ступінь науковості роботи (широта вивчення результатів досліджень за проблемою, методика дослідження, наявність елементів наукової новизни та ступінь їх розробки)_

У кваліфікаційній роботі наведені сучасні метод вибору складу приміщень, що підлягають обстеженню, з усієї їх генеральної сукупності у будинку, що забезпечує з високою надійністю набуття значень тепловтрат з урахуванням впливу невідповідних (шляхом використання принципу пайової участі) і випадкових (шляхом застосування принципу рандомізації) чинників.

Наукова цінність роботи одержаних результатів полягає в наступному: отримані результати дали можливість розробити з урахуванням погрішностей результатів експертизи, методику вибору мінімальної товщини шару додаткового утеплення зовнішніх стін будівлі з метою доведення його теплозахисту до рівня сучасних вимог.

3. Якість подачі матеріалу роботи (ступінь взаємозв'язку розділів роботи, застосування комп'ютерних технологій, чіткість і технічна грамотність оформлення роботи, науковий стиль викладення матеріалу)

Магістерська робота виконана за допомогою сучасних комп'ютерних технологій. Усі розділи магістерської роботи оформлені згідно норм та відповідають вимогам, що висуваються до магістерських робіт. Розділи взаємозв'язані один з одним, чітко та технічно грамотно оформлені. Науковий стиль викладення матеріалу – виконано у повному обсязі та

відповідає вимогам, що висуваються до магістерської роботи.

4. Практична значимість результатів роботи (рівень реальності результатів та пропозицій, техніко - економічні показники запропонованих рішень, наявність публікацій за темою роботи)

Практичне значення одержаних результатів полягає в широкому впровадженні проаналізованої методики експертизи теплозахисту будівель з подальшим її доведенням до необхідного рівня дозволить поліпшити режим температурної вологості в приміщеннях і понизити загальні тепловтрати житлових будівель, що підлягають ремонту, не менше, чим на 15. 20%.

5. Недоліки кваліфікаційної роботи магістра: в роботі потрібно більш детально розглянути методики контролю теплотехнічних показників конструкції. Приведене зауваження не впливає на якість виконання роботи.

6. Кваліфікаційна робота магістра у цілому виконана (ний) на відповідальному рівні і заслуговує оцінки:

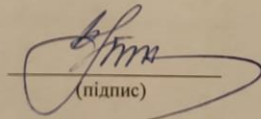
кількість балів 90

за національною шкалою 67 бал.

за шкалою ЕКТС A

Рецензент професор Запорізького національного університету

(посада, місце роботи)


(підпис)

Банах В.А.
(П.І.Б.)

ВІДГУК

керівника кваліфікаційної роботи

здобувача рівня вищої освіти «другий (магістерський)» Беррахма Мохаммед
(П.І.Б.)

Кваліфікаційна робота на тему: «Стан теплозахисту великопанельних житлових будівель, що підлягають реконструкції».

Викона згідно до завдання, відповідає темі, містить мульт. презентація листів
(не) згідно (не) відповідає
графічного матеріалу і пояснювальну записку з 106 сторінок, підписана консультантами і має рецензію.

1. Актуальність теми, наявність замовлення роботи підприємством (організацією) _____
Слід визначити, що тема магістерської роботи є актуальною тому що аналіз методики експертизи теплозахисту будівель, що підлягають ремонту, з використанням приладів вітчизняного виробництва для контролю теплотехнічних параметрів, яка дозволяла б оперативного набуття фактичних значень показників теплозахисту із заданою надійністю і мінімальною погрішністю.

2. Глибина обґрунтувань прийнятих рішень (повнота розрахунків, наявність багатоваріантності) _____
У кваліфікаційній роботі наведені сучасні методи вибору складу приміщень, що підлягають обстеженню, з усієї їх генеральної сукупності у будинку, що забезпечує з високою надійністю набуття значень тепловтрат з урахуванням впливу невідповідних (шляхом використання принципу пайової участі) і випадкових (шляхом застосування принципу рандомізації) чинників.

3. Загальний рівень підготовки та ерудиції здобувача ступеня вищої освіти «магістр» _____
відповідає прийнятим вимогам

4. Творчий потенціал і ступінь самостійності студента у вирішенні поставлених задач _____
на достатньому професійному рівні

5. Науковий рівень (для робіт дослідницького характеру) та глибина експериментальних досліджень _____
виконано у повному обсязі та відповідає вимогам

6. Застосування сучасних системних та інформаційних технологій, фізичного або математичного моделювання, наявність обґрунтування вибору типу ЕОМ, застосування

стандартних та оригінальних програм, наявність аналізу результатів та їх використання у роботі кваліфікаційна робота магістра виконана за допомогою сучасних комп'ютерних технологій та сучасних нормативних документів

7. Відповідність оформлення до вимог діючих стандартів оформлено згідно норм та стандартів

8. Дотримання студентом графіка виконання роботи дотримано

9. Наукова цінність роботи, практична значимість _____

Наукова цінність роботи одержаних результатів полягає в наступному: отримані результати дали можливість розробити з урахуванням погрішностей результатів експертизи, методику вибору мінімальної товщини шару додаткового утеплення зовнішніх стін будівлі з метою доведення його теплозахисту до рівня сучасних вимог.

Практичне значення одержаних результатів полягає в широкому впровадженні проаналізованої методики експертизи теплозахисту будівель з подальшим її доведенням до необхідного рівня дозволить поліпшити режим температурної вологості в приміщеннях і понизити загальні тепловтрати житлових будівель, що підлягають ремонту, не менше, чим на 15. 20%.

10. У кваліфікаційній роботі магістра можна відмітити такі недоліки: _____

Як побажання слід висловити наступне: бажано було б більш детально розглянути методики контролю теплотехнічних показників конструкції, але приведені зауваження не впливає на якість виконання роботи.

Кваліфікаційна робота магістра у цілому виконана на відповідальному рівні

і при відповідному захисті заслуговує на оцінку:

кількість балів 95 національною В.Б.Б. ЄКТС А

Керівник професор
(посада, науковий ступінь)

[Підпис]
(підпис)

Ткаченко В.Б.
(ПІБ)