

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

Кафедра Міського будівництва і архітектури
(повна назва)

Кваліфікаційна робота

рівень вищої освіти Магістр
(рівень вищої освіти)

на тему: "Проект науково-освітнього центру в м.
Запоріжжя" / "The project of the scientific and
educational center in Zaporizhzhia"

Виконав: студент 2 курсу, групи
8.1922-мопа-дн

Яцун Б.С.
(прізвище та ініціали)

спеціальність

192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

освітньо-професійна програма

Містобудування та об'ємно-просторова
архітектура

(шифр і назва)

Керівник доц., к.т.н. Савін В.О.

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

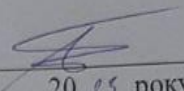
Рецензент проф. д.т.н. Банах В.А.

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

Запоріжжя – 2023 року

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Завідувач кафедри 
 « 10 » 10 20 23 року

ЗАВДАННЯ
 НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Яцун Богдан Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Проект науково-освітнього центру в м. Запоріжжя / The project of the scientific and educational center in Zaporizhzhia

керівник роботи Савін В.О. доц., к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від « 10 » 10 20 23 року № 1578-с

2 Строк подання студентом роботи _____

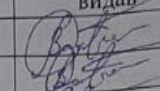

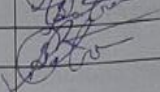

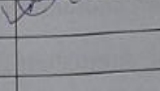

3 Вихідні дані до роботи нормативно-технічна документація, вихідні дані стосовно досвіду вибору архітектурних, конструктивних, дизайнних рішень

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Переддипломний аналіз. 2. Архітектурно-будівельний розділ.

3. Конструктивний розділ

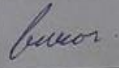
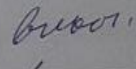
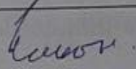
5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) вісім листів

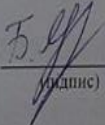
6 Консультанти розділів роботи

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

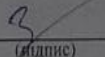
4 Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Переддипломний аналіз	з 01.10 по 24.10.2023	
2	Архітектурно-будівельний розділ	з 25.10 по 15.11.2023	
3	Конструктивний розділ	з 16.11 по 06.12.2023	

Студент  (підпис) _____ Б.С. Яцун (ініціали та прізвище)Керівник роботи (проекту)  (підпис) _____ В.О. Савін (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

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

АНОТАЦІЯ

Яцун Б.С. Проєкт науково-освітнього центру в м. Запоріжжя.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник В.О. Савін, Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні Запорізького національного університету, 2023.

Робота зосереджена на розробці концепції архітектурної будови науково-освітнього центру в сучасному стилі, розташованій у місті Запоріжжя, біля Портової вулиці, паркового бульвару та річкового порту. Площа забудови ділянки 4700 м² та зоною малого парку.

З урахуванням сучасних тенденцій покращення якості життя та підвищення освітнього та наукового рівня, а також гострої потреби населення в об'єктах культурного дозвілля, було обрано місцезнаходження проєктованої будівлі у структурі на березі річки Дніпро. Головним завданням роботи над дипломним проєктом став пошук цікавого архітектурно-планувального та образного рішення сучасної будівлі з вкрапленням елементів сталої навколишньої архітектури у комплексі з облаштуванням та функціональною організацією прилеглої території в умовах унікального краєвиду місцевості.

Композиційно об'єкт є візуальною домінантою, та функціонально-багатоцільовим об'єктом, що містить функції актового залу, рекреаційних та розважальних залів, лабораторний функціонал, лекційні, освітньо-наукові зали. Форма будівлі є особливістю архітектурно-планувального рішення, орієнтація основних приміщень забезпечує добрий рівень інсоляції.

Ключові слова: науково-освітній, центр, будівля.

ANNOTATION

Yatsun B.S. The project of the scientific and educational center in Zaporizhzhia.

Qualified graduation work to achieve a higher level of master's degree in specialty 192 – Life and civil engineering, scientific ceramics specialist V.O. Savin, Engineering Basic Science Institute named after. Yu.M. Newsletter of Zaporizhzhya National University, 2023.

The work is focused on the development of the concept of the architectural building of the scientific and educational center in a modern style, built near the town of Zaporizhzhya, along Portovaya Street, the park boulevard and the river port. The area of the plot is 4700 m² and includes a small park area.

In response to the current trends in the reduction of the quality of life and the advancement of the world and the scientific level, as well as the urgent needs of the population in the objects of cultural supply, a local location was chosen for the design of the building at the structure on the birch rivers of the Dnieper. The main goal of the work on the diploma project was the search for a comprehensive architectural-planning and imaginative solution of the current existence interspersed with elements of the now superfluous architecture of the complex with refinement and functional organization adjacent loy territories in the minds of a unique region of locality.

The compositional object is a visual dominant, and a functional-rich object that serves the functions of the assembly hall, recreational and leisure halls, laboratory functionality, lecture halls, lighting about-science halls. The form will be specific to the architectural and planning solution, the orientation of the main premises will ensure a good level of insolation.

Key words: science education, center, wakefulness.

ЗМІСТ

С.

1. ПЕРЕДДИПЛОМНИЙ АНАЛІЗ.....	11
1.1 Аналоги зарубіжного досвіду у проектуванні	11
1.2 Аналоги нейромережевого формування архітектурних форм.....	22
2. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....	33
2.1 Загальна характеристика ділянки	33
2.1.1 Загальна характеристика будинку	33
2.2 Об'ємно-планувальне рішення.....	34
2.3 Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва 4-х поверхової наукової-освітньої будівлі.	34
2.4 Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій.	36
2.4.1 Розрахунки зовнішньої стіни будівлі (перший варіант).....	36
2.4.2 Розрахунки зовнішньої стіни будівлі (другий варіант).	38
2.4.3 Теплотехнічний розрахунки покриття будівлі.....	39
2.5 Зовнішня та внутрішня обробка.	40
2.6 Санітарно-технічне та інженерне встаткування.	40
2.7 Організаційно-правові аспекти охорони праці.....	41
2.8 Метеорологічні умови середовища	44
2.9 Мікроклімат	48
2.10 Вентиляція та кондиціонування повітря.....	49
2.11 Освітлення.....	51
2.12 Шум	52
2.13 Пожежна безпека	54
2.14 Засоби пожежогасіння	55
2.15 Визначення необхідного повітрообміну для лекційної зали	56
2.16 Аналіз та стан питання акумуляції теплової енергії у будівлях, архітектурно-планувальних рішень та матеріалів.....	57
2.17 Енергозберігаюче обладнання інженерних систем мікроклімату будівель ..	73
2.18 Аналіз використання матеріалів що можуть переходити з однієї термодинамічної фази до іншої при зміні зовнішніх умов (МФЗ)	81
3. КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ.....	93
3.1 Конструктивні рішення	93
3.2 Навантаження та впливи	94
3.2 Вітрове навантаження	97

3.3 Снігове навантаження	100
3.5 Статичний розрахунок	101
ВИСНОВКИ	103
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	105

ВСТУП

Робота зосереджена на розробці концепції архітектурної будови науково-освітнього центру в сучасному стилі, розташованій у місті Запоріжжя, біля Портової вулиці, паркового бульвару та річкового порту. Площа забудови ділянки 4700 м² та зоною малого парку.

З урахуванням сучасних тенденцій покращення якості життя та підвищення освітнього та наукового рівня, а також гострої потреби населення в об'єктах культурного дозвілля, було обрано місцезнаходження проектованої будівлі у структурі на березі річки Дніпро. Головним завданням роботи над дипломним проектом став пошук цікавого архітектурно-планувального та образного рішення сучасної будівлі з вкрапленням елементів сталої навколишньої архітектури у комплексі з облаштуванням та функціональною організацією прилеглої території в умовах унікального краєвиду місцевості.

Композиційно об'єкт є візуальною домінантою, та функціонально-багатоцільовим об'єктом, що містить функції актового залу, рекреаційних та розважальних залів, лабораторний функціонал, лекційні, освітньо-наукові зали. Форма будівлі є особливістю архітектурно-планувального рішення, орієнтація основних приміщень забезпечує добрий рівень інсоляції.

При організації генерального плану основним завданням було корегування та виділення вже існуючих тематичних зон, їх образний та планувальний зв'язок з основним ядром-будівлею.

Цей проект передбачає використання сучасних енергоефективних матеріалів та методів для створення архітектурно-просторових рішень, що відповідають сучасним світовим вимогам у сфері проектування та будівництва громадських будівель.

Символічне використання фасаду створює візуально розбірливу динамічну атмосферу з посиленням на швидкий і напористий образ над річкою.

Актуальність теми роботи. У Західних країнах центри сучасного науково-совітні центри - це функціональний громадський-центр із певною

сферою діяльності у сфері освіти, покликаний заохочувати населення до освітньо-просвітницької діяльності та забезпечення фундаментальних досліджень для різних галузей. Також до сфери обов'язків таких будівель входить надання місць для виставок, майстер класів та безпосередній доступ до наукового технічного обладнання тощо.

Розвиток сучасного високого рівня освіти взаємопов'язано з науковими дослідженнями та закріплення практичних навичок роботи з науковим обладнанням - це процес самопізнання, саморозвитку та самовдосконалення, забезпечення продукування творчості. Через творчість людина пізнає свій внутрішній світ, свої здібності та схильності.

В сучасному світі, освіта та наука почали набирати дуже потужних тенденцій розвитку, які потребують належної матеріально-технічної бази, декторі представлені у вищих освітніх закладах міста, але дивлячись у майбутнє та аналізуючи проекти рішень МОНУ та зіставляючи їх із такими що представлені у країнах Європи та Азії, можна зробити висновки про потребу розвитку освітньої складової міста у складі створення науково-освітнього кластеру, що зокрема може бути розташований у запропонованому місці. Запропонована концепція будівлі є тільки одним із елементів цього кластеру.

Метою роботи є аналіз аналогів зарубіжного досвіду та розробка концепції науково-освітнього центру.

Об'єктом дослідження є архітектура сучасних центрів мистецтва та елементи сучасної архітектури для освітньо-наукових закладів.

Предметом дослідження є обґрунтування сучасних архітектурних підходів до концепції освітньо-наукового центру.

Методологія дослідження: аналіз та оцінка літературних джерел, інформаційних джерел та їхній аналіз.

1. ПЕРЕДДИПЛОМНИЙ АНАЛІЗ

1.1 Аналоги зарубіжного досвіду у проектуванні

Музей сучасного мистецтва в Барселоні також є центральним художнім музеєм у столиці Каталонії.



Рисунок 1.1 – Вигляд на Музей сучасного мистецтва у Барселоні

Білий будинок у модерністському стилі є витвором американського архітектора Річарда Мейєра, яке було відкрито 1995 року. Проте сама ідея створення музею виникла ще за три десятиліття до відкриття ще у 1960 роках. Найцікавішим задумом автора проекту було переплетення геометричних фігур і злиття скляних площин, які створили вельми незвичайний навіть сказати дивовижний архітектурний ансамбль. Що дало будівлі виглядати досить сучасно на історичній ділянці, на якій було зведено.

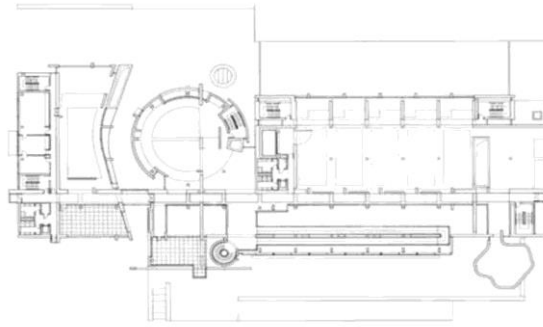


Рисунок 1.2 – План музею мистецтва

Сам музей ділиться на три корпуси

- Головний корпус, де проходить більша частина виставок та різних інсталяцій

- Жіночий монастир Ангелів, що використовується як додатковий виставковий майданчик, з каплицею, що є архітектурною пам'яткою старого міста.

- Центр досліджень та документації, в якому розташовані архів, сховища, дослідницький та навчальний центри, бібліотека.

Оскільки будівля розташувалася в районі старого міста, вона не порушила цілісність -історичного вигляду площі, а навпаки підкреслила, що сучасні будівлі можуть цілком гармонійно розташовуватися поруч. Сама площа біля музею досить велика, що стала досить популярним місцем мешканців та гостей старого міста особливо серед молоді.

Музей сучасного мистецтва Форт-Уерте



Рисунок 1.3 – вигляд на музей Форт-Уерте

У 1993 був оголошений конкурс зі створення у Фор Уерті, Штат Техас, США музею з тимчасового мистецтва. У якому схвалено проект японського архітектора Тадао Андо. Як і в проекті Художнього музею префектури Хього в Кобе він вирішив помістити свої бетонні конструкції у скляні коробки та розташувати їх у басейні. Цей прийом став новим елементом в архітектурному словнику Андо. Причина цього вчинку полягає в тому, що цей прем можна використовувати в посушливому кліматі Техасу, цей елемент міг створити враження оази в пустелі. Архітектор використовував елемент води як базовий –необхідний принцип для сприятливого середовища для людини.

Відображення в басейні від самого музею та його реальних обсягів зі скла та бетону постійно змінюють свою форму, створюючи багатовимірні та прозорі фігури.

Скляні стіни музею виконують три функції:

Перша: холодний ефект від прозорих стін зі скла. Коли бетонна конструкція ховається за скляною оболонкою, вона миттєво стає нерухомою, ніби скутою льодом.

Друге завдання скла - поміняти місцями внутрішній та зовнішній простір. Цього також дозволяє досягти зовнішня скляна оболонка бетонної частини споруди.

Третє завдання скла схоже на функцію емфатичного покажчика.

Співвідношення води каменю та скла.



Рисунок 1.4 – Планування музею

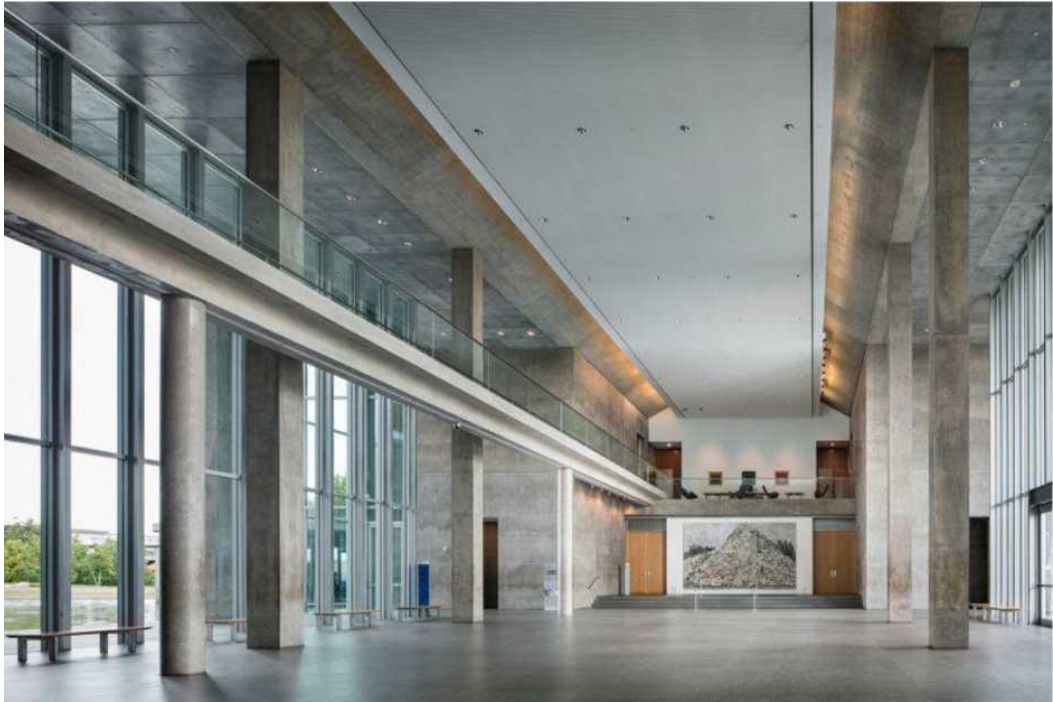


Рисунок 1.5 – Вигляд внутрішнього простору холу музею Форт-Уерте

Плассен культурний центр.

У норвезькому місті Молді мешкає всього близько 25 000 людей. Але кожен липень у це затишне містечко на всесвітньо відоме і одне із найстаріших у Європі джаз-фестиваль приїжджають найвідоміші зірки джазу та приблизно 100 000 поціновувачів цього музичного напрямку. Данській архітектурній компанії 3XN Architects пощастило розробити проект культурного центру в Молді, який використовувався б під час цього фестивалю і не тільки.



Рисунок 1.6 - Загальний вид на культурний центр Плассен

Монохромні строгі фасади будівлі, облицьовані світлим гранітом, увечері контрастують із теплим червоним світлом, яке виривається на вулицю крізь величезні вікна.

У центрі будівлі знаходиться концертний зал, довкола якого організовані інші функціональні частини: кафе, бібліотека, виставковий простір. Теплі кольори в інтер'єрі, дерев'яна підлога та гарне денне освітлення сприяли створенню доброзичливої та неформальної атмосфери, яка разом із безліччю входів у культурний центр робить його привабливим та доступним для всіх.



Рисунок 1.7 - Інтер'єр центру Плассен

Архітектори вирішили, що простір має бути активним не лише всередині будівлі, а й зовні, і навіть на його даху. А ще центр має бути завжди готовим до постійної навали щасливих людей. І так багато років. Культурний центр Plassen знаходиться в центрі міста, звідки відкриваються чудові краєвиди на фіорд та гори. Відмінне місце для зустрічей. Раціонально використавши кожен квадратний метр, архітектори змогли створити будівлю, яка однаково зручна та функціональна як для сотні, так і для десятків тисяч людей, які зберуться на концерт, фестиваль чи спектакль.

Майже всі приміщення комплексу виконують кілька функцій. Наприклад, величезні сходи, які примикають до будівлі, можуть бути амфітеатром. На даху протягом дня працює кафе, тут організована зона відпочинку з чудовими краєвидами на навколишнє місто і можуть проходити різноманітні виставки.

Культурний центр площею 5800 квадратних метрів і висотою в три поверхи є дуже компактною і строгою будовою. І це природно, адже воно має відповідати щодо невисоких споруд навколо.

Shenzhen Clubhouse (2008-2012р) Китай.

У Китаї дуже популярна біла архітектура Річарда Мейра. На штучному острові було збудовано спортивно-розважальний комплекс, загальна площа якого становить 11 000м². Загальна площа острова 125 га землі. Водний простір, який майже «огортає» будівлю клубу, за рахунок цього архітектура виглядає ще більш легкою та просторовою.

«Білий – чудовий колір, в якому можна розглянути всі сім кольорів веселки. Він ніколи не виглядає абсолютно білим, але трансформується під впливом світла та всього, що рухається: неба, хмар, Сонця, Місяця». Річард Мейер.



Рисунок 1.8 - Загальний вид на клуб Shenzhen Clubhouse



Рисунок 1.9 - Загальний вид на клуб Shenzhen Clubhouse

Форма головної будівлі – сектор кола. Зали розташовуються радіально; їх поєднує крита галерея. До складу корпусу входять кафе, майданчик для виставки, холи, а також області, що виконують різноманітні функції. Висвітлення внутрішнього простору - природне і відбувається за рахунок великої кількості галерей та перекриттів зі скла. Наступний корпус призначений для оздоровчого фітнес-комплексу та басейну. Конструкція залів та басейну, що мають форму правильного прямокутника, поєднується із похилою стіною зовнішнього фасаду.

Чунцін Таоуанґу Community Center.

Основною ідеєю громадського центру, розташованого в горах парку Таоюань у Чунціні, є спроба об'єднати нові контури будови з хвилястим рельєфом місцевості. Проектувальники створили образи злиття архітектурних форм із існуючим горбистим ландшафтом. Зелений дах та зелені стіни допомогли змішатись у єдиному обсязі з природним середовищем. Це рішення додатково підвищило теплозахисну оболонку будівлі.

Громадський центр включає культурний, спортивний центр і центр громадського охорони здоров'я. Безперервний зелений дах поєднує три незалежні будівлі в єдиний об'єм. Лінія даху йде то вгору, то вниз, наслідуючи навколишній горбистий простір. Похилі сади та Green Plaza приваблюють сюди

туристів та мешканців міста для проведення громадських заходів таких, як тренування, навчання та консультації зі здоров'я тощо.

Дуже складний за своєю композицією об'єкт насправді об'єднує одразу три самостійні будівлі: атлетичний центр, центр громадського здоров'я та культурний центр. Загальна площа побудови 10 000 м².



Рисунок 1.10 - Загальний вигляд центру Чунцін Таоуанґу

Архітектори «вбудовують» її в гористу місцевість, змушуючи мімікріувати не гірше за хамелеон. Допомагає в цьому то зелена «стрічка», що то підвищується, то знижується. Вона об'єднує всі будівлі, то граючи роль даху, а то прикидаючись різного роду навісами, що особливо актуально у спекотному та дощовому кліматі. Одночасно з її допомогою формуються два затишні внутрішні двори. Деревя проростають прямо крізь отвори в покрівлі, а завершують маскування зелені стіни, що імітують схили пагорбів. Звичайно, архітектори використовували і теплоізоляційні властивості зелених дахів та стін.

Сірі бетонні конструкції з фрагментами дерев'яного оздоблення (у деяких місцях рейки використовуються як захист від сонця) та панорамного скління створюють складну систему переходів та вигадливе чергування відкритих, частково закритих та повністю закритих зон. Крім того, кожна з трьох основних будівель також отримала власний атриум, що, по-перше, дозволило пустити природне світло всередину, а по-друге, ще більше ускладнило просторову організацію центру. Грань між внутрішнім та зовнішнім майже повністю стирається, даючи персоналу та гостям додаткову свободу та комфорт. Так

відвідування центру перетворюється на справжню пригоду.



Рисунок 1.11 - Фрагмент екстер'єру центру Чунцін Таоуанґі



Рисунок 1.12 - Фрагмент дворового простору центру Чунцін Таоуанґі

Проект науково-дослідного центру, що поєднується з оперативним

штабом автокомпанії Ferrari в італійському місті Маранелло. Його розробником є архітектурна студія Studio Fuksas, відома тим, що активно впроваджує природні елементи у архітектуру. Так, відкриті ділянки будівлі центру займає водна поверхня, що виступає в ролі декоративного елементу. Частини будівлі, що відбиваються на поверхні води формують геометричні візуальні образи, що дозволяють розкривати простір по-новому.



Рисунок 1.13 - Науково-дослідний центр Ferrari, м. Маранелло, Італія

Будинок школи Баухаус, Дессау, Німеччина



Рисунок 1.14 - Будівлю школи Баухаус у Дессау було збудовано Вальтером Гропіусом у 1927 році.

Будівлю школи Баухаус в Дессау було збудовано Вальтером Гропіусом у

1927 році та на замовлення міської влади. Будівлю було закрито у 1933 році, а у 2006 році удостоєно статусу об'єкта Світової спадщини ЮНЕСКО.

Кільденський театр, Крістіансанд, Норвегія



Рисунок 1.15 - Кільденський центр виконавських мистецтв

Кільденський центр виконавських мистецтв театральньо-концертний зал на Оддеройя в Крістіансанді, Норвегія.

Роботи над будівлею розпочалися в 2007 році, а кронпринцеса Норвегії Метте-Маріт заклала перший камінь у 2009 році. Відкриття було офіційно завершено 6 січня 2012 року. Його архітекторами були фінська ALA Architects і норвезька SMS Arkitekter, консультантами з акустики були Brekke & Strand, Акустичне оформлення концертної зали виконано компанією Arup, а головним підрядником виступила група АФ. Будівля має загальну площу 16 000 квадратних метрів і об'єм 128 000 кубічних метрів. Будівля коштувала майже 1,7 мільярда норвезьких крон.

Висновок. Сучасні тенденції при проектуванні центрів різного призначення базуються на методах поєднання різних за функціональним призначенням зон, що створюють цікаві об'ємно-просторові композиції як усередині, так і на прилеглих територіях.

Проведений аналіз допоміг виявити найбільш актуальні прийоми та

методи формування архітектурно-планувального та об'ємно-просторового рішень при проектуванні.

Серед них можна виділити такі основні моменти, взяті за основу у цьому дипломному проекті:

- створення гармонійних суспільних просторів, як усередині, так і на території, які можна використовувати періодично для різноманітних заходів;
- забезпечення максимальної функціональної автономності;
- створення унікального архітектурно-образного рішення, здатного зацікавити молодь;
- створення на території тематичних зон для різних напрямків вуличного спорту та мистецтва з метою їх об'єднання та можливості дати нове місце для навчання та демонстрації досягнень;
- розвинена система благоустрою території;
- Унікальність об'єкта підкреслює організація прилеглих просторів.

1.2 Аналоги нейромережевого формування архітектурних форм

У цьому розділі розглянуто можливе використання деяких ідей, форм та стилів, які може запропонувати нейромережа midjourney.

Midjourney програмне забезпечення штучного інтелекту, що створює зображення за текстовими описами.

Користувачі створюють зображення, посилаючи команди роботу в месенджер Discord: вводять повідомлення /imagine і після запрошення prompt вводять словесний опис бажаного зображення; після чого користувачеві пропонується вибрати найкраще з чотирьох згенерованих програмою зображень та отримати зображення у високій графічній роздільній здатності.

Midjourney також пропонує багато інших команд для відправки боту Discord. Наприклад, команда /blend дозволяє змішати два зображення для генерації нового, /describe записує чотири варіанти підказок на основі завантаженого зображення, а /shorten пропонує зробити довгу підказку

коротшою.

Так для пошуків були використані притаманні стилі для нашого міста, архітектурні стилі монументалізму та конструктивізму та сучасного неопостхайтек, згідно чого були використані наступні вхідні дані: photo, white, building university in neo post high-tech style, monumental style, constructivist, river bank, port area, blue clouds, very detailed, cinematic

фото, білий, будівля університету в стилі неопостхай-тек, монументальний стиль, конструктивізм, берег річки, портова зона, сині хмари, дуже деталізований, кінематографічний

Неймережа формує зображення згідно пріоритету розташування слів, чим ближче до початку тим пріоритетнішим будет задана команда, нижче представлені деякі результати.

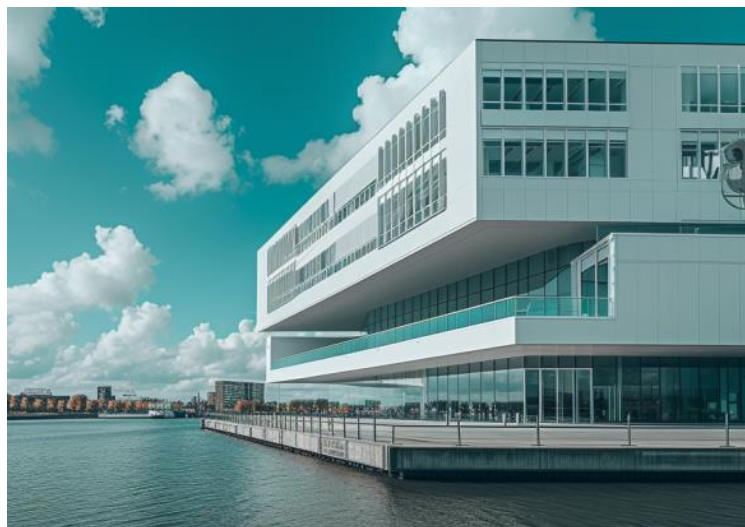


Рисунок 1.16 – Результат неймережового запиту №1



Рисунок 1.17 – Результат неймережового запиту №2



Рисунок 1.18 – Результат нейромережового запиту №3



Рисунок 1.19 – Результат нейромережового запиту №4



Рисунок 1.20 – Результат нейромережового запиту №5



Рисунок 1.21 – Результат нейромережового запиту №6



Рисунок 1.22 – Результат нейромережового запиту №7



Рисунок 1.23 – Результат нейромережового запиту №8



Рисунок 1.24 – Результат нейромережового запиту №9



Рисунок 1.25 – Результат нейромережового запиту №10



Рисунок 1.26 – Результат нейромережового запиту №11



Рисунок 1.27 – Результат нейромережового запиту №12



Рисунок 1.28 – Результат нейромережового запиту №13



Рисунок 1.29 – Результат нейромережового запиту №14

Також для пошуків деяких форм дизайну інтер'єру були використані притаманні наступні вхідні дані: photo, white high-tech lecture room, monumental style, constructivist, highly detailed, cinematic

фото, біла лекційна високих технологій, монументальний стиль, конструктивізм, висока деталізація, кінематографічний



Рисунок 1.30 – Результат нейромережового запиту №14



Рисунок 1.31 – Результат нейромрежового запиту №15



Рисунок 1.32 – Результат нейромрежового запиту №16



Рисунок 1.33 – Результат нейромрежевого запиту №17

2. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Загальна характеристика ділянки

Місце будівництва науково-освітнього центру м. Запоріжжя;

Кліматичний район – II.

Глибина промерзання ґрунту – нормативну глибину сезонного промерзання ґрунту d_{fn} , м, за відсутності даних багаторічних спостережень слід визначати на основі теплотехнічних розрахунків, її нормативне значення допускається визначати за формулою:

$$d_{fn}=d_0\sqrt{M_t}=0,62 \text{ м} \quad (1.1)$$

де d_0 – величина, що дорівнює, м, для суглинків і глин $d_0 = 0,23$;

M_t – безрозмірний коефіцієнт, що чисельно дорівнює сумі абсолютних значень середньомісячних негативних температур за зиму в даному районі, згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 він дорівнює 7,2;

Температура найбільш холодної доби – (-27 °С);

Температура найбільш холодної п'ятиденки – (-23 °С);

Навантаження від снігу по III сніговому району – 120 кг/м²;

Район по тиску вітру – IV, вітрове навантаження – 55 кг/м².

2.1.1 Загальна характеристика будинку

Будинок – освітня будівля;

Клас будинку по ступеню довговічності – I;

Клас будинку по ступеню вогнестійкості – II;

Конфігурація будинку в плані – г-образна;

Довжина будинку в осях 1-17 – 96 м;

Ширина будинку в осях А-Н – 57 м;

Висота будинку – 24,175 м;

Кількість поверхів – 4;

Висота поверху:

- перший, другий, третій поверх – 4.8 м;
- четвертий поверх – 5.8 м.

Конструктивний тип будинку монолітний залізобетонний каркас, що полягає з наступних конструктивних елементів: пілони, діафрагми твердості, монолітні стіни, монолітні плити перекриття й покриття, монолітної фундаментної плити та паль.

Просторова жорсткість будинку забезпечується за рахунок спільної роботи плит покриття й перекриття горизонтальними дисками, монолітними стінами що служать, з діафрагмами жорсткості вертикальними дисками, а також каркаса за рахунок монолітних колон та пілонів.

2.2 Об'ємно-планувальне рішення

Розглянутий проект передбачає зведення науково-освітнього центру. З першого по четвертий поверх розташовані освітньо та науково забезпечуючі аудиторії, кабінети, лабораторії, лаборантські та ін.

Згідно ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення», при вході в будинок передбачений пандус для інвалідів, що пересуваються в кріслах-колясках.

Заходи, що передбачені в проекті, дозволяють інвалідам на колясках підніматися по пандусу у тамбур і далі мати повноцінний доступ до всіх приміщень.

2.3 Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва 4-х поверхової наукової-освітньої будівлі.

Згідно з технологічними рішеннями та передбаченим режимом роботи – 12 годинний режим – кількість співробітників науково-освітньої будівлі (адміністрація, обслуговуючий персонал, лектори, викладачі, науковці) орієнтовно становить 105 осіб. Освітня площа будівлі складає 4670 м².

Згідно таблиці А.2 ДБН А.2.2-3:2018 доцільно прийняти кількість учнів/слухачів 1500 осіб.

$$N_1 \text{ покупців} = 1500 \text{ осіб.}$$

Отже загальна кількість осіб, які постійно перебувають на об'єкті, становить:

$$N_1 = 105 + 1500 = 1\ 605 \text{ осіб.}$$

За кількістю осіб, які постійно перебувають на об'єкті, торгівельно-культурна будівля відноситься до класу наслідків (відповідальності) СС3.

Торгівельно-культурна будівля загальною площею $9\ 582,3 \text{ м}^2$

За об'єктом-аналогом вартість спорудження 1 м^2 загальної площі з урахуванням вартості обладнання становить 25,000 тис. грн.

Розрахункова вартість спорудження будівлі:

$$25000 \times 9582,3 = 239\ 557,50 \text{ тис. грн.}$$

Прогнозовані збитки визначаються за формулою

$$\Phi = 0,225 \sum_{i=1}^n P_i = 0,225 \times 239\ 557,50 = 53\ 900,4375 \text{ тис. грн.} \quad (2.1)$$

Обсяг можливого економічного збитку у мінімальних заробітних платах (з 1 січня 2022 року мінімальна зарплата становила 6700 грн) складає:

$$53\ 900,4375 / 6,7 = 8\ 044,841 \text{ м.р.з.п.}$$

Відповідно до таблиці 1, житловий будинок відноситься до класу наслідків (відповідальності) СС2.

Будинок не розташований в охоронній зоні об'єктів культурної спадщини і не є об'єктом культурної спадщини.

Приймаємо, що відмова будинку не впливає на припинення роботи об'єктів транспорту, зв'язку, енергетики.

Висновок. Клас наслідків (відповідності) об'єкту будівництва встановлюється за найвищою характеристикою можливих наслідків, отриманих за результатами розрахунків.

За критеріями торгівельно-культурний будинок відноситься до класу наслідків (відповідальності) ССЗ.

2.4 Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій.

Розраховуємо та розглянемо два варіанта огорожуючої конструкції стіни.

Таблиця 2.1 - Кліматичні параметри м. Запоріжжя згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія.

№ п/п	Розрахункова зимова t зовнішнього повітря й зона вологості	Значення
1	2	3
1	Абсолютна мінімальна	-27
2	Найбільш холодної доби	-27
3	Найбільш холодної п'ятиденки	-23
4	Зона вологості	II (суха)

2.4.1 Розрахунки зовнішньої стіни будівлі (перший варіант).

Згідно ДБН В.2.6-31:2021 мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції буде складати $R_{q\min} = 3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К} \setminus \text{Вт}$

Законструюємо огорожувальну конструкцію стіни будівлі наступним чином.

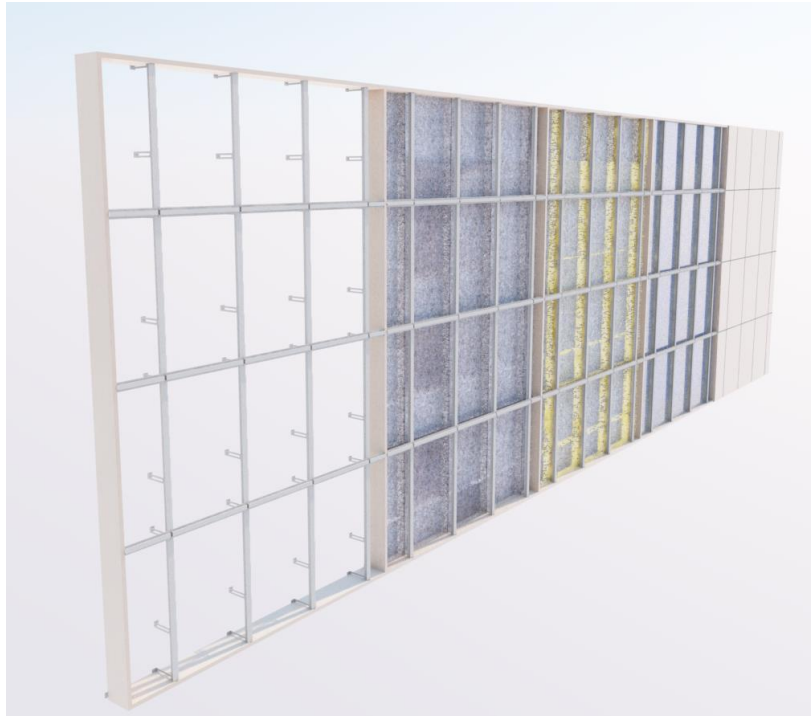


Рисунок 2.1 – 3D вигляд вентиляованої фасадної системи

Таблиця 2.2 - Конструкція стіни та розрахункові коефіцієнти.

Конструктивна схема стіни	Характеристика шарів			Розрахункове К.	
	№ шару	матеріал	t	λ_p Вт/(м * К)	S_1 Вт/(м ² * К)
	2	Кладка блоків ніздрюватого бетону $\rho=500$ кг/м ³	0,3	0,16	2,65
	3	Мінераловатні плити мм, густиною $\rho_0=100$ кг/м ³	0,15	0,0362	0,37

Зробимо розрахунок згідно формули.

$$R_{\text{зов.Ст}} = \frac{1}{\alpha_6} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_3}, \quad \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}; \quad (2.2)$$

$$\alpha_6 = 8,7, \quad \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}; \quad \text{- коеф. тепловіддачі внутрішньої поверхні};$$

$$\alpha_3 = 23, \quad \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}; \quad \text{- коеф. тепловіддачі зовнішньої поверхні};$$

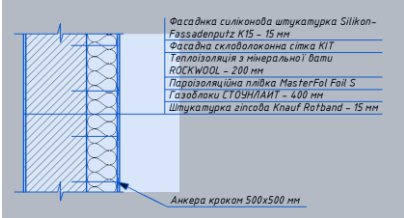
$$\text{Отже: } R^{\text{Зов.Ст}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,3}{0,16} + \frac{0,2}{0,036} + \frac{1}{23} = 6,66 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}};$$

2.4.2 Розрахунки зовнішньої стіни будівлі (другий варіант).

Згідно ДБН В.2.6-31:2021 мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції буде складати $R_{q\text{min}} = 3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$

Законструюємо огорожувальну конструкцію стіни будівлі наступним чином.

Таблиця 2.3 - Конструкція стіни та розрахункові коефіцієнти.

Конструктивна схема стіни	Характеристика шарів			Розрахункове К.	
	№ шару	матеріал	t	λ_p Вт/(м * К)	S_1 Вт/(м ² * К)
 <p>Фазадна силіконова штукатурка Silikon-Fassadenputz K15 - 15 мм Фазадна скловолокниста сітка KIT Теплоізоляція з мінеральної вати Rockwool - 200 мм Пароізоляційна плівка MasterFol Fail S Газоблоки СТОУН/АИТ - 400 мм Штукатурка гіпсова Knauf Rotband - 15 мм</p> <p>Анкера кроком 500x500 мм</p>	1	Штукатурка цементно піщана $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$	0,015	0,7	8,69
	2	Кладка ніздрюватого бетону цегли $\rho = 600 \text{ кг/м}^3$	0,3	0,16	2,65
	3	Теплоізоляційні плити з екструдованого пінополістиролу Europlex 120 мм, густиною $\rho_0 = 35 \text{ кг/м}^3$	0,2	0,046	0,37
	4	Штукатурка цементно піщана $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$	0,025	0,7	9,2

Зробимо розрахунок згідно формули ДСТУ 9191:2022.

$$R^{\text{Зов.Ст}} = \frac{1}{\alpha_6} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_3}, \quad \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}; \quad (2.3)$$

$$\alpha_6 = 8,7, \quad \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}; \quad \text{- коеф. тепловіддачі внутрішньої поверхні};$$

$$\alpha_3 = 23, \quad \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}; \quad \text{- коеф. тепловіддачі зовнішньої поверхні};$$

$$\text{Отже: } R^{\text{Зов.Ст}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,7} + \frac{0,3}{0,16} + \frac{0,2}{0,046} + \frac{0,025}{0,7} + \frac{1}{23} = 4,147 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}};$$

$$\text{Отже: } R^H < R^{\text{Зов.Ст}};$$

2.4.3 Теплотехнічний розрахунки покриття будівлі.

Згідно ДБН В.2.6-31:2021 мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції буде складати $R_{q\min} = 5,5 \text{ м}^2 * \text{К} \setminus \text{Вт}$

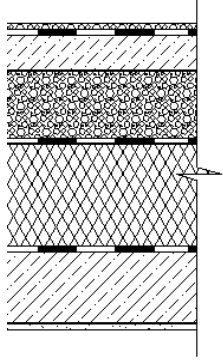
Законструюємо огорожувальну конструкцію покриття будівлі наступним чином.

<i>Баластний шар щебню (фр. 20–40 мм)</i>
<i>Захисний шар з іглопробивного геотекстилю Tiptex BS 25</i>
<i>Вирівнюючий шар бетону C12/15 – 100 мм</i>
<i>Ухилиючий шар з сипучих матеріалів до 100 мм</i>
<i>Гідроізоляція з ПВХ-мембрани Vinitex</i>
<i>Теплоізоляція з пінополістиролу ТЕХНОКІЛЬ – 200 мм</i>
<i>Залізобетонна монолітна плита – 180 мм</i>
<i>Захисний шар з іглопробивного геотекстилю Tiptex BS 16</i>
<i>Штукатурка Ceresit цементна – 10 мм</i>

Рисунок 2.2 – Конструкція покриття.

Для розрахунку теплотехнічних характеристик покриття розглянемо матеріали що представлені в Таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Конструкція покриття та розрахункові коефіцієнти.

Конструктивна схема покриття	Характеристика шарів			Розрахункові коеф.	
	№ шару	Матеріал	$\delta_i, \text{ м}$	$\lambda_p \text{ Вт}/(\text{м} * \text{К})$	$S_1 \text{ Вт}/(\text{м}^2 * \text{К})$
	1	з/б монолітна плита	0,2	1,92	17,98
	2	Теплоізоляція – пінополістирол 200 мм $\rho_0=25 \text{ кг}/\text{м}^3$	0,2	0,043	0,37
	3	Керамзитовий гравій $\rho_0=600 \text{ кг}/\text{м}^3$	0,01	0,17	2,62
	4	Вирівнюючий шар бетону з армуванням 100 мм	0,1	0,76	9,60

Визначаємо термічний опір

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_H} = \frac{1}{7,6} + \frac{0,2}{1,92} + \frac{0,2}{0,043} + \frac{0,01}{0,17} + \frac{0,01}{0,76} + \frac{1}{23} = 5,7 \text{ м}^2 * \text{К} / \text{Вт} \quad (2.4)$$

Висновок: покриття заданої конструкції задовольняє теплотехнічним вимогам.

2.5 Зовнішня та внутрішня обробка.

Для зовнішньої обробки використовується фарбування полімерним водостійкими фарбами. Фарбування роблять після затирання швів, жорсткостей і раковин зовнішньої поверхні стін. Ділянки кладки перед фарбуванням слід оштукатурити і прогрунтувати. За концепцією представленої будівлі, оздоблення підлог та каредорів передбачено гранітними матеріалами, оздоблення стін лабораторних передбачено мармуром, або гранітними матеріалами.

2.6 Санітарно-технічне та інженерне встаткування.

У будинку передбачене гаряче та холодне водопостачання. Підключення системи водопостачання здійснюється до існуючого міського господарсько-протипожежного водопроводу. Для забезпечення необхідного напору в мережі запланована насосна станція.

У якості джерела теплопостачання використовуються когенераційні установки Jenbacher. Розрахункова температура теплоносія в системі опалення прийнято 105...70 °С.

Побутові стоки приділяються на міські очисні спорудження.

Для відводу води на даху на різних поверхах будівлі влаштовуються водоприймальні лійки, з'єднані зі стояками, що проходять усередині будинку й розташовані поруч із колонами каркаса.

Електропостачання передбачене гібризоване від когенераційної установки Jenbacher та сонячних панелей RSM156-6-430M Risen 9BB, JAGER, для чого передбачено пристрій регулювання генерації Solis EPM-5G-Plus та мережевий трифазний інвертор Solis-50K-5G-DC + моніторинг. У якості джерел світла для внутрішнього висвітлення прийняті світильники з люмінесцентними лампами й лампами розжарювання.

Напруга мережі освітлення 380/220 В. Керування електроосвітленням прийняте із групових щитків, централізоване автоматичне від (коридорів, сходових кліток, входів) і індивідуальними вимикачами у входів у приміщення. Передбачене централізоване відключення освітлення всього будинку.

Для освітлення території прийняті світильники.

2.7 Організаційно-правові аспекти охорони праці

Концепція сучасного науково-освітнього центру має систему поєднання освітньої та наукової частини з можливими господарськими процесами. Такі об'єкти оснащуються великою кількістю обладнання, є технічні приміщення та оснащуються різними службами.

1. Параметри, що впливають на здоров'я людини, такі як екологія (негативні хімічні та фізичні фактори: біологічні матеріали, шум, синтетичні матеріали тощо);
2. Проведення санітарного нагляду над будівництвом та надалі над експлуатацією будівлі;
3. Внутрішнє спостереження за персоналом та відвідувачами;
4. Проводиться ознайомлення та консультування робочого персоналу з безпеки та охорони праці;
5. Проводиться страхування працівників.
6. У разі нещасних випадків передбачається соціальна, медична реабілітація працівників.

Основне завдання охорони праці полягає у забезпеченні та організації для робочого персоналу, відповідних нор безпеки, запобіганні виробничим травмам та професійним захворюванням та їх наслідкам.

Головні завдання щодо забезпечення безпеки праці: проводиться використання новітніх моделей обладнання, усунення небезпечних ділянок, розмежовувати зони основних відвідувачів.

Робота персоналу передбачає використання складного обладнання та пристроїв, за допомогою яких досягаються та підтримуються умови безпеки відвідувачів, що перебувають у будівлі. Отже, можна дійти невтішного висновку у тому, що найважливіше і необхідне умова ефективної організації діяльності установ - суворе виконання норм охорони та безпеки праці. Керівництво керує загальним перебігом цієї діяльності, організаційно-технічні питання вирішує головний інженер. У його обов'язки входить проведення первинного інструктажу нових співробітників.

Проведення інструктажу суворо фіксується у журналі реєстрації, кожні три місяці необхідне проведення повторного інструктажу із працівниками всіх категорій. Існує поняття "спеціального інструктажу", що проводиться у разі, коли працівник залучається до діяльності, яка не входить до складу його обов'язків. Він повинен проводитися до того, як працівник розпочне виконання нових для нього завдань. Незапланований інструктаж є наслідком порушення працівником правил безпеки та проводиться безпосередньо після факту порушення.

Існує журнал, до якого заносяться всі дані про інструктаж згідно з затвердженим планом. Обов'язковою є нумерація сторінок та скріплення офіційною печаткою установи; необхідна присутність підписів працівників, які проводять інструктаж, і інструктованих.

Завдання трудового законодавства нашої республіки - формування правової бази, що забезпечує баланс між учасниками трудових відносин, економічний прогрес та зростання добробуту населення, а також підвищує рівень виробництва.

Одним із ключових понять трудового розпорядку є робочий час. Воно поділяється на три типи за тривалістю: нормальне, скорочене чи неповне. Робочий час також включає:

7. Підготовчо-заклучні роботи, до яких належить постановка робочих завдань, отримання матеріалів та інструментарію, знайомство з технічною базою, документами, прибирання робочих місць тощо);

8. Перерви, які передбачає організація праці та правила нормування;

9. Присутність на робочому місці, у якому працівник не розпоряджається своїм часом (наприклад, час очікування)

10. Чергування у свята та вихідні дні, а також чергування вдома;

11. Інші періоди, передбачені трудовим договором чи законодавством.

Існуючі вимоги національних стандартів встановлюють та регулюють умови безпечної праці на робочих місцях. Цю ж мету мають і правила охорони праці. У таких організаціях обов'язково має бути організована чітко налагоджена система охорони праці.

12. Будівлі (споруди), в яких розміщуються робочі місця, за своєю будовою повинні відповідати їхньому функціональному призначенню та вимогам безпеки та охорони праці.

13. Робоче обґрунтування має відповідати нормам безпеки, встановленим для цього виду обладнання, мати відповідні знаки попередження та забезпечуються огорожами або захисними пристроями для забезпечення безпеки працівників на робочих місцях.

14. Аварійні шляхи та виходи працівників із приміщення повинні залишатися вільними та виводити на відкрите повітря або в безпечну зону.

15. Небезпечні зони мають бути чітко позначені. Якщо робочі місця знаходяться в небезпечних зонах, які з огляду на характер роботи існує ризик для працівника або предметів, що падають, то такі місця повинні оснащуватися по можливості пристроями, що перешкоджають доступу в ці зони стороннім. По території організації пішоходи та технологічні транспортні засоби повинні переміщатися у безпечних умовах.

16. Працівники повинні мати засоби індивідуального захисту для проведення роботи в небезпечних виробничих об'єктах (дільницях), у тому числі на висоті, підземних умовах, відкритих камерах, на шельфах морів та внутрішніх водоймах.

17. Протягом робочого часу температура, природне та штучне освітлення, а також вентиляція у приміщенні, де розташовуються робочі місця, повинні відповідати безпечним умовам праці.

18. Працівники допускаються працювати зі шкідливими умовами праці (запиленість, загазованість та інші чинники) після забезпечення роботодавцем умов праці.

2.8 Метеорологічні умови середовища

Метеорологічні умови виробничого середовища складаються з температури повітря, його вологості та швидкості руху, а також випромінювань від нагрітих предметів. Метеорологічні умови дуже впливають на здоров'я, самопочуття та працездатність людини.

Метеорологічні умови виробничого середовища (робочих приміщень, виробничих цехів, відкритих робочих майданчиків та інших.) залежить від фізичного стану повітряного середовища.

Параметри мікроклімату виробничих приміщень залежать від теплофізичних особливостей технологічного процесу, клімату, сезону року, умов опалення та вентиляції.

Принципове значення нормам має роздільне нормування кожного компонента мікроклімату: температури, вологості, швидкості руху повітря. У робочій зоні повинні забезпечуватися параметри мікроклімату, що відповідають оптимальним та допустимим значенням.

Боротьба з несприятливим впливом виробничого мікроклімату здійснюється з використанням технологічних, санітарно-технічних та медико-профілактичних заходів.

У профілактиці шкідливого впливу високих температур інфрачервоного випромінювання провідна роль належить технологічним заходам: заміна старих та впровадження нових технологічних процесів та обладнання, автоматизація та механізація процесів, дистанційне керування.

До групи санітарно-технічних заходів відносяться засоби локалізації тепловиділень та теплоізоляції, спрямовані на зниження інтенсивності теплового випромінювання та тепловиділень від обладнання.

Ефективними засобами зниження тепловиділень є: покриття поверхонь, що нагріваються, і парогазотрубопроводів теплоізоляційними матеріалами (скловата, азбестова мастика, азботерміт та ін.); герметизація обладнання; застосування відбивних, теплопоглинальних та тепловідвідних екранів; будову вентиляційних систем; використання індивідуальних засобів захисту. До медико-профілактичних заходів належать: організація раціонального режиму праці та відпочинку; забезпечення питного режиму; підвищення стійкості до високих температур шляхом використання фармакологічних засобів (прийом дібазолу, аскорбінової кислоти, глюкози); вдихання кисню; проходження попередніх при вступі на роботу та періодичних медичних оглядів.

Заходи щодо профілактики несприятливого впливу холоду повинні передбачати затримку тепла – попередження вихолоджування виробничих приміщень, підбір раціональних режимів праці та відпочинку, використання засобів індивідуального захисту, а також заходи щодо підвищення захисних сил організму.

Температура у виробничих приміщеннях одна із провідних чинників, визначальних метеорологічні умови виробничого середовища. Високі температури негативно впливають на здоров'я людини. Тривала дія високої температури, особливо у поєднанні з підвищеною вологістю, може призвести до значного накопичення тепла в організмі (гіпертермії) та призвести до небажаних та небезпечних для життя наслідків. Дія теплового випромінювання на організм має ряд особливостей, однією з яких є здатність інфрачервоних променів різної довжини проникати на різну глибину та поглинатися

відповідними тканинами, надаючи теплову дію, що призводить до підвищення температури шкіри, збільшення частоти пульсу, зміни обміну речовин та артеріального тиску, захворювання очей. При впливі на організм людини негативних температур спостерігається звуження судин пальців рук і ніг, шкіри обличчя, змінюється обмін речовин. Низькі температури впливають також і на внутрішні органи, і тривала дія цих температур призводить до їх стійких захворювань.

Вплив інсоляції має подвійний характер:

1. Воно благотворно та економічно вигідно, тому дуже важливо забезпечити доступ сонячного світла до міських просторів та інтер'єрів будівель у будь-яких географічних широтах.

Загальнотонізуюча дія сонячного світла пов'язана з покращенням самопочуття та настрою, підвищенням емоційності та активності при виконанні трудових процесів. Це тим, що світло знижує у крові кількість гормону мелатоніну, який, збільшуючись вночі й у похмуру погоду, викликає поганий настрій.

Вітамінізувальна дія обумовлена наявністю в сонячному випромінюванні ультрафіолетової радіації, довгохвильова частина якої сприяє утворенню вітаміну D, що регулює сольовий обмін в організмі.

2. Воно ж викликає перегрів, світловий дискомфорт, ультрафіолетову переопроміненість та перевитрату енергії на регулювання мікроклімату в будівлях, що зумовлює необхідність захисту від нього та раціонального його використання.

Опромінення людини сонячним промінням призводить до порушення терморегуляції в організмі. Так, при інсоляції теплонадходження в організм можуть перевищувати нормативні втрати в 2,5 - 5 разів. Це призводить до підвищення температури таких життєво важливих органів, як мозок, печінка та ін., що порушує їхню нормальну функцію і може мати важкі фізичні наслідки.

Сліпуча дія сонячного випромінювання пов'язана з порушенням зору в результаті освітлення предметів, що знаходяться в полі зору, прямими

променями. При інтенсивному світловому потоці (а сумарна природна освітленість відкритого горизонтального майданчика може досягати 80 - 90 клк) знижується гострота та контрастна чутливість зору, підвищується його стомлюваність.

Сонячна радіація, що проникає у приміщення, формує певний санітарно-гігієнічний режим, який може бути сприятливим чи несприятливим для людини.

Сприятливий вплив сонячного випромінювання на санітарно-гігієнічні умови в приміщеннях обумовлено головним чином наявністю УФ випромінювання, яке проявляється у вигляді бактерицидного (сануючого) та біологічного дій. Сонячне проміння знищує мікроби або уповільнює їх розвиток. Особливу роль у цьому відіграє розсіяна сонячна радіація, яка в біологічному аспекті відіграє не меншу, якщо не більшу роль, ніж пряма радіація, оскільки завдяки їй досягається освітлення тих місць, куди не надходять прямі сонячні промені. Крім того, в природних умовах сонячна радіація ніколи не буває лише прямою.

Як видно з наведених міркувань, зниження сонячних радіаційних надходжень у забудови та будинки значно погіршує експлуатаційні якості останніх та створює дискомфортні умови проживання.

Другим фактором, що значно впливає на експлуатаційні умови будівель, є природне освітлення приміщень через світлові отвори, розташовані в конструкціях, що захищають будівель.

Значення світлових прорізів у будинках велике і багатогранне.

З функціонального погляду через світлопрозорі огороження висвітлюється внутрішній обсяг приміщення, створюючи певні умови зорової роботи. Через вікна та ліхтарі також здійснюється природна вентиляція приміщень, що дуже важливо для створення сприятливого температурно-вологісного режимів внутрішнього середовища.

Слід особливо відзначити і психологічну роль світлопроромів. Саме вони є сполучною ланкою між навколишнім простором і замкнутим внутрішнім

середовищем. За наявності цієї ланки людина у будівлі відчувається спокійною та впевненою, т.к. зберігається безліч позитивних на людину природних чинників.

Світлопрозорі огороження дуже впливають на вартість будівлі, особливо значними є експлуатаційні витрати. І, нарешті, велика їхня роль в енергетичному балансі будівлі, тому що через глухі частини огорожі проходить тепла в два-чотири рази менше, ніж через засклені поверхні. Одним з найбільш поширених способів забезпечення теплового та зорового комфорту в приміщеннях є використання різноманітних сонцезахисних пристроїв, що розрізняються за місцем встановлення, орієнтації ламелів, способів управління, за матеріалами виготовлення та іншими функціональними показниками. Найбільш ефективними з теплотехнічної точки зору є зовнішні сонцезахисні пристрої, які, крім обмеження теплонадходжень від сонячної радіації, можуть бути ефективним засобом зниження тепловтрат із приміщення. Ефективність сонцезахисних пристроїв всіх типів залежить від грамотного проектування, що враховує кліматичну зону будівництва, географічні характеристики, хід сонця по небосхилу в різні періоди року, орієнтацію фасаду будівлі, інші параметри.

У дипломному проекті з метою захисту від перегріву приміщень влітку використовується спеціальне двошарове скління із сонцезахисним покриттям, усередині приміщень використовуються жалюзі різної конфігурації; у ліхтарях на покрівлі застосовується матове скло.

У глухих конструкціях, що захищають, застосовуються мінераловатні утеплювачі. Передбачено систему вентиляції та кондиціонування повітря.

2.9 Мікроклімат

Будь-який замкнутий простір має набір характеристик, об'єднаних одним поняттям - мікроклімат приміщення.

Мікроклімат приміщення - стан внутрішнього середовища приміщення, що впливає на людину, що характеризується показниками температури повітря та конструкцій, що огороджують, вологістю і рухливістю повітря.

До показників мікроклімату також слід віднести хімічний склад повітря, насиченість повітря механічними частинками (пилом), наявність джерел випромінювання, освітленість у приміщенні, рівень шуму, біологічні чи хімічні забруднення повітря та ще безліч супутніх факторів. Сукупність таких чинників називається параметрами мікроклімату.

Параметри мікроклімату поділяються на: оптимальні та допустимі.

Оптимальні параметри мікроклімату - поєднання значень показників мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину забезпечують нормальний тепловий стан організму при мінімальній нарузі механізмів терморегуляції та відчуття комфорту не менше ніж у 80 % людей, що знаходяться у приміщенні.

Допустимі параметри мікроклімату - поєднання значень показників мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину можуть викликати загальне та локальне відчуття дискомфорту, погіршення самопочуття та зниження працездатності при посиленій нарузі механізмів терморегуляції та не викликають пошкоджень або погіршення стану здоров'я.

Сприятливий мікроклімат забезпечується завдяки влаштуванню зимових садів, високих стель для гарної природної вентиляції, застосування сучасних екологічно чистих матеріалів, особлива увага приділяється теплоізоляційним матеріалам.

2.10 Вентиляція та кондиціонування повітря

Одним із показників мікроклімату є концентрація шкідливих речовин в атмосфері. Пріоритет забезпечення свіжим повітрям викликаний тим, що для громадських приміщень найбільш гострою проблемою є висока вологість і задуха і нестача кисню.

Усунення дисбалансу у складі атмосфери та забезпечення оптимального мікроклімату у громадських приміщеннях досягається встановленням систем вентиляції.

Обладнання припливно-витяжної вентиляції, пристрої для подачі та видалення повітря, повітрязбірні шахти та канали повинні бути доступні для огляду, очищення та дезінфекції.

Кондиціонування повітря - автоматична підтримка в закритих приміщеннях всіх або окремих параметрів повітря (температури, відносної вологості, чистоти, швидкості руху) на певному рівні з метою забезпечення переважно оптимальних метеорологічних умов, найбільш сприятливих для самопочуття людей, ведення технологічного процесу, забезпечення збереження цінностей культури .

Кондиціонування повітря, поділяється на три класи:

I - для забезпечення метеорологічних умов, необхідних для технологічного процесу, при відхиленнях за межами розрахункових параметрів в середньому 100 ч/г при цілодобовій роботі або 70 ч/г при однозмінній роботі в денний час;

II - для забезпечення оптимальних санітарних або технологічних норм при відхиленнях, що допускаються, в середньому 250 ч/г при цілодобовій роботі або 175 ч/г при однозмінній роботі в денний час;

III - для забезпечення метеорологічних умов, що допускаються, якщо вони не можуть бути забезпечені вентиляцією, або проміжних умов між допусканими та оптимальними нормами при економічному обґрунтуванні; допустимі відхилення в середньому 450 ч/г при цілодобовій роботі або 315 ч/г при однозмінній роботі в денний час;

Системи кондиціонування, як правило, забезпечуються засобами для очищення повітря від пилу, бактерій та запахів; підігріву, зволоження та осушення його; переміщення, розподілу та автоматичного регулювання температури повітря, його відносної вологості, а іноді й засобами регулювання газового складу та іоноутримання повітря; а також - засобами дистанційного

керування та контролю. Системи кондиціювання великих громадських будівель повинні обслуговуватись комплексними автоматизованими системами керування.

Кондиціювання повітря поділяється на: комфортне та технологічне.

У проєкті в концепцію будівлі може бути впроваджено геотермальні принципи та системи опалення та кондиціювання, використовується природна вентиляція.

2.11 Освітлення

Під висвітленням розуміє систему заходів та пристроїв, що забезпечують сприятливу роботу зору людини та виключають шкідливий чи небезпечний вплив на неї в процесі праці.

Основними якісними показниками світла є світловий потік, сила світла, освітленість, яскравість.

Висвітлення буває природним, штучним та поєднаним (змішаним).

Природне освітлення в будинках здійснюється бічними вікнами, верхніми ліхтарями або тими та іншими одночасно. Поліпшенню природного освітлення приміщень сприяє раціональна забудова міських кварталів, правильна орієнтація будівель, світле оздоблення приміщень, застосування вікон зі спареними плетіннями. Для захисту приміщення від зайвого прямого світла сонця застосовують козирки, жалюзі тощо. У ряді випадків техніко-економічного міркування виправдовують спорудження будівель без природного освітлення. Відмова від природного освітлення будівель буває викликана, наприклад, необхідністю підтримки в приміщенні постійної температури та вологості, особливої чистоти або певного світлового режиму.

$$K_e = 1,5\%$$

Природне висвітлення, будучи з фізіологічної точки зору найбільш сприятливим для людини, не може повністю забезпечити її нормальну

життєдіяльність, тому ще в доісторичні часи у людей виникла потреба у штучному висвітленні.

$$E = 200\text{лк}$$

Для штучного освітлення як джерела світла застосовують лампи розжарювання та газорозрядні джерела світла. Економічні та з великим терміном служби газорозрядні лампи з успіхом (але не повністю) витісняють лампи розжарювання, причому серед них люмінесцентні лампи забезпечують найкращу якість освітлення і можуть задовільно імітувати природне освітлення.

У даному проекті природне освітлення мають усі громадські приміщення, лабораторії, офіси компаній, готельні номери, адміністративні кабінети, кімнати персоналу, кухні, цехи, виставкові зали, коридори, за винятком санітарних вузлів та інвентарних, а також сходово-ліфтові вузли. Вузли, розташовані в центрі об'єму будівлі, мають скляні огорожі, або вихід у внутрішні дворики, які освітлюються ліхтарями природного світла на покрівлі. Великі вітражі сприяють глибокому проникненню світла у тіло будівлі. Виробничі приміщення, склади та сховища, санітарні вузли, інвентарні, завантажувальні, вентиляційні, акумуляторні та інші приміщення, що підтримують технічне забезпечення будівлі, мають лише штучне освітлення із застосуванням різних за розміром, яскравістю та потужністю ламп, залежно від вимог функції конкретного приміщення.

2.12 Шум

Під шумом розуміють небажані звуки, що виникають усередині будівлі або від зовнішніх джерел. За способом поширення його можна розділити на дві групи: повітряний та структурний. Повітряний шум поширюється повітрям. Саме його, зрештою, чує людина. Джерелами такого шуму зазвичай є радіо, телевізор, звуки вулиці тощо. буд. Джерело створює звукову хвилю (коливання частинок повітря). При зустрічі з перешкодою (наприклад, зі стіною) звукова хвиля індукує згинальні коливання стіни, які, у свою чергу, призводять до

коливання частинки повітря в сусідньому приміщенні, створюючи звукову хвилю. Для проєктованого об'єкт характерні такі види шумів:

- через щілини та отвори;
- внаслідок коливання перешкоди;
- через прилеглі конструкції.

Заходи захисту від шуму можуть бути:

- Зменшення шуму шляхах виникнення;
- зниження шуму у джерелі зіткнення;
- архітектурно-планувальні заходи;
- акустична обробка приміщення.

$$L_{\text{доп}} = 50\text{Дб}$$

Гранично-допустимий рівень (скорочено ПДУ) — законодавчо затверджена верхня межа величини певного фактора, що впливає (шум, радіоактивність, напруженість електромагнітного поля, концентрація речовин і т. д.), яка допускається при тій чи іншій людській діяльності, як не призводить до травм або іншим ушкодженням організму. Так, наприклад, гранично-допустимий рівень шуму на виробництві - це такий рівень шуму, який при щоденному впливі не викликає відхилень у здоров'я у людини, як безпосередньо, так і у наступних поколінь.

Захист від шуму в громадських та житлових будинках - один з найважливіших напрямків вирішення завдань щодо покращення охорони здоров'я та умов життєдіяльності людини.

Захист від внутрішніх шумів досягається головним чином відповідними рішеннями конструкцій та планування будівлі.

До складу шумозахисних склопакетів часто входять багатошарове скло - плівковий або ламінований триплекс. Ламінований триплекс посилює загальну звукоізоляцію. У склопакетах сучасних камери можуть бути заповнені різними речовинами. Зазвичай усередині камер склопакетів знаходиться осушене повітря. Однак існують інші варіанти їх заповнення. Дуже популярні склопакети із наповненням камер інертними газами. А для отримання

склопакетів, що шумоізолюють, їх камери заповнюють шестифтористою сіркою. Цей склад вважається найефективнішим, з ним можна отримати найкращу шумоізоляцію (рисунок 2.2).

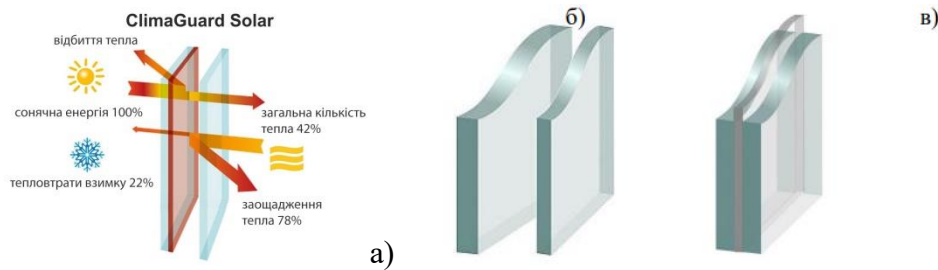


Рисунок 2.2 - Конструкція мультифункціонального склопакета
Clima Guard Solar

а) звукоізолююче скло в комплексі; б) стовщене зовнішнє скло; в)
застосування багат шарового ламінованого скла

2.13 Пожежна безпека

Методика визначення категорій приміщень та будівель з вибухопожежної та пожежної небезпеки повинна використовуватися в проектно-кошторисній та експлуатаційній документації на будівлі, приміщення та зовнішні установки.

Категорії приміщень та будівель та установ визначаються на стадії проектування будівель та споруд відповідно до цих норм та відомчих норм технологічного проектування, затверджених у встановленому порядку.

Основними показниками пожежної небезпеки, що визначають критичні умови виникнення та розвитку процесу горіння, є температура самозаймання та концентраційні межі займання.

Температура самозаймання характеризує мінімальну температуру речовини або матеріалу, при якій відбувається різке збільшення швидкості екзотермічних реакцій, що закінчуються виникненням полум'яного горіння.

Причини пожеж на виробництві: 1) порушення техніки безпеки; 2) несправність електрообладнання; 3) погана підготовка обладнання до ремонту; 4) самозаймання матеріалів; 5) іскри від електро- та газозварювання; 6) ремонт обладнання на ходу.

Для забезпечення пожежної безпеки відвідувачів передбачені такі фактори:

- оздоблення стін виробничих приміщень, у яких, через особливості їх експлуатації, може статися загоряння, матеріалами слабо горючими чи горючими, залежно від функції приміщення та довготи перебування у ньому людей;
- у місцях постійного перебування людей обробити стіни декоративними не токсичними панелі, що швидко монтуються, з гіпсоволоконних плит, фанерованих полімерною плівкою зі ступенем горючості Г1;
- запроектовано аварійні виходи;
- сходової вузли захищені товстими стінами, що захищає їх від диму та дає можливість людям швидко евакуюватися;
- продумано рух пожежної машини навколо будівлі, забезпечуючи повсюдну доступність;
- встановити необхідні засоби пожежогасіння.

2.14 Засоби пожежогасіння

У разі пожежі гасіння має бути спрямоване на усунення причин його виникнення та створення умов, за яких продовження горіння буде можливим. Гасіння пожежі може бути здійснене використанням таких методів, як сильне охолодження матеріалів, що горять, за допомогою речовин, що володіють великою теплоємністю, ізоляцією матеріалів від атмосферного повітря, зниженням кисню в повітрі, що надходить до вогнища горіння, спеціальними хімічними засобами.

Для гасіння пожежі можуть бути використані: вода, водяна пара, хімічна та повітряно-механічна піна, негорючі гази, тверді вогнегасні порошки, спеціальні хімічні речовини та склади.

2.15 Визначення необхідного повітрообміну для лекційної зали

Завдання. Визначити необхідний повітрообмін для виставкового залу, розрахованого на $n=30$ осіб; при температурі повітря в приміщенні $t_b = 18\text{C}^\circ$; швидкість повітря $V_B = 0,2$ м/с; температура зовнішнього повітря $t_n = 10\text{C}^\circ$.

Рішення. 1) Тепловиділення від однієї людини $Q_{\text{чол}}$, визначаємо за формулою: $Q_{\text{чол}} = B_n * B_{\text{од}} * (2,5 + 10,3) \sqrt{V_B} * (35 - t_b)$, Вт, де - Коефіцієнт, що враховує інтенсивність роботи приймаємо відповідним легкій роботі $B_n = 1$.

Коефіцієнт, що враховує теплозахисні властивості одягу, відповідно до температури зовнішнього повітря приймемо відповідним звичайному одязі $B_{\text{од}} = 0,65$.

Тоді: $Q_{\text{чол}} = B_n * B_{\text{од}} * (2,5 + 10,3) \sqrt{V_B} * (35 - t_b) = 1 * 0,65 * (2,5 * 10,3) \sqrt{0,2} * (35-18) = 125,1965$ Вт

2) Кількість теплових виділень від усіх людей у виставковому залі визначаю за формулою:

$$Q_{\text{ізб}} = Q_{\text{чол}} * n = 125,1965 * 60 = 7511,79 \text{ Вт}$$

3) Щільність припливного повітря визначаю за формулою:

$$\rho_{\text{пр}} = 353/t_{\text{пр}} + 273 = 353/10 + 273 = 1,247 \text{ кг/м}^3$$

4) Необхідний повітрообмін для видалення надлишкового тепла визначаю за формулою:

$$L_{\text{пр}} = 0,278 * Q_{\text{ізб}} / C_v * \rho_{\text{пр}} * (t_b - t_n) = 0,278 * 7511,79 / 1 * 1,247 * (18-10) = 209 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Такий повітрообмін у виставковому залі може забезпечити рекуперація через рекуператор, яка у приміщеннях із теплонадлишками застосовується цілий рік.

2.16 Аналіз та стан питання акумуляції теплової енергії у будівлях, архітектурно-планувальних рішень та матеріалів

Теплова енергія може акумулюватися: речовинами, які при нагріванні та охолодженні оборотно змінюють свій агрегатний стан, структуру або хімічний склад (тобто акумулювання енергії відбувається за рахунок зміни фазового стану); за рахунок хімічних реакцій; за рахунок зміни температури речовини.

У разі розміщення матеріалу що забезпечує адаптацію та перехід речовини з однієї термодинамічної фази до іншої при зміні зовнішніх умов при проектуванні будівель на засадах адаптації до змін клімату в огорожувальних конструкціях будівель, слід очікувати підвищення теплової інерційності цих конструкцій, згладжування коливань, зменшення та/ або зсув пікових значень температури внутрішнього повітря.

Великий вплив на енергоспоживання мають архітектурно-планувальні рішення та параметри теплозахисту, які визначають теплове навантаження на системи опалення, вентиляції та кондиціювання. Крім теплозахисту будівлі, підвищити енергетичну ефективність забезпечення мікроклімату може економічна оптимізація конструктивних елементів будівлі. Теплонадходження від сонячної радіації залежать від ступеня скління фасадів, наявності сонцезахисних пристроїв, а також співвідношення сторін будівлі та орієнтації фасадів будівлі. До зростання витрати теплоти на опалення-охолодження будівлі призводить до збільшення ступеня скління.

На енергоспоживання впливає форма будівель. Для будівель, що мають витягнуту форму, можна вибрати таку орієнтацію, за якої витрата теплоти на опалення буде найменшою.

Від співвідношення висоти будівлі та сторін будівлі залежить площа S зовнішніх огорож i , отже, величина тепловтрат.

Ефективним засобом зниження теплових навантажень на системи кліматизації є суміщення функцій огорож та систем. Це, наприклад,

вентильовані вікна, в яких у холодну пору утилізується тепло витяжного повітря, а в теплий час видаляється поглинене у вікні тепло від сонячної радіації.

Істотно знизити теплове навантаження на системи вентиляції та кондиціювання у теплий період року може нічне провітрювання, при якому повітрообмін може бути знижений майже у 2 рази. Додатково повітрообмін може бути зменшений під час використання для нічного провітрювання каналів міжповерхових перекриттів

Одним з найбільш використовуваних засобів підвищення енергоефективності є утилізація теплоти викидного повітря. У теплообміннику теплота повітря, що видаляється витяжними системами, передається припливному повітрі, що знижує теплоспоживання повітрянагрівачів систем вентиляції та кондиціювання.

Для того, щоб підвищити потенціал вторинних відновлюваних джерел енергії необхідно використовувати теплові насоси, які являють собою обернену холодильну машину, за допомогою якої можна витягти тепло з відносно низької температури, тобто. низькопотенційне тепло.

Одним із невичерпних джерел тепла є сонячна енергія, яка використовується у геліоустановках.

Зменшити енергоспоживання системами забезпечення мікроклімату можуть енергоефективні режими роботи. Це періодична робота систем опалення, коли в період, коли приміщення не експлуатується, у ньому підтримується нижча температура, періодичне вентильовання.

Таким чином ясно, що в цілому знизити енергоспоживання системами забезпечення мікроклімату можна, об'єднавши в комплексі всі пристрої та технології зниження енергоспоживання до рівня, при якому зберігаються необхідні параметри мікроклімату в приміщенні. Це можливо за наявності системи автоматизованого керування.

Також були вивчені роботи (дослідження), проведені каліфорнійськими вченими. Каліфорнійські вчені проаналізували результати дослідження, які

були профінансовані в рамках Громадської програми енергетичних досліджень Каліфорнійської енергетичної комісії (США) та охопили 215 модулів ОВіК у 75 різних будинках.

Аналіз досліджень показав, що проблема, яка була згадана в роботі, а саме перевитрата енергії, виникає через слабку системну інтеграцію при проектуванні. Запропонована стратегія інтегрованого проектування ґрунтується також на тому факті, що системи опалення, вентиляції та кондиціонування не можуть функціонувати незалежно одна від одної, а є частиною комплексу, що взаємодіє, тобто будівлі, інженерного обладнання будівлі, а також внутрішніх санітарно-технічних систем.

Стратегія зменшення теплового навантаження за рахунок використання економічного освітлення, посиленої теплової ізоляції, високоякісного скління дахів з поверхнею, що відбиває, і т.п. є основними елементами стратегії.

Заходи, які здійснюються ще на стадії розробки проекту, окупаються за рахунок того, що зменшується необхідна потужність і водночас зменшується вартість обладнання оплення вентиляції та кондиціонування (ОВіК), а також відповідних розподільчих систем.

Порівняння того ефекту, що досягається від запровадження енергозберігаючих заходів і виходячи з отриманих даних було зроблено для трьох каліфорнійських міст. Діаграма зниження потужності систем ОВіК представлена на рисунку 2.4.

Результати показали, що теплоізоляція даху дає найбільший ефект серед енергозберігаючих заходів (близько 25%). Хоча при цьому загальну потужність систем ОВіК вдалося знизити лише на 35...45 % залежно від географічного розташування об'єкта.

Також було розглянуто дослідження німецьких спеціалістів. Зокрема на прикладі Німеччини розглянута можливість різкого зниження енергії будівлі, яка потрібна для опалення, яке досягається за рахунок покращення теплоізоляції будівлі, а також використання енергоефективних опалювальних систем

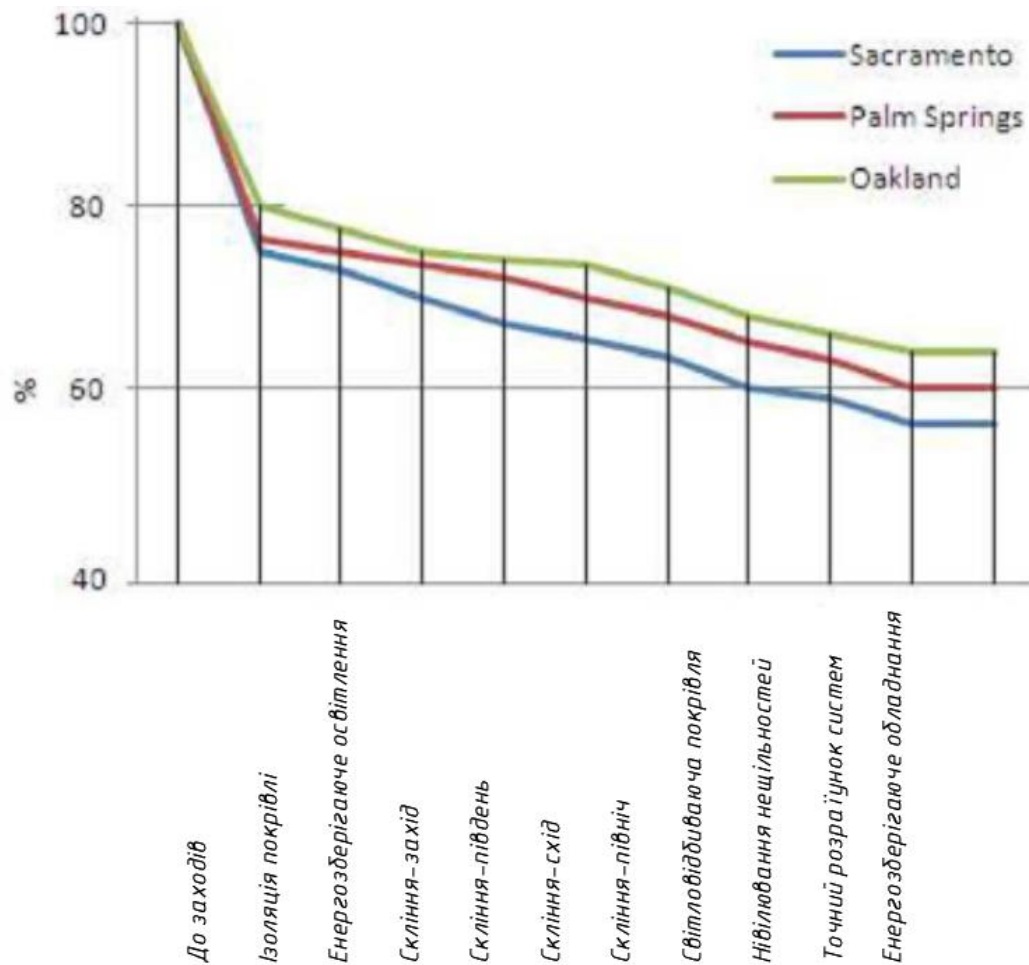


Рисунок 2.4 - Зниження потужності систем ОВіК внаслідок впровадження енергозберігаючих заходів

Виходячи з цього можна сказати, що шлях переходу від будівель старої споруди, з питомою витратою енергії на опалення $300-400 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$, до будівель з низьким енергоспоживанням, що використовується на опалення від 40 до $80 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$, чітко позначений, тобто для того, щоб знизити енергоспоживання всієї будівлі або будівель, достатньо врахувати такі елементи, які поставлені в порядку їх значущості:

- 1) теплоізоляція будівель із високою ефективністю;
- 2) сучасні системи опалення з регулюванням, які відповідають найвищому рівню теплоізоляції з високим ККД;

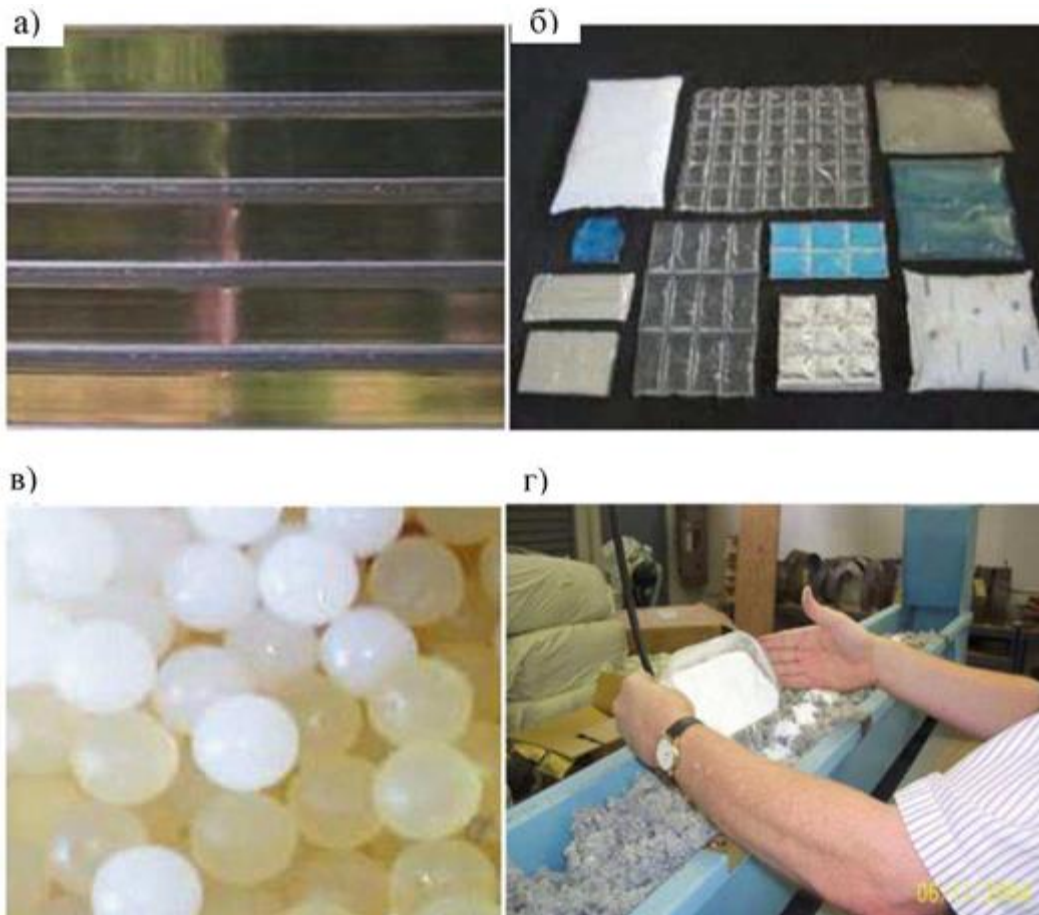
- 3) великі скляні поверхні (вікна), які призначені для пасивного використання сонячної енергії, та які встановлюються з південного боку будівлі;
- 4) рекуперація тепла у системах вентиляції;
- 5) осмислене ставлення мешканців до будівель, у яких низьке енергоспоживання.

Спроба вирішити окремі завдання окремо один від одного, як правило, не дають належного ефекту. Так, наприклад, на термовологий режим будівлі істотно впливає підвищення термічного опору конструкцій будівель, що огорожують, і вимагає зміни системи опалення та вентиляції. І якщо не підвищувати термічний опір віконних блоків, стає неможливим підвищення теплового опору стінових огорож і це не призводить до необхідних результатів та інше. Дослідження, які були проведені у нас та в ряді зарубіжних розвинених країн, дозволяють стверджувати, що ефективна політика енергозбереження у будівництві можлива лише у разі комплексного підходу: а це досягається при розгляді житлової будівлі як системи, яка забезпечує у приміщеннях необхідний комфорт та якісний мікроклімат для проживання людини. Причому такий підхід необхідно реалізувати як і для житла, що знову будується, так і для існуючого, а це можливо зробити тільки при кардинальній зміні системи проектування, яка заснована на інтеграції всіх інженерних систем будівлі і конструктивних елементів.

Зазвичай адаптація та перехід речовини з однієї термодинамічної фази до іншої при зміні зовнішніх умов при проектуванні будівель на засадах адаптації до змін клімату за походженням поділяють на органічні (для будівельних конструкцій найчастіше використовують парафіни, жирні кислоти), неорганічні (гідрати солей), окремо виділяють суміші та евтектики (евтектичні суміші жирних кислот та гідратів солей), які можуть як повністю складатися з органічних або не органічних сполук, так і містити органіку та неорганіку одночасно. На відміну від неевтектичних матеріалів, евтектики являють собою однорідну композицію з двох і більше компонентів, які здійснюють фазовий

перехід конгруентно : склад рідини збігається зі складом твердої фази. Крім перерахованих класів, у температурному діапазоні фазових переходів від 0°C до, приблизно, 30°C знаходяться клатрати , від 90°C до 200°C цукрові спирти. При необхідних температурах фазового переходу нижче 0°C часто застосовують евтектичні водно-сольові розчини, а вище 150°C можливе застосування різних солей та їх сумішей

Оскільки в рідкому стані матеріали з фазовим переходом текучі, утримання адаптації та перехід речовини з однієї термодинамічної фази до іншої при зміні зовнішніх умов при проектуванні будівель на засадах адаптації до змін клімату в будівельних матеріалах або конструкціях досягають за допомогою упаковки (інкапсуляцією, мікро і макроінкапсуляцією , див. рисунок 2.4.1) або отриманням стабілізованої форми (shape-stabilized PCM, SS PCM). Мікрокапсуляція дозволяє отримати матеріал з фазовим переходом, укладений у капсулах з розмірами від менше 1 мкм до приблизно 300 мкм (рисунок 2.5). Можливі як наближені до правильної форми капсул, так і неправильні. Через невеликі розміри, матеріал з фазовим переходом може бути отриманий у вигляді порошку або диспергований в рідину, зазвичай воду (суспензія). У вигляді гранул ці речовини поміщаються у пластикові, скляні, металеві масивні контейнери, пакети з фольги або безпосередньо у будівельні суміші в процесі їх виготовлення . Недоліком є -тенденція до затвердіння/танення по краях, що призводить до більш повільного поглинання та вивільнення енергії. Видом речовин визначається вибір матеріалу для пакування: гідрати солей можуть викликати корозію, а парафіни розм'якшують пластику.



а) прозорі віконні модульні контейнери з розплавленим неорганічним РСМ - Dorken GmbH & Co , Німеччина б) пакети з алюмінієвої та пластикової фольги, що містять РСМ - Products Ltd, Великобританія в) мікро капсулювання РСМ у вигляді сфер - Products Ltd, Великобританія г) додавання мікрокапсульованого РСМ в целюлозу -експериментальна продукція

Рисунок 2.4.1 - Види упаковок для речовин що можуть переходити з однієї термодинамічної фази до іншої при зміні зовнішніх умов

A. Jamekhorshid , S. Sadrameli і M. Farid порівняли 12 способів мікроінкапсуляції, заснованих на фізичних, фізико-хімічних і хімічних методах створення стінки мікрокапсули. Вибір цих способів залежить від необхідних термічних та механічних властивостей, розміру та будови капсули, товщини оболонки, матеріалу ядра та оболонки. Матеріалом ядра зазвичай є парафіни, через добре опрацьований і відносно простий процес їх мікроінкапсуляції.

J. Kosny , AM Farid та ін. розглянули включення мікрокапсул і різні види волоконної ізоляції. Мікрокапсуляція забезпечує підвищену теплопередачу з будівельним матеріалом за рахунок збільшеної порівняно з більшорозмірними упаковками поверхні теплообміну, і дещо знижує міцність цього матеріалу. Найчастіше мікрокапсуляція речовин що можуть переходити з однієї термодинамічної фази до іншої при зміні зовнішніх умов вимагає складних процедур підготовки, що ускладнює її масове виробництво.

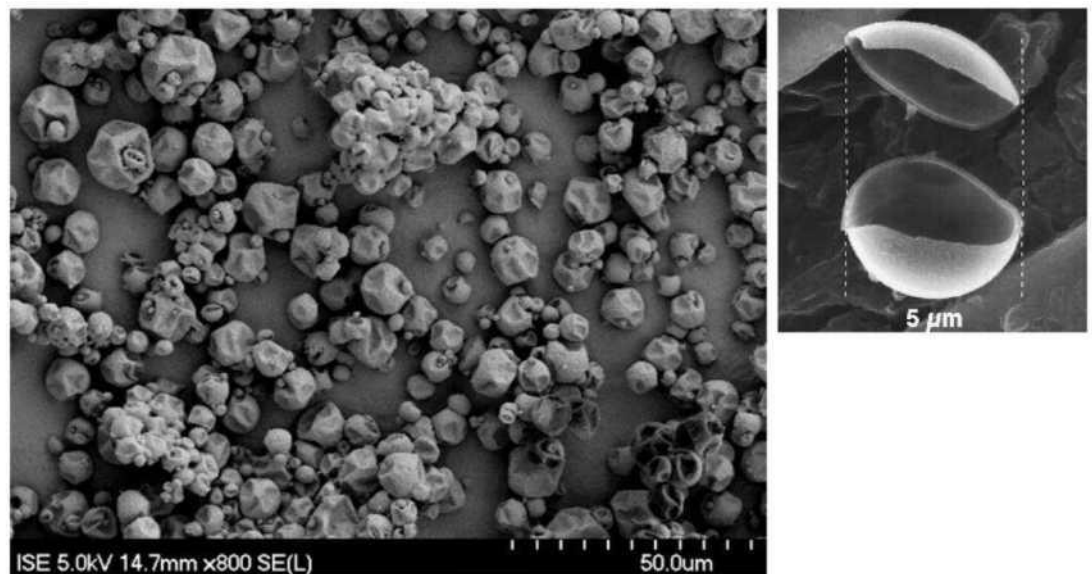


Рисунок 2.5 - Зображення з електронного мікроскопа багатьох капсул (ліворуч) та відкритої мікрокапсули (праворуч) [6].

Для отримання матеріалів стійкої форми використовуються такі прийоми: просочування механічно стабільних пористих матеріалів; отримання композиту з речовин що можуть переходити з однієї термодинамічної фази до іншої при зміні зовнішніх умов та матеріалу, який буде служити підтримуючою структурою; комбінування обох способів - заповнення пір стабільного матеріалу матеріалом з фазовим переходом та структурою, яка підтримує його в порах.

Автори [7-9] вказують , що спосіб занурення, при якому речовини що можуть переходити з однієї термодинамічної фази до іншої при зміні зовнішніх умов в рідкому стані поглинається за допомогою капілярного підйому в пори

таких будівельних матеріалів, як гіпс, цегла або бетон, має технологічні складності.

У таблиці 2.4 представлені характеристики вироблених матеріалів з речовин що можуть переходити з однієї термодинамічної фази до іншої при зміні зовнішніх умов (фазовим переходом), що змінюється.

Таблиця 2.4 - Вироблені матеріали з фазовим станом, що змінюється.

№ п/п	Найменування матеріалу, його марка	Температура - плавлення / кристалізації, °С	Тепло - провідність в рідині - /твердої фази, Вт/(м ² К)	Прихована теплота, кДж/кг	№ п/п	Найменування матеріалу, його марка	Температура - плавлення / кристалізації, °С	Тепло - провідність в рідині/твердої фази, Вт/(м ² К)	Прихована теплота, кДж/кг
1. Climator [10]									
1	ClimSel C-21	-21/-24	0.33/1.45	285	7	ClimSel C28	31/27	0.72/0.98	170
2	ClimSel C-18	-18/-23	0.56/2.17	288	8	ClimSel C32	32/29	1.08/0.76	160
3	ClimSel C7	8/4	0.59/0.78	123	9	ClimSel C48	53/48	0.53/0.76	180
4	ClimSel C10	6/11	0.70/0.83	116	11	ClimSel C58	58/55	0.47/0.57	260
5	ClimSel C21	26/21	0.75/0.93	134	12	ClimSel C70	77/70	0.81	144
6	ClimSel C24	27/24	0.93/0.74	140					
2. Croda International Plc [11]									
13	Croda Therm™-22	-23/-24	0.19/0.16	120	21	Croda Therm™ 24W	23.8/22.2	0.16/0.22	184/-182
14	Croda Therm™ 5	5.1/2.7	0.15/0.23	191/-190	22	Croda Therm™ E29D	28.8/23.5	н.д.	183/-179
15	Croda Therm™ 6.5	6.8/2.5	0.15/0.24	184/-182	23	Croda Therm™ E29P	28.8/23.5	н.д.	183/-179
16	Croda Therm™ 9.5	9	0.15/0.24	135	24	Croda Therm™ 29	29/26	0.15/0.22	207/-205
17	Croda Therm™ 15	15/9.5	0.10/0.29	177/-176	25	Croda Therm™ 32	32/29.5	0.16/0.22	190
18	Croda Therm™ 19	19.3/17.9	0.16/0.23	175/-176	26	Croda Therm™ 37	36/8/35	0.17/0.24	204/-202
19	Croda Therm™ 21	21/19	0.15/0.18	190	27	Croda Therm™ 53	53/51	0.16/0.28	226/-225

20	Croda Therm™ 24	24.1/20.1	0.16/0.29	183	28	Croda Therm™ 60	59/8/58/4	0.17/0.29	217/-212
3. Insolcorp [12]									
29	18 C ⁰ Infinite R	18	0.54/1.09	200	32	25 C ⁰ Infinite R	25	0.54/1.09	200
30	21 C ⁰ Infinite R	21	0.54/1.09	200	33	29 C ⁰ Infinite R	29	0.54/1.09	200
31	23 C ⁰ Infinite R	23	0.54/1.09	200					
4. Microtek laboratories, inc [13]									
34	fibratek 28S	28	Н.Д.	160	50	nextek 18D	50	Н.Д.	190
35	fibratek 24S	24		97	51	nextek 24D	51		170
36	fibratek 28D	28		160	52	nextek 28D	52		180-190
37	fibratek 24D	24		160	53	nextek 32D	53		170
38	Micronal 28S	28		160	54	nextek 37D	54		190
39	Micronal 24S	24		105	55	PCM-30	55		150-160
40	Micronal 28D	28		160	56	PCM-10	56		175-185
41	Micronal 24D	24		97	57	PCM6	57		180-190
42	nextek 6	6		170	58	PCM18	58		205-215
43	nextek 18	18		190	59	PCM24	59		165-175
44	nextek 24	24		170	60	PCM28	60		195-205
45	nextek 28	28		180-190	61	PCM32	61		180-190
46	nextek 29	31		170	62	PCM37	62		210-220
47	nextek 32	32		170	63	PCM43	63		235-245
48	nextek 37	37		190	64	PCM58	64		160-180
49	nextek 6D	6	170	65	vivtek 29	65	170		
5. PCM Products, Ltd [14]									
66	A2	2	0.21	230	117	E-21	-21	0.51	285
67	A3	3	0.21	230	118	E-22	-22	0.57	305
68	A4	4	0.21	235	119	E-26	-26	0.58	265
69	A5	5	0.22	170	120	E-29	-29	0.64	250
70	A6	6	0.21	185	121	E-32	-32	0.56	225

71	A6.5	6,5	0.22	190	122	E-34	-34	0.54	200
72	A7	7	0.22	190	123	E-37	-37	0.54	225
73	A8	8	0.21	180	124	E-50	-50	0.56	175
74	A9	9	0.21	190	125	E-65	-65	0.56	240
75	A10	10	0.22	210	126	H105	104	0.500	125
76	A12	12	0.22	215	127	H115	114	0.503	100
77	A13	13	0.22	225	128	H120	120	0.506	120
78	A14	14	0.22	200	129	H160	162	0.509	105
79	A15	15	0.18	205	130	H190	191	0.512	170
80	A16	16	0.18	225	131	S8	8	0.44	130
81	A17	17	0.18	235	132	S10	10	0.43	170
82	A18	18	0.22	155	133	S13	13	0.43	150
83	A19	19	0.22	150	134	S15	15	0.43	180
84	A20	20	0.22	160	135	S17	17	0.43	155
85	A21	21	0.22	160	136	S18	18	0.43	145
86	A22	22	0.18	160	137	S19	19	0.43	175
87	A23	23	0.18	155	138	S20	20	0.54	195
88	A24	24	0.18	155	139	S21	21	0.54	220
89	A25	25	0.18	150	140	S22	22	0.54	215
90	A26	26	0.21	230	141	S23	23	0.54	200
91	A27	27	0.22	250	142	S24	24	0.54	180
92	A28	28	0.21	265	143	S25	25	0.54	175
93	A29	29	0.18	225	144	S27	27	0.54	185
94	A32	32	0.21	120	145	S32	32	0.51	220
95	A32H	32	0.22	240	146	S34	34	0.52	140
96	A36	36	0.18	130	147	S44	44	0.43	100
97	A36H	36	0.22	300	148	S50	50	0.43	125
98	A39	39	0.22	135	149	S58	58	0.69	145
99	A42	42	0.21	140	150	S70	70	0.57	100
100	A43	43	0.18	280	151	S72	72	0.58	155
101	A46	46	0.22	155	152	S83	83	0.62	100
102	A48	48	0.18	230	153	S89	89	0.67	145

103	A50	50	0.18	190	154	S117	117	0.70	125
104	A52	52	0.18	220	155	X25	25	0.36	110
105	A53	53	0.22	155	156	X30	30	0.36	115
106	A58	58	0.22	215	157	X40	40	0.36	150
107	A58H	58	0.18	240	158	X55	55	0.36	115
108	A62	62	0.22	205	159	X70	70	0.36	160
109	A70	70	0.23	225	160	X80	80	0.36	160
110	E0	0	0.58	395	161	X90	90	0.36	170
111	E-2	-2	0.58	325	162	X95	95	0.36	140
112	E-3	-4	0.6	330	163	X120	120	0.36	185
113	E-6	-6	0.56	300	164	X130	130	0.36	315
114	E-11	-12	0.57	310	165	X165	165	0.36	225
115	E-15	-15	0.53	320	166	X180	180	0.36	275
116	E-19	-19	0.58	300					
6. Phase Change [15]									
167	BioPCM Q4	4	0.15-2.5	210-250	173	BioPCM Q18	18	0.15-2.5	210-250
168	BioPCM Q5	5	0.15-2.5	210-250	174	BioPCM Q20	20	0.15-2.5	210-250
169	BioPCM Q6	6	0.15-2.5	210-250	175	BioPCM Q23	23	0.15-2.5	210-250
170	BioPCM Q8	8	0.15-2.5	210-250	176	BioPCM Q25	25	0.15-2.5	210-250
171	BioPCM Q12	12	0.15-2.5	210-250	177	BioPCM Q27	27	0.15-2.5	210-250
172	BioPCM Q15	15	0.15-2.5	210-250	178	BioPCM Q29	29	0.15-2.5	210-250
7. Pluss © [16]									
179	HS 33N	-30/-31	н.д.	224	194	HS 24	26/25	0.55/1.05	199
180	HS 26N	-24/-26	н.д.	272	195	HS 29	29	0.382/0.478	190
181	HS 23N	-21/-23	0.702/4.976	262	196	OM 29	29/26	0.172/0.293	194
182	HS 18N	-18	0.44/н.д.	242	197	FS 29	29/28	н.д./0.45	158
183	HS 15N	-15/-16	0.53/5.26	308	198	OM 30	32/30	0.146/0.224	230
184	HS 10N	-10	0.602/4.25	290	199	FS 30	31/30	0.340/0.496	172

185	HS 7N	-6	0.55/1.76	296	200	OM 32	33/30	0.145/0.219	187
186	HS 3N	-2/-3	0.35/2.2	346	201	HS 34	35/34	0.47/0.5	150
187	HS 01	1	0.55/2.2	270	202	OM 35	35/34	0.16/0.20	202
188	OM 03	4/3	0.146/0.224	140	203	OM 37	37/36	0.13/0.16	231
189	OM 05P	6.1/5	0.37/3.83	242	204	OM 42	44/43	0.1/0.19	221
190	FS 03	4/1	0.16/0.22	161	205	FS 42	42/41	2.91/3.01	181
191	OM 18	19	0.175/0.182	212	206	OM 46	48/45	0.10/0.20	196
192	OM 21	22/19	0.14/0.21	174	207	OM 48	51/48	0.10/0.20	172
193	HS 22	23/22	0.56/2.27	167.6					
8. PureTemp LLC [17]									
208	PureTemp -37	-37	0.15/0.25	145	220	PureTemp 28	28	0.15/0.25	190
209	PureTemp -21	-21	0.55/2.39	239	221	PureTemp 29	29	0.15/0.25	202
210	PureTemp -15	-15	0.55/2.34	301	222	PureTemp 37	37	0.15/0.25	210
211	PureTemp -2	-2	0.60/2.21	277	223	PureTemp 44	44	0.15/0.25	180
212	PureTemp 4	5	0.15/0.25	187	224	PureTemp 48	48	0.15/0.25	230
213	PureTemp 8	8	0.14/0.22	178	225	PureTemp 53	53	0.15/0.25	225
214	PureTemp 15	15	0.15/0.25	182	226	PureTemp 58	58	0.15/0.25	225
215	PureTemp 18	18	0.15/0.25	192	227	PureTemp 60	61	0.15/0.25	220
216	PureTemp 20	20	0.14/0.23	171	228	PureTemp 63	63	0.15/0.25	206
217	PureTemp 23	23	0.15/0.25	227	229	PureTemp 68	68	0.15/0.25	213
218	PureTemp 25	25	0.15/0.25	187	230	PureTemp 108	108	0.15/0.25	180
219	PureTemp 27	27	0.15/0.25	202	231	PureTemp 151	151	0.15/0.25	217
9. RGEES, LLC [18]									
232	PCM-HS26N	-24/-26	Н.Д.	210	236	PCM-OM18P	19.3/18.8	Н.Д.	233
233	PCM-HS10N	-10	0.605/4.25	230	237	PCM-HS22P	23/22	0.56/1.13	185
234	PCM-OM05P	6.6Z5.4	Н.Д.	216	238	PCM-OM37P	37/38	0.13/0.16	218

235	PCM-OM06P	6.4/3.9	Н.Д.	252	239	PCM-OM65P	66 68/65	0.33/0.19	183
10. Rubitechnologies GmbH [19]									
240	GR 42	42	0.2	55	275	RT 47	47	0.2	165
241	GR 82	82	0.2	55	276	RT 50	50		160
242	PX 15	15	0.2	85	277	RT 54 HC	54		200
243	PX 25	25	0.1	95	278	RT 55	55		170
244	PX 52	52	0.2	100	279	RT 60	60		160
245	PX 82	82	0.1	105	280	RT 62 HC	62		230
246	RT - 9 HC	-9	0.2	250	281	RT 64 HC	64		250
247	RT - 4	-4		180	282	RT 65	65		150
248	RT 0	0		175	283	RT 69 HC	69		230
249	RT 2 HC	2		200	284	RT 70 HC	70		260
250	RT 3 HC	3		190	285	RT 82	82	170	
251	RT 4	4		175	286	RT 80 HC	78	0.14	220
252	RT 5	5		180	287	RT 90 HC	90	Н.Д.	170
253	RT 5 HC	5		250	288	RT100	~100	0.2	120
254	RT 8	8		175	289	RT100HC	100		180
255	RT 8 HC	8		190	290	SP-30	-29 -- 28	0.6	250
256	RT 9	9		175	291	SP-28	-28 -- 29		260
257	RT 10	10		160	292	SP-24	-22 -- 23		250
258	RT 10 HC	10		200	293	SP-21	-21 -- 19		285
259	RT 11 HC	11		200	294	SP-17	-17 -- 18		300
260	RT 12	12		155	295	SP-11 UK	-12 -- 10		330
261	RT 15	15	155	296	SP-11	-11 -- 12	240		

262	RT 18 HC	18		260	297	SP-7 2	-7 - -5		290
263	RT 21	21		155	298	SP 5	4 - 6		170
264	RT 21 HC	21		190	299	SP 15	15 - 17		180
265	RT 22 HC	22		190	300	SP 21 EK	21 - 23		170
266	RT 24	24		160	301	SP 24 E	24 - 25		180
267	RT 25 HC	25		210	302	SP 25 E2	24 - 26		180
268	RT 26	26		180	303	SP 26 E	25 - 27		180
269	RT 28 HC	28		250	304	SP 29 Eu	29 - 31		200
270	RT 31	31		165	305	SP 31	31 - 33	Н.Д.	210
271	RT 35	35		160	306	SP 50*	50 - 51	0.6	220
272	RT 42	42		165	307	SP 58*	56 - 59		250
273	RT 35 HC	35		240	308	SP 70	67 - 73		150
274	RT 44 HC	44		250	309	SP 90*	88 - 90		150
11. Teappcm [20]									
310	Latest TM 18T	18/17	1	175	315	Latest TM 32S	32	0.6	220
311	Latest TM 20T	20/19		175	316	Latest TM 34S	34		230
312	Latest TM 22T	22/21		175	317	Latest TM 36S	36		200
313	Latest TM 25T	25/24		175	318	Latest TM 48S	48		230
314	Latest TM 29T	29/28		175					

2.17 Енергозберігаюче обладнання інженерних систем мікроклімату будівель

Рекуперацією тепла (зворотне отримання тепла) називається процес теплообміну, під час якого тепло забирається від повітря, що видаляється, і передається свіжому вхідному повітрю. Рекуперація можлива із застосуванням припливно-витяжних установок та центральних кондиціонерів із наявністю в них рекупераційного теплообмінника. Процес відбувається так, що в результаті повітря, що викидається, і свіже повітря відокремлені один від одного, так щоб не відбувалося їх змішування. У охолоджених приміщеннях використовуються рекупераційні теплообмінники зі зворотним способом, тобто рекуперації холоду. За рахунок рекуперації тепла можна досягти чималої економії енергії, яка йде на обігрів або на охолодження повітря, що входить до будівлі, наприклад, при використанні рекуперації для обігріву будинку площею 200 м^2 . у найхолодніший період достатньо 4,5 кВт тепла.

Нижче наведено вимоги щодо енергоспоживання систем вентиляції для європейських країн.

На енергоспоживання суттєво впливають деякі конструктивні особливості вентиляційних систем: герметичність та теплоізоляція повітроводів, наявність рекуперації теплової енергії, тощо. . Ефективність рекуперації теплової енергії у більшості країн ґрунтується на температурі та становить від 65-75 % (у Словенії) до 90 % (у Нідерландах). Так у Фінляндії вимоги ґрунтуються на спільній річній рекуперації тепла з вентиляційного повітря всієї будівлі (необхідно забирати мінімум 45 % теплової енергії). Потужність системи вентиляції також регулюється за питомою потужністю вентиляторів, яка включає конструкцію повітроводів (падіння тиску) та ефективність вентилятора кВт на $\text{м}^3 / \text{с}$ витрати повітря. Для електродвигунів вентиляторів також встановлюються вимоги. У багатьох країнах, наприклад, встановлюється вимоги до повітроводів у частині герметичності та теплоізоляції.

Припливне і повітря, що видаляється, проходять з обох боків ряду пластин

(рисунок 6.3). Таким чином практично виключається контакт припливного повітря, що видаляється. Пластинчасті рекуператори оснащуються відводами конденсату, тому що є можливість того, що він може утворюватися на пластинах. Випадання конденсату призводить до утворення льоду, тому слід, що є необхідність в системі розморожування. Рекуперація тепла може також регулюватися за допомогою перепускного клапана, який контролює витрату повітря, що проходить через рекуператор повітря. Пластинчастий рекуператор не має рухомих частин.

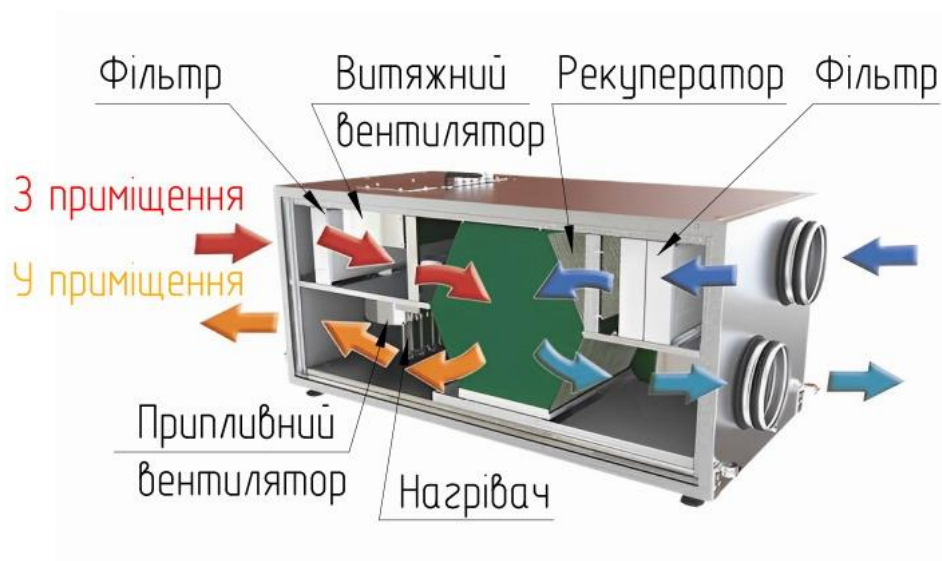


Рисунок 2.6 – Принцип роботи пластинчастого рекуператора

У роторних рекуператорах відбувається обмін (повний) температури двох потоків повітря (рисунок 2.7). Теплообмін відбувається за рахунок того, що ротор безперервно обертається між каналом, що видаляється і припливним. Роторні рекуператори мають істотний недолік, а саме є ймовірність, що запахи та забруднювачі, що виділяються людьми, будівельними матеріалами, меблями, можуть переміщатися

повітря, що видаляється, в припливний. Цей недолік можна вирішити за рахунок правильного розташування вентиляторів. Швидкість обертання ротора регулює рівень рекуперації тепла. У таких рекуператорах є рухомих частин.

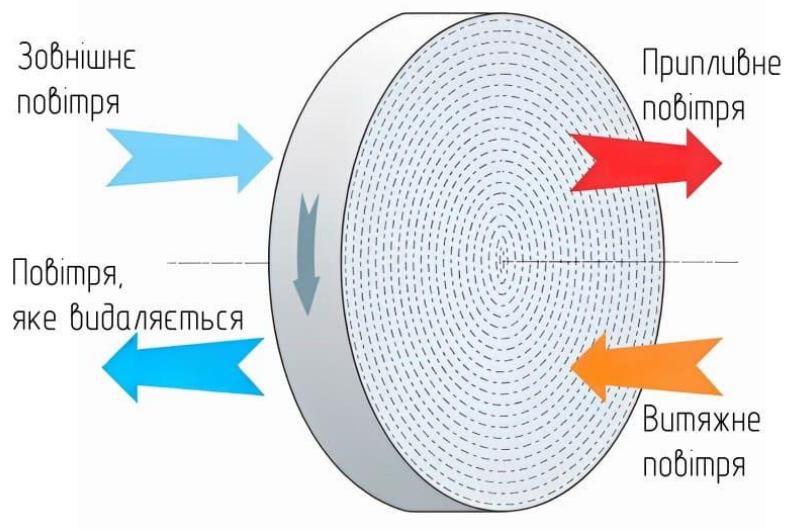


Рисунок 2.7 – Принцип роботи роторного рекуператора

Камерний рекуператор представлений малюнку, у якому видно, що заслінка розділяє камеру на частини. Одна частина камери нагрівається повітрям, що видаляється, далі заслінка змінює напрям повітряного потоку таким чином, що припливне повітря вже нагрівається від нагрітих стінок камери. Також у камерних рекуператорів існує недолік, який полягає в тому, що забруднення та запахи, що містяться у повітрі, що видаляється, можуть передаватися в припливний.

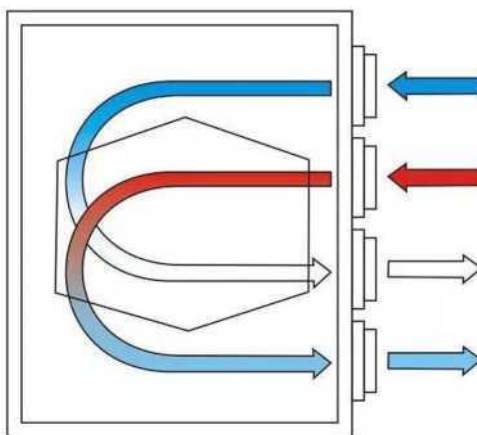


Рисунок 2.8 – Принцип роботи камерного рекуператора

Фреонні рекуператори зазвичай використовуються в системах, де неприпустиме змішання потоків повітря, а також у тих випадках, коли існує велика відстань між установками (припливною та витяжною). За допомогою теплообмінника, який встановлений у витяжній частині установки, теплоносії отримує тепло від повітря, що видаляється, і потім передає його подається повітря за допомогою теплообмінника, який встановлений в припливній частині установки і виконує функцію початкового нагрівача (рисунок 2.9). Залежно від клімату як проміжний теплоносії може використовуватися незамерзаюча рідина (фреон) або вода.

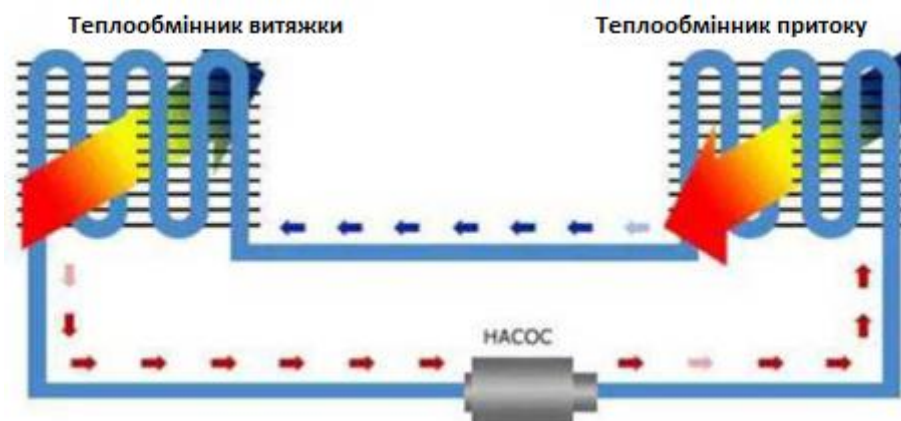


Рисунок 2.9 – Принцип роботи рекуператора з проміжним теплоносієм
.7

Теплові труби складаються із закритої системи трубок, які заповнені фреоном, що випаровується за рахунок тепла, яке віддається витяжним повітрям (рисунок 2.10). Фреон надходить у теплообмінник (конденсатор), який знаходиться в припливній частині установки та конденсується, тим самим віддаючи тепло припливному повітрі.

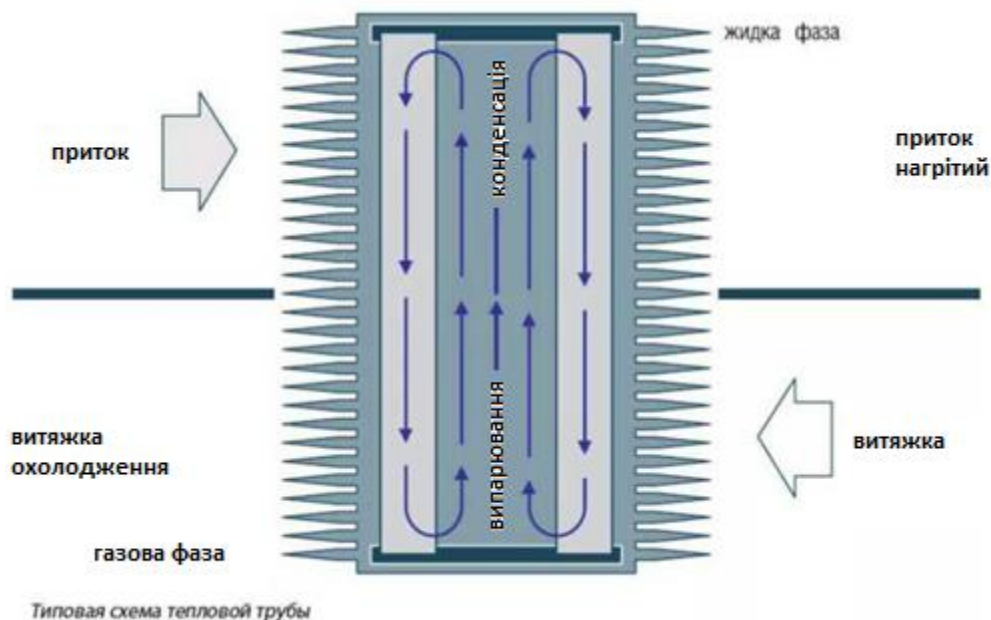


Рисунок 2.10 – Принцип роботи рекуператора з тепловими трубами

В даний час активно ведуться роботи з розробки фотоелектричних систем, які є системами, що перетворюють сонячну радіацію безпосередньо в електрику. Колектор поглинає світлову енергію Сонця, яку потім перетворює на тепло, яке передається далі теплоносія (рідини або повітря) і потім використовується для нагрівання води, обігріву будівель, виробництва електрики. Найбільш ефективними колекторами, що використовуються у цілорічних водонагрівальних установках, є вакуумні сонячні колектори (рисунок 2.11).



Рисунок 2.11 – Вакуумний колектор з термотрубками

Термотрубка є закритою мідною трубою з невеликим вмістом легкокиплячої рідини. Рідина випаровується під впливом тепла та забирає тепло вакуумної трубки. Пари піднімаються у верхню частину - головку, де конденсуються і передають тепло незамерзаючої рідини опалювального контуру або теплоносія основного контуру водоспоживання. Далі конденсат стікає донизу, і все повторюється спочатку. Приймач сонячного колектора (мідний з поліуретановою ізоляцією) закривається нержавіючим листом. Передача тепла відбувається через мідну "гільзу", встановлену в приймачі. Завдяки цьому опалювальний контур відокремлений від трубок, при пошкодженні однієї трубки колектор може працювати. Процедура заміни трубок дуже проста і при цьому немає необхідності зливати незамерзаючу суміш із контуру теплообмінника.

Іншою важливою перевагою колекторів з тепловими трубками є їхня здатність працювати при температурах до -35°C (повністю скляні колектори з тепловими трубками) або навіть до -50°C (колектори з металевими тепловими трубками).

Зазвичай випаровування починається при температурі трубки більше 30°C , таким чином при низьких температурах трубка як би «закривається» і не відбувається втрат тепла через колектор (наприклад, вночі чи похмуру погоду). При цьому колектор розміщується зовні приміщення, а все інше обладнання - усередині будинку. Це все сприяє мінімізації тепловтрат.

Адаптивними технологіями та системами є системи, які забезпечують підтримку заданих параметрів повітря у зонах обслуговування з різними вимогами до мікроклімату. Такі системи порівняно низької вартості та досить економічне енергоспоживання вентилятора.

Енергоефективність досягається за рахунок принципу роботи такої системи, тобто вентиляція працює там і де та коли це необхідно. Залежно від потреби кожного приміщення, а також кількості людей та виду діяльності працюють елементи системи вентиляції. Існує три основні типи адаптивних систем:

- 1) регульовані вручну;
- 2) із датчиками руху;
- 3) з датчиками, які фіксують зміни вологості та концентрацію вуглекислого газу.

Ці системи економічно вигідні, але вони вкрай незручні у використанні, а також непрактичні і вимагають постійної присутності людини, та й при ручному управлінні

можуть виникати помилки в управлінні, пов'язані з людським фактором.

Системи вентиляції з датчиками вологості є прийнятнішими для житлових приміщень (рисунок 2.12). Вологість також є відносним показником стану забруднення приміщення. В основі таких систем вентиляцій з компонентами, які реагують на підвищення або зниження вологості, лежить здатність деяких матеріалів розширюватись при підвищенні вологості повітря та стискатися при зниженні вологості повітря.

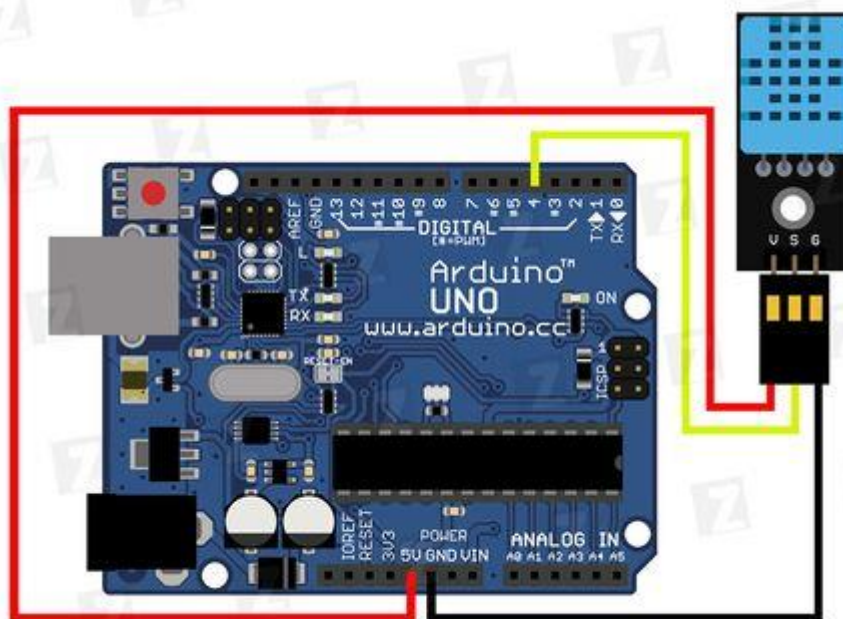


Рисунок 2.12 - Загальний вигляд датчика температури та вологості

Залежно від вологості всередині приміщення налаштовується потік повітря, чим вологість вища, тим ширше відкриваються заслінки, які регулюють кількість повітря, що надходить до приміщення. Датчики вологості повністю ізольовані від повітря. Датчики фіксують лише зміни внутрішньої вологості. Технологія чутливості до вологості також використовується у витяжних ґратах в кімнатах, припливних пристроях, де стан вологості відображає рівень внутрішньої забрудненості (кухні, вітальні, спальні, ванні кімнати). приміщення.

Системи вентиляції із датчиками руху. Такі системи найчастіше використовуються у громадських приміщеннях. Найбільш економічно доцільним способом підвищення енергоефективності є застосування наступного комплексу заходів: підвищення теплозахисту конструкцій, що захищають, сучасних

енергозберігаючих методів і технологій, впровадження інженерних та конструктивних заходів.

Використання вентиляованих вікон із клапаном є ще одним ефективним способом для збереження енергії на обігрів та охолодження приміщень (рисунок 2.13). На відміну від традиційних вікон, які мають замкнутий повітряний прошарок між склом, вентиляовані вікна мають вгорі щілини (клапан), через які рухається (вентильюється) внутрішнє повітря. Також, вентиляовані вікна можуть забезпечувати чудове тепло та шумоізоляцію. За рахунок ліквідації холодних потоків, що спадають, простір поряд з вікнами використовується більш ефективно.

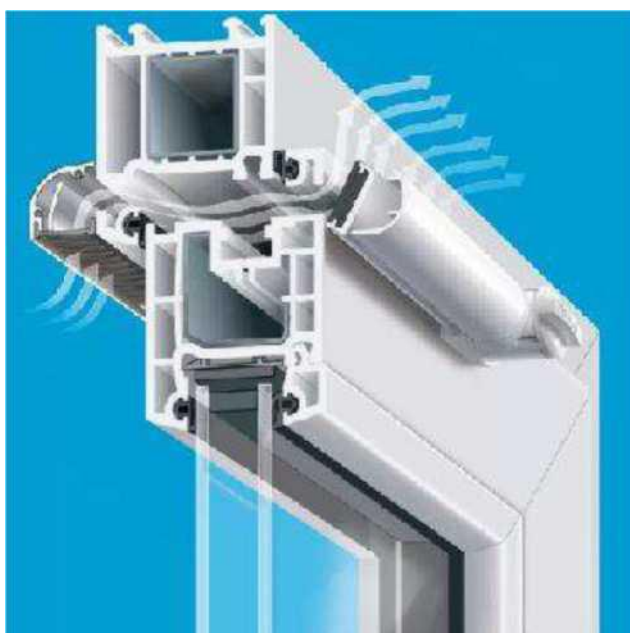


Рисунок 2.13 – Пластикове вікно з припливним клапаном

Стіни, що вентильюються, є більш екологічною системою за рахунок того, що конструкції будинку (перегородки, стіни, перекриття) виступають у ролі теплоаккумуляторів (рисунок 2.14). У середині конструкцій є отвори для проходження теплого повітря з будинку, що передає їм тепло. Таким чином, відпадає необхідність у дорогих масивних теплоаккумуляторах.



Рисунок 2.14 – Вентильована стіна та перекриття

2.18 Аналіз використання матеріалів що можуть переходити з однієї термодинамічної фази до іншої при зміні зовнішніх умов (МФЗ)

F. Kuznik та J. Virgone [21] вивчили теплову роботу стінових панелей Energain товщиною 5 мм, що складаються на 60% по масі з мікрокапсульованого парафіну і на 40% з кополімерів, з оболонкою з алюмінію товщиною 0,1 мм, у повномасштабній випробувальній кімнаті. Повністю контролюючи температуру і потік сонячної радіації, що випробовується огорожувальною конструкцією, дослідниками змодельовано температурну історію доби років нього, зимового та перехідного періодів у двох серіях експериментів: з панелями Energain, встановлених з внутрішнього боку приміщення, і без них. Застосування панелей дозволило знизити екстремальні температури, що спостерігаються - максимальна температура влітку знизилася на $3,9^{\circ}\text{C}$; мінімальна збільшилась на $0,8^{\circ}\text{C}$. Коефіцієнт зменшення амплітуди температури повітря становив 0,79. Відповідні значення міжсезоння: $2,3^{\circ}\text{C}$; $0,4^{\circ}\text{C}$; $0,78$; для зими: $4,2^{\circ}\text{C}$; 0°C ; $0,73$. При цьому зовнішня контрольована температура взимку коливалася між 5°C і 15°C , у міжсезоння 10°C і 18°C , влітку 15°C і 30°C . Серед інших позитивних ефектів відзначалося посилення конвекційного перемішування внутрішнього повітря та зменшення амплітуди коливань температури внутрішньої поверхні.

G. Evola та L. Marietta [22] представили методологію вибору відповідного МФС виходячи з кліматичних умов експлуатації та вимог до комфорту. Вони провели динамічні симуляції всього літнього періоду в програмному забезпеченні EnergyPlus на прикладі офісного приміщення прямокутної форми для чотирьох місць у Південній та Північній Європі та оцінили вплив наявності та способу розташування стінових панелей з речовин що можуть переходити з однієї термодинамічної фази до іншої при зміні зовнішніх умов у приміщенні, швидкість нічної вентиляції та температуру плавлення на результативність роботи речовин що можуть переходити з однієї термодинамічної фази до іншої при зміні зовнішніх умов. Використовувалися два види панелей. Перша включала суміш полімеру і мікрокапсулюваного парафіну (60%), з алюмінієвими листами товщиною 100 мкм з обох сторін і загальною товщиною панелі 5 мм. Друга являла собою алюмінієву стільникову матрицю, також на 60% за вагою заповнена парафіном в полімерних мікросферах з діаметром близько 5 мкм, запечатана двома тонкими алюмінієвими листами, загальною товщиною 20 мм, і описану більш докладно в [23]. Обидві панелі показані на рисунку 2.15. Ефективність використання панелей оцінювалася за допомогою індикатора інтенсивності термічного дискомфорту (ITD), що визначається як інтеграл від часу за періодом зайнятості, позитивної різниці між поточною робочою температурою і температурою верхнього порогу комфортності. Більш ефективним виявився монтаж панелей на поверхні трьох перегородок, ніж на стелі (скорочення ITD 51% проти 9,5% для панелі першого виду в Мілані), при площі стін $17,5 \text{ м}^2$ та стелі 27 м^2 . При покритті панелями і стін, і стелі, ефективність була близька до випадку, коли стіни були покриті панелями. Так само індекс ITD продемонстрував чутливість до швидкості нічної вентиляції, оскільки підвищувалася розрядка тепла, що поглинається панелями в денний час. Проте автори не рекомендують збільшувати швидкість більше певної величини. Ефективність зберігання МФЗ, що дорівнює відношенню збереженої теплової енергії до максимальної ємності зберігання, була вищою в ті дні, коли середня температура панелей наближалася до температури плавлення. Мимо η_{PCM} , автори у роботі задіяли частоту активації (FA), тобто відсоток часу, протягом якого PCM піддавався фазовому переходу. Наголошено, що вибір МФЗ необхідно

здійснювати, беручи до уваги умови місцевого клімату.

А. Castell та М. Farid [24] припустили, що ФА який завжди пов'язані з поліпшенням теплового комфорту».

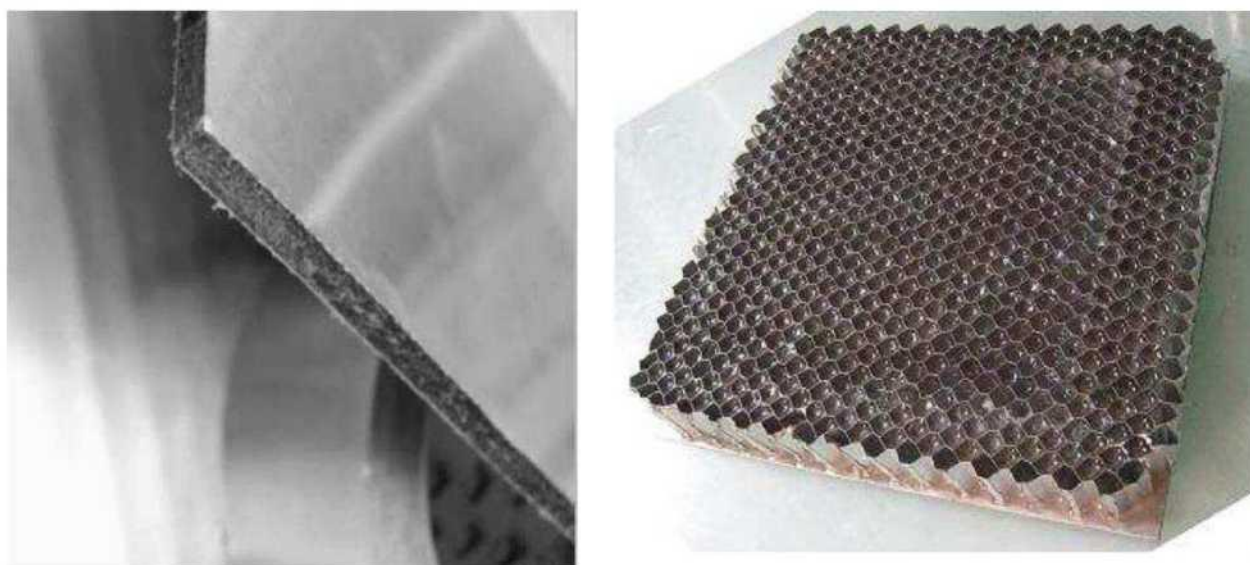


Рисунок 2.15 – Панель Energain (ліворуч) [22] та стільникова матриця (праворуч) [23]

У [25] провели порівняння звичайного штукатурного розчину і розчину, що містить за своєю масою близько 20% мікрокапсульованих парафінових МФЗ, одночасно трьох марок, з температурами плавлення 10°C, 26°C і 28°C. Автори нанесли штукатурні розчини на внутрішні поверхні двох прототипів будівлі, які розмістили у кліматичній камері. Зменшені прототипи кімнати були виготовлені з екстрадованого полістиролу товщиною 3 см і мали форму куба; товщина штукатурного шару на їх поверхнях дорівнювала 2 см. У камері по чергово були створені температури, характерні для літа і зими в Португалії.

Для літа, амплітуда коливань температури повітря в прототипі зі штукатуркою з МФЗ дорівнювала 8,9 °C, а в прототипі зі звичайною штукатуркою 13 °C. Між максимальними температурами кліматичної камери та в прототипі з МФЗ спостерігалася затримка в 4,5 години, для прототипу без МФЗ – 3 години. Для зими, амплітуда коливань температури повітря була також меншою в прототипі з МФЗ (4°C проти 5,6°C), проте температура повітря в обох прототипах була нижчою за комфортну для людини.

У чисельному моделюванні автори додатково вивчили чотири типи

модернізованої штукатурки з МФЗ (з температурою плавлення 10°C, 24°C, 26°C та 28°C). Для оцінки ефективності МФЗ автори ввели спеціальний індекс, ТТ (одиниці виміру: °С-год), який розраховувався за допомогою інтегрування температури повітря в прототипі за часом, в межах, коли вона була вище 26°C. Таким чином, чим більше був індекс, тим вищою була потреба в охолодженні повітря. Індекс ТТ виявився нижче у прототипу, на поверхні яких був нанесений штукатурний розчин, що включає відразу три марки матеріалу з фазовим переходом; у прототипів з МФЗ, розрахованих на температуру плавлення в 10°C і в 24°C, індекс виявився більшим, ніж у прототипу зі звичайною штукатуркою. Автори вважають, що концепція інтегрування в штукатурний розчин декількох різних марок матеріалів з фазовим переходом є багатообіцяючою.

L. Shilei, Z. Neng і F. Guohui [26] провели експерименти з МФЗ на північному сході Китаю в зимових умовах, змішавши капрінову та лауринову кислоти. Температура плавлення та кристалізації цієї суміші жирних кислот виявилася 20,394°C і 19,138°C, прихована теплота плавлення та кристалізації 150,305 Дж/г та 144,183 Дж/г. МФЗ був включений у гіпс шляхом просочення. Виготовлена стінова панель мала товщину 9,5 мм з 26% поглиненого МФЗ від загальної ваги, з температурою плавлення та кристалізації 18,491°C та 18,587°C, з прихованою теплою плавлення та кристалізації 39,126 Дж/г та 36,96 Дж/г. Випробування проводилося у двох подібних кімнатах, але лише в одній з них були встановлені панелі з внутрішньої поверхні існуючої цегляної стіни. Температура навколишнього середовища коливалася від мінус 1 °С до плюс 9 °С, поступово збільшуючись протягом трьох діб. Температура в кімнаті з панелями і без них коливалися між 19 °С... 24 °С і 18,5 °С ... 22 °С відповідно (рисунок 2.16). В експерименті зі звичайною кімнатою величина теплового потоку через південну стіну варіювалася від 34 Вт/м² до 60 Вт/м² (рисунок 6.13), через південну стіну в кімнаті з МФЗ від 33 Вт/м² до 52 Вт/м². Застосування панелей зменшило і різницю між температурою повітря в кімнаті та температурою внутрішньої поверхні (рисунок 2.17). Тим самим панелі сприяли збереженню тепла та вирівнюванню температури. Автори впевнені, що застосування подібних панелей зможе зменшити вартість опалювального обладнання та супутні з ним витрати.

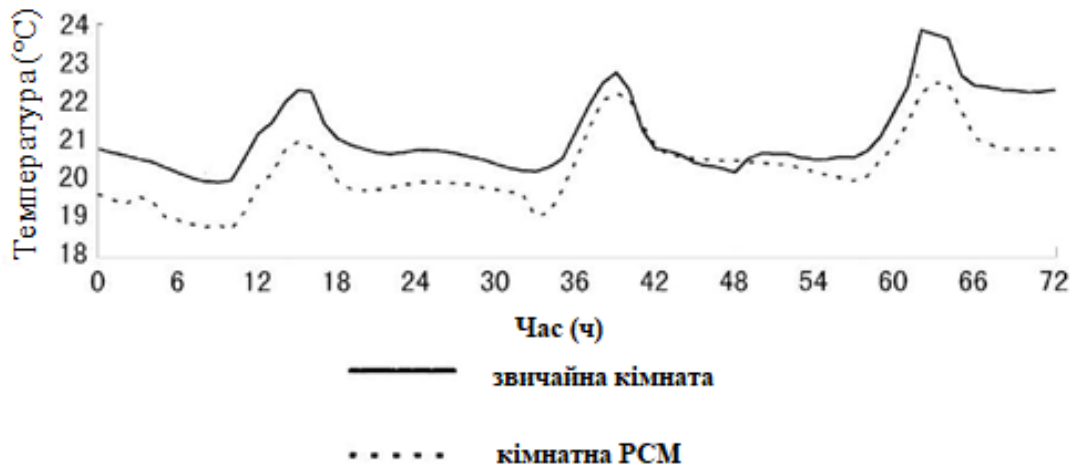


Рисунок 6.16 – Криві температури у приміщенні

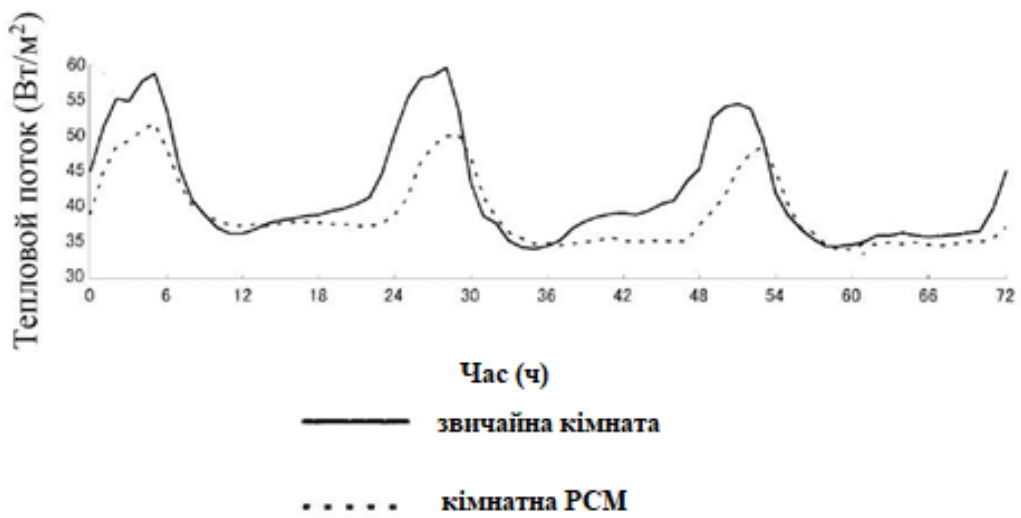


Рисунок 6.17 – Криві теплового потоку через стіну

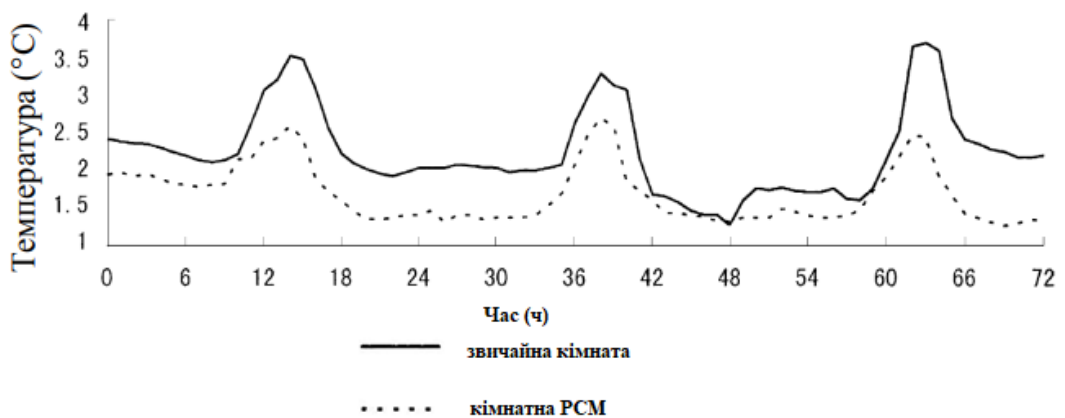


Рисунок 6.18 – Криві різниці температур між внутрішнім повітрям та внутрішньою поверхнею зовнішньої стіни

Інші автори виконували просочення гіпсу МФС, застосовуючи для цього бутилстеарат [27], евтектичні суміші капринової та лауринової кислот, суміш бутилстеарат-пальмітату [28-30], деякі жирні кислоти [31]. [32] додавали мікрокапсульований парафін.

Е. Alawadhi [33] досліджував дію МФЗ (парафіни октадекан , ей козан , і P116) в жаркому кліматі, якими заповнювалися циліндричні пустоти в цеглі. Теплова ефективність системи цегла-МФЗ була оцінена шляхом порівняння теплового потоку на внутрішній поверхні зі стіною без МФЗ протягом типового робочого часу. Аналізувався вплив кількості та типу МФЗ у цеглі. Збільшення кількості МФЗ виявилось найефективнішим.

У [34] використовувалися кабінки з різними видами цегли та марками МФЗ. Усього було збудовано п'ять типів кабін. Три типи кабін були побудовані із застосуванням звичайної пустотілої цегли з циліндричними порожнинами: кабіна без ізоляції, кабіна з поліуретаном товщиною 5 см і та ж кабіна з поліуретаном, але доповнена шаром МФЗ RT27 на стелі та внутрішніх поверхнях стін. У конструкціях інших типів застосовувалася пустотіла цегла зі збільшеним об'ємом порожнин; одна кабіна була без будь-якої ізоляції, на стелі та на внутрішній стороні стін інший був нанесений МФЗ SP25. Усі кабінки мали однаковий розмір та були розташовані в Іспанії.

Усередині кабінки обладналися системою кондиціювання, яка підтримувала постійну температуру повітря 24°C ; реєструвалися температури внутрішнього повітря та енергоспоживання систем.

Автори встановили, що влітку споживання електроенергії в кабінах з матеріалом з фазовим переходом і поліуретаном було знижено приблизно на 15-17% (порівняно з кабінами з поліуретаном, але без МФЗ). Велика економія електроенергії спостерігалася в кабіні з цегли зі збільшеною часткою порожнин; автори пояснюють відмінністю в теплопровідності до ірпича.

Для звичайних цегляних кабін без ізоляції протягом усього дослідження були характерні високі коливання температур. Найбільшого зниження амплітуди коливань температур внутрішнього повітря було досягнуто в кабінах з МФЗ (приблизно на 1°C , порівняно з кабінами без ізоляції).

Результати досліджень включення МФЗ на основі парафіну RT18 в цегляну кладку наведені в [35, 36], в [36] – октадекана . Z. Chang, Y. Chen, L. Wu та M. Shi

провели дослідження зі сумішшю гідратів солі [37]. M. Huang, P. Eames та N. Hewitt використовували комерційні композити GR41 та GR27 [38]. Автори відзначали зниження енергоспоживання, пов'язаного із використанням систем кондиціонування повітря.

J. Lei, J. Yang, E.H. Yang [39] виконали параметричне дослідження на основі спрощеної розрахункової моделі розмірами 3,0 x 3,0 x 2,8 метрів у програмі EnergyPlus у тропічному кліматі Сінгапуру. Усі огорожувальні конструкції моделі мали товщину 150 мм і теплофізичні характеристики бетону, а на поверхні всіх стін було додано шар МФЗ. В якості параметрів, що варіюються, розглядалася температура фазового переходу (від 22 ° C до 32 ° C), товщина шару МФЗ (від 3 до 20 мм), місце розташування шару (на зовнішніх поверхнях стін або на внутрішніх). Тривалість розрахункового періоду в одному варіанті склала добу, в іншому один рік.

Ефективність МФЗ оцінювалася кількістю теплонадходжень за весь розрахунковий період, і коефіцієнтом зниження теплонадходжень, що обчислюється як різниця одиниці та відношення кількості теплонадходжень при використанні стін з МФЗ до кількості теплонадходжень при використанні звичайних стін, помножена на сто відсотків .

Результати показали, що вибір відповідної температури фазового переходу - має вирішальне значення. Оптимальною температурою фазового переходу МФЗ, що наносяться на зовнішні поверхні огорожувальних конструкцій, була найнижча температура, що забезпечує повний цикл плавлення-кристалізації всього шару МФС; для матеріалів, що наносяться на внутрішні поверхні, оптимальною температурою виявилася середня температура цих поверхонь.

Авторами помічено, що ширший температурний діапазон фазового переходу може покращити адаптацію МФЗ до зміни температури зовнішнього повітря, але погіршити його ефективність.

Матеріали з фазовим переходом на зовнішніх поверхнях стін демонстрували кращу ефективність, ніж матеріали на внутрішніх поверхнях. Авторами показано, що матеріал зі змінним фазовим станом сприяв зниженню кількості тепла, що надходить, на 21%-32% протягом усього року.

LF Cabeza , C. Castellon та інші [40, 41] додавали Micronal фірми BASF у бетон. В їхньому експерименті брали участь дві кабіни з бетону: з МФС і без нього.

У попередніх роботах [42] показано, що МФЗ мають ефект, коли вони розплавляються і твердіють щодня. Але наприкінці осені і взимку зовнішні температури навколишнього середовища не досягали температури плавлення, тому для активації матеріалів з фазовим переходом в [43] була застосована стіна Trombe . Так як влітку високий пік зовнішньої температури (близько 40 ° C) і спекотні ночі перешкоджають затвердінню МФЗ , в кабіні [44] експлуатувалися з навісами влітку. Вплив навісів дозволив експлуатувати МФЗ протягом більш тривалого часу. Спостереженнями зафіксовано максимальне зниження температури стін та покриття кабіни з МФЗ на 6 °C та 11 °C відповідно.

Н. Alqallaf та Е. Alawadhi [44] для включення мікрокапсульованого МФЗ у бетонну покрівлю використовували вертикальні циліндричні відверстия. Складена чисельна модель була підтверджена експериментально. Повідомляється, що тепловий потік може бути значно зменшений зі збільшенням діаметра отворів для МФЗ. Для розглянутих у роботі випадків тепловий потік на внутрішній поверхні даху знижувався на 9% - 17% залежно від обраного МФЗ (парафіни А28, А32 та А39 від PlusICE), часу та місяця.

Л. Royon , Л. Karim та А. Bontemps [45] заповнювали створений композиційний МФЗ у вже існуючі порожнечі в бетонній плиті перекриття, з постановкою експерименту в реальних умовах і з комп'ютерним моделюванням в COMSOL Multiphysics . Автори при високій температурі (>100°C) змішали парафіновий МФЗ RT 27 від компанії Rubitherm зі стирол-бута-дієн-стирольним блоком від Sigma Aldrich. Блок-сополімер діяв як підтримуючий матеріал. Новий матеріал продемонстрував придатність для забезпечення значної теплової інерції будівлі.

А. Pasupathy та R. Velraj [46] вивчали вплив МФЗ у конструкції даху за допомогою математичної моделі та експерименту. Матеріалом з фазовим переходом - евтектиком з температурою фазового переходу 26-28°C та з теплотою плавлення 188 кДж/кг - заповнили панель з нержавіючої сталі, 31

яка була розміщена між верхньою покрівельною плитою та нижньою бетонною - плитою. Авторами був зроблений висновок про те, що система з ще однією верхньою панеллю з Climsel C32 (температура плавлення 32 ° C) зможе працювати протягом усіх сезонів в Індії.

Інший спосіб розміщення МФЗ у даху було запропоновано Н.-М. Chou, С.-R. Chen, та V.-L Nguyen. В їхньому експерименті брали участь покрівельні гофровані листи, між якими був мікрокапсульований МФЗ [47].

У [48] автори визначали оптимальну товщину шару МФЗ у світло прозорій огорожувальній конструкції, дослідивши вікно, склопакет якого був заповнений комерційним матеріалом із змінним фазовим станом маркою RT27 (вікно з МФЗ), і вікно, склопакетом якого б заповнено вікно), використовуючи чисельне моделювання та дві експериментальні установки.

Перша установка являла собою дві ізолювані камери, які містилися у природне навколишнє середовище. На зовнішній межі камер усередині установки розташовувалися моделі вікон: в одній камері – модель вікна з МФЗ, у другій – модель звичайного вікна. Камери були орієнтовані вікнами на південь.

Реєструвалася температура повітря в камерах і на внутрішній поверхні - скління. На зовнішній поверхні установки вимірювалася кількість сонячної радіації, що надходить, і температура зовнішнього повітря. Пікове значення радіації на вертикальну площину під час дослідження становило 500 Вт/м², а середня температура зовнішнього повітря дорівнювала 25°C.

Друга установка також складалася з двох камер, між якими поміщалися - модель вікна, але температура в блоках регулювалася штучно. В одному з блоків температура змінювалася синусоїдально, від 17°C до 35°C протягом 24 годин, шляхом подачі нагрітого потоку повітря. В іншому ізолюваному блоці підтримувалася постійна температура повітря (24°C). Реєструвалася температура повітря на внутрішній поверхні скління, яка стикалася з повітрям ізолюваного блоку.

Таким чином, теплопередача в першій установці здійснювалася за допомогою випромінювання, конвекції та теплопровідності, тоді як теплопередача в другій установці була реалізована тільки через конвекцію та теплопровідність ,

що може бути характерно для деяких вікон, що виходять на північ. Товщина скла та камери у всіх натурних моделях вікон дорівнювала 4 та 12 мм відповідно.

У чисельному експерименті розрахункова модель втрачала або отримувала тепло від внутрішнього та зовнішнього середовища за рахунок випромінювання, конвекції та теплопровідності. При цьому було введено ряд припущень, у тому числі відсутність ефекту гістерезису у матеріалі зі змінним фазовим станом. Товщина скла у розрахунковій моделі дорівнювала 4 мм, а відстань між склом варіювалась від 6 до 30 мм. Температура докільця змінювалося по синусоїді, від 17°C до 35°C протягом 24 годин, а температура внутрішнього середовища залишалася постійною (24°C).

В обох випадках (з випромінюванням і без нього), автори спостерігали нижчу амплітуду температури на внутрішній поверхні скління при заповненні простору між склом матеріалом із змінним фазовим станом, а не повітрям. Загалом, при використанні МФЗ, пікова температура зменшилася приблизно на 3°C, а затримка підвищення температури під час плавлення скла 3 години. Після завершення процесу плавлення авторами відзначено різке зростання температури, переважно за рахунок випромінювання.

Варіюючи товщину склопакета, автори зробили висновок про те, що в разі наявності з випромінювання оптимальна товщина шару МФЗ становить 24 мм, а у разі відсутності випромінювання - 19 мм, т.к. велика товщина призведе до того, що не вся рідка фаза перейде у тверду на початок нового процесу плавлення наступного дня. На думку авторів дослідження, погана прозорість твердої фази може обмежити застосування матеріалів зі змінним фазовим станом у світлопрозорих огорожувальних конструкціях.

Колектив авторів [48] досліджував сонцезахисні пристрої на основі матеріалів зі змінним фазовим станом і деякі аспекти використання МФЗ у світлопрозорих конструкціях, інтегрувавши їх в полікарбонатні панелі. Панелі розміщувалися на зовнішній поверхні подвійного скління в стіні випробувальної камери, температура в якій підтримувалася на рівні 26°C; камери знаходилися на даху будівлі, розташованої в помірно субконтинентальному кліматі на північному заході Італії.

Проводилися дві серії вимірювань температури внутрішньої поверхні -

скління. У першій серії брали участь панелі синього, зеленого та опалового - кольорів, заповнені одним і тим же парафіновим МФЗ марки P35. Всі матеріали зі змінним фазовим станом мали температуру фазового переходу в діапазоні 31-36°C, для того, щоб забезпечити здійснення фазових переходів протягом всіх днів дослідження. Контрольною у цій серії була порожня прозора панель.

У другій серії вимірювань три зелені панелі заповнювалися парафіновим - матеріалом P35, сольовим гідратом SH31 і органічним МФЗ B35, а контрольною була порожня зелена полікарбонатна панель.

Подвійне скління складалося з прозорого скла товщиною 6 мм, низькоемісійного скла товщиною 6 мм і простором між ними товщиною 15 мм, заповненого аргоном.

У першій серії вимірювань, полікарбонатні панелі всіх трьох кольорів (синього, зеленого та опалового) справили позитивний вплив на температуру - внутрішню поверхні скління, максимально знизивши її приблизно на 5°C (зелена та опалова панелі) порівняно з контрольною панеллю. Затримка температури залишила близько 3 годин. Величина теплового потоку була знижена на 30% при використанні зеленої та сріблясто-блакитної панелі, і на 50% при використанні синьої панелі.

У другій серії вимірювань всі три типи МФЗ сприяли скороченню теплової енергії, що проходить крізь панелі, але трохи кращу продуктивність продемонструвала панель із сольовим гідратом.

Аналізуючи фотографії панелей, зроблені під час першої серії з мірень, автори зробили висновок, що матеріали з фазовим станом, що змінюється, в рідкій фазі здавалися абсолютно прозорими, без дефектів і бульбашок повітря. Процес плавлення МФЗ відбувався поступово, починаючи з кінців панелей. Парафін у синій панелі розплавився швидше, а синя і зелена панель забезпечили кращу освітленість камер у той час, коли МФЗ плавився або знаходився в рідкій фазі.

У другій серії вимірювань, найкращу однорідність в обох фазах - демонстрував органічний матеріал з фазовим переходом. Під час зміни фази цей МФЗ рівномірно утворював невеликі агломерати, які були розподілені по всій

панелі полікарбонату. Найгірша однорідність виявилася у сольового гідрату: у рідкому стані він здавався каламутним і включав велику кількість бульбашок повітря; його кристалізація відбувалася неконгруентно із заснуванням кристалів різного розміру. Парафі новий же матеріал із фазовим переходом показав найкращу прозорість у рідкій фазі серед усіх інших МФЗ.

На базі розглянутих досліджень було виявлено, що основним недоліком реалізації світлопрозорих конструкцій за допомогою панелей з МФЗ є погіршення виду панелей через сильну неоднорідність матеріалу з фазовим переходом, яка проявляється, коли матеріал знаходиться як у твердій, так і в рідкій фазі, і припускають, що Використання більш ускладненої конструкції з декількома панелями з МФЗ, розрахованими на різні температури фазового переходу, не тільки збільшить діапазон робочих температур затінення, але й усуне цей недолік.

3. КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Конструктивні рішення

Будинок вирішений зі зв'язевим каркасом, де основні несучі конструкції утворюються системою колон, горизонтальних дисків-перекрыттів і вертикальних діафрагм жорсткості.

Пілони, діафрагми жорсткості та плити перекрыттів можуть бути сконструйовані на підставі розрахунків, виконаних у програмі «Ліра-Сапр». Усі несучі конструкції каркасу будинку пропонується виконуватись з важкого бетону класу С25/30 з робочою арматурою класу А400С.

Фундаменти – буронабивні палі, довжина та характеристика яких розраховуються згідно інженерно-вишукувальних робіт та монолітна залізобетонна плита товщиною 700 мм. Матеріал плити – бетон С25/30 з робочою арматурою класу А400С. Вертикальна гідроізоляція влаштовується гарячою бітумною мастикою на 2 шари.

Пілони – з монолітного залізобетону з бетону класу С25/30 перетином 700х2000мм та 500х2000мм.

Стіни діафрагм жорсткості, з монолітного залізобетонного бетону класу С25/30.

Стіни зовнішні виконані кладкою самонесучих пінобетонних блоків на цементно-піщаному розчині, утеплених вентиляваною васадною системою.

У проєкті запропонована використання двох варіантів опорядження огорожуючи конструкцій з мокрим виконанням та вентиляваним фасадом.

Так, блок пінобетону товщиною – 300 мм, щільністю 500 кг/м³ за ДСТУ Б В.2.7-137:2008 «Будівельні матеріали. Блоки з пористого бетону дрібні стінові. Технічні умови».

У якості шару, що утеплює, прийняті – теплоізоляційні плити з мінеральної вати ROCKWOOL 200 мм.

Зовнішня обробка стін – вентиляований фасад з алюмінієвих панелей або мокрий фасад (приклад вузлу представлений у графічній частині).

Товщина конструкції визначена з урахуванням доцільного опору теплопередачі.

Перегородки – газобетон 300 мм, на цементно-піщаному розчині.

Перемички – монолітні залізобетонні.

Сходові марші – монолітні залізобетонні.

Сходові майданчики – монолітні залізобетонні товщиною 200 мм.

Віконні прорізи заповнюються віконними блоками. Віконні блоки – алюмінієві із багатокамерними склопакетами ALUMIL.

Двері: внутрішні – металопластикові глухі, зовнішні – металопластикові з подвійним склінням.

Двері в приміщеннях з розміщенням інженерного встаткування – протипожежного виробництва.

Плити перекриття й покриття – цільно-монолітні залізобетонні товщиною 200 мм. На плиті перекриття є прорізи для санітарно-технічних стояків опалення, водопроводу т каналізації, а також для всіх комунікацій.

3.2 Навантаження та впливи

Навантаження та впливи на будинок визначені згідно ДБН В.1.2-2:2006 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування» Збір навантажень представлено в таблицях 21-2.2.

Навантаження від власної ваги залізобетонних конструкцій у програмному розрахунковому багатофункціональному комплексі «ЛПА-САПР» визначається автоматично.

Таблиця 3.1 - Збір постійних та корисних навантажень

Найменування навантаження	Об'ємна вага кг/м ³	Товщина м	Нормативне навантаження кг/м ²	Коеф. надійності по навантаженню	Розрахункове навантаження кг/м ²
1	2	3	4	5	6
Підлога підвалу					
Стяжка із цементно-піщаного розчину	2400	0.05	120	1.3	156
Корисне навантаження					

Продовження таблиці 2.1 – Збір постійних та корисних навантажень

1	2	3	4	5	6
Розподілена навантаження	-		240	1.3	312
Разом	Сума:		360	1.3	468
Санвузли / Коридори					
Гранітка плитка	2200	0.013	28.6	1.3	31.46
Два шари гідроізол. На прошарку з бітумної мастики	1400	0.005	7	1.3	9.1
Стяжка із цементно-піщаного розчину	2400	0.05	120	1.3	156
Прошарок тепло-звукоізоляційних матеріалів	100	0.05	5	1.3	6,5
Корисне навантаження					
Розподілена навантаження	-		400	1.3	520
Разом	Сума:		535		723,084
Покриття					
Баластний шар щебеню	1400	0.02	28	1.3	36,4
	1150	0.005	5,75	1.3	7,475

Захисний шар з іглопробивного геотекстилю Tiptex BS 25					
Вирівнюючий шар бетону C12/15	2400	0.1	240	1.3	312
Ухиляючий шар з сипучих матеріалів до 100 мм	1400	0.3	420	1.3	546
Гідроізоляція з ПВХ-мембрани Vinitex	1150	0.005	5,75	1.3	7,475
Утеплювач 200 мм	100	0.3	30	1.3	39
Захисний шар з іглопробивного геотекстилю Tiptex BS 16	1150	0.005	5,75	1.3	7,475
Корисне навантаження					
Розподілена навантаження	-		400	1.3	520
Разом	Сума:		1135,25		1 475,825

Таблиця 3.2 - Збір навантажень від огорожень

Збір навантажень від огорожень					
Найменування навантаження	Об'ємна вага кг/м ³	Площа перетину стіни b·h м ²	Нормативне навантаження кг/м ²	Коеф. надійності, по навантаженню	Розрахункове навантаження кг/м ²
1	2	3	4	5	6
Стіна зовнішня					
Піноблок	500	0.3	200	1.3	260
Утеплювач	25	0.2	3,75	1.3	4,875
Облицювальний шар	2400	0.025	36	1.3	46,8
Разом		Сума	239,75	1.3	311,675

3.2 Вітрове навантаження

Активне та пасивне навантаження на раму каркаса визначають відповідно за формулами врахуванням коефіцієнтів, значення яких не дорівнює 1, будемо мати:

для активної дії вітру:

$$w_1 = w_0 \cdot C_{abr} \cdot C_d \cdot C_h \cdot \gamma_{fm} \cdot B \cdot \gamma_n \quad (3.1)$$

γ_{fm} – коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням вітрового навантаження, визначений за 9.14 (ДБН В.1.2-2:2006);

w_0 - характеристичне значення вітрового тиску за 9.6, згідно завдання складає 550Па (ДБН В.1.2-2:2006);

C_{aer} - аеродинамічний коефіцієнт, що визначається за 9.8 (ДБН В.1.2-2:2006, аеродинамічні коефіцієнти C_{aer} визначаються за додатком І залежно від форми споруди або конструктивного елемента);

C_h - коефіцієнт висоти споруди, що визначається за 9.9 (ДБН В.1.2-2:2006 Зміна 1);

γ_n - значення коефіцієнта надійності за відповідальністю (згідно розрахунків у першому розділі, обираємо категорію відповідальності конструкцій та їх елементів А – конструкції та елементи, відмова яких може призвести до повної непридатності до експлуатації будівлі (споруди) в цілому або значної її частини, будівля відноситься до класу наслідків ССЗ, приймаємо $\gamma_n = 1,25$);

B – приймаємо рівним 6 м;

C_d - коефіцієнт динамічності, що визначається за 9.13 (ДБН В.1.2-2:2006);

Приймаємо тип місцевості IV- приміські і промислові зони, протяжні лісові масиви;

Висота будівлі від рівня землі 28.710 м.

і, відповідно, для пасивної:

$$w_2 = w_0 \cdot C'_{abr} \cdot C_d \cdot C_h \cdot \gamma_{fm} \cdot B \cdot \gamma_n \quad (3.2)$$

Для учбового проекту приймаємо спрощену модель розрахунку для визначення показників навантаження:

З навітряного боку

Для висоти до 5-ти метрів

$$550 \cdot 0,8 \cdot 1,1 \cdot 0,9 \cdot 1,14 \cdot 6 \cdot 1,25 = 3724,38 = 0.3725 \text{ т/м}$$

Для висоти від 5-ти до 10 метрів

$$550 \cdot 0,8 \cdot 1,1 \cdot 1,2 \cdot 1,14 \cdot 6 \cdot 1,25 = 4965,84 = 0.4965 \text{ т/м}$$

Для висоти від 10-ти до 20 метрів

$$550 \cdot 0,8 \cdot 1,1 \cdot 1,55 \cdot 1,14 \cdot 6 \cdot 1,25 = 6414,21 = 0.6414 \text{ т/м}$$

З підвітряного боку

Для висоти до 5-ти метрів

$$550 \cdot 0,6 \cdot 1,1 \cdot 0,9 \cdot 1,14 \cdot 6 \cdot 1,25 = 2793,285 = 0.28 \text{ т/м}$$

Для висоти від 5-ти до 10 метрів

$$550 \cdot 0,6 \cdot 1,1 \cdot 1,2 \cdot 1,14 \cdot 6 \cdot 1,25 = 3724,38 = 0.372 \text{ т/м}$$

Для висоти від 10-ти до 20 метрів

$$550 \cdot 0,6 \cdot 1,1 \cdot 1,55 \cdot 1,14 \cdot 6 \cdot 1,1 = 4233,3786 = 0.423 \text{ т/м}$$

Вітрове навантаження, яке через коефіцієнт C_h збільшується за висотою, часто приводять до зосереджених сил, що діють у вузлах рами, розташованих у рівні міжповерхових перекриття.

Зосереджені значення вітрового навантаження для активного і пасивного тиску можна визначити відповідно за формулами:

$$w_{1i} = w_0 \cdot C_{abr} \cdot C_d \cdot C_h \cdot \gamma_{fm} \cdot B \cdot \gamma_n \cdot h_i \quad (3,3)$$

$$w_{2i} = w_0 \cdot C'_{abr} \cdot C_d \cdot C_h \cdot \gamma_{fm} \cdot B \cdot \gamma_n \cdot h_i \quad (3,4)$$

де h_i - висота площі, яка збирає навантаження у рівні міжповерхових перекриття.

Обчислення вітрових навантажень виконують, як правило, у табличній формі.

Для перекриття на відмітці -0.1 м

$$w_{1i} = 0.69 \text{ т}$$

$$w_{2i} = 0.53 \text{ т}$$

Для перекриття на відмітці 4.2 м

$$w_{1i} = 0.91 \text{ т}$$

$$w_{2i} = 0.69 \text{ т}$$

Для перекриття на відмітці 7.5 м

$$w_{1i} = 1.21 \text{ т}$$

$$w_{2i} = 0.91 \text{ т}$$

Для перекриття на відмітці 10.8 м

$$w_{1i} = 1.21 \text{ т}$$

$$w_{2i} = 0.91 \text{ т}$$

Для перекриття на відмітці 14.1 м

$$w_{1i} = 1.542 \text{ т}$$

$$w_{2i} = 1.224 \text{ т}$$

Для перекриття на відмітці 17.4 м

$$w_{1i} = 1.612 \text{ т}$$

$$w_{2i} = 1,234 \text{т}$$

Для перекриття на відмітці 20.7 м

$$w_{1i} = 1,612 \text{т}$$

$$w_{2i} = 1,334 \text{т}$$

3.3 Снігове навантаження

Повне розрахункове значення снігового навантаження S на горизонтальну проекцію покриття визначаємо за формулою:

$$S_m = S_0 * C * \gamma_{fm} = 1,2 * 1 * 1,14 = 1,368 \text{ кН/м}^2 \quad (3,5)$$

де S_0 – характеристичне значення снігового навантаження, приймається залежно від снігового району по вказівкам ДБН (Для м. Запоріжжя 1200 Па).
Строк експлуатації будівель громадського призначення $T_{ef} = 100$ років,
промислового – 60 років

Коефіцієнт C у формулі визначається добутком декількох коефіцієнтів:

$$C = \mu * C_b * C_{alt} = 1 * 1 * 1 = 1 \quad (3,6)$$

де μ – коефіцієнт переходу від ваги снігового покрій на поверхні землі до снігового навантаження на поверхні покрівлі, який залежить від обрису покриття і від кута α нахилу покрівлі:

$\mu = 1$, якщо $\alpha \leq 25^\circ$; $\mu = 0$, якщо $\alpha > 60^\circ$; C_e – коефіцієнт, що врахує режим експлуатації покрівлі.

При відсутності даних про режим експлуатації $C_e = 1$; C_{alt} – коефіцієнт географічної висоти розташування будівлі; $C_{alt} \neq 1$ для об'єктів, які знаходяться у гірській місцевості

Рівномірне розподілене навантаження від снігу на ригель рами (кН/м) визначають за формулою:

$$S = S \cdot B \cdot \gamma_n = 1,368 * 6,9 * 1,1 = 10,38 \text{ кН/м} \quad (3,7)$$

3.5 Статичний розрахунок

Завдяки використанню програмного комплексу ArchiCAD у проектувальників є можливість передати інформаційну модель будівлі до ПК «САПФІР».

В основу розрахунків покладений метод кінцевих елементів. У якості основних невідомих прийняті наступні переміщення вузлів:

- X лінійне по осі X;
- Y лінійне по осі Y;
- Z лінійне по осі Z;
- UX кутове навколо осі X;
- UY кутове навколо осі Y;
- UZ кутове навколо осі Z.

Розрахунки плити проводиться в складі всього будинку з урахуванням жорсткого сполучення колон із плитою. Розрахунки виконані на наступні завантаження:

- завантаження 1,2,3 – статичне завантаження - дане завантаження враховується як постійне навантаження (власна вага плит, вага підлоги, вага стін по контуру будинку);

- завантаження 4 – статичне завантаження - дане завантаження враховується як тривале навантаження (корисне навантаження з повним розрахунковим значенням на перекриття.);

- завантаження 5 – статичне завантаження - дане завантаження враховується як тривала (фактичне навантаження від перегородок);

- завантаження 6 – статичне завантаження - дане завантаження враховується як снігове навантаження прикладене до каркасу;

- завантаження 7 – статичне завантаження - дане завантаження враховується як вітрове навантаження прикладена до каркаса під кутом 90° уздовж осі X;

- завантаження 8 – статичне завантаження - дане завантаження враховується як вітрове навантаження прикладена до каркаса під кутом 90° уздовж осі Y.

Навантаження від власної ваги залізобетонних конструкцій у програмному розрахунковому багатофункціональному комплексі «ЛІРА-САПР» визначається автоматично.

Усі завантаження можуть бути сформовані у програмному комплексі «САПФІР», що в цілому дає змогу зменшити час роботи у «ЛІРА-САПР».

Результати розрахунків підбору арматури до всіх елементів можуть бути еспортовані з програмного комплексу «ЛІРА-САПР» до програмного комплексу «САПФІР» де за результатами розроблені креслення армування конструкцій, що представлені у графічній частині роботи.

ВИСНОВКИ

Результатом проведеної дипломної роботи стало створення закінченої концепції науково-освітнього центру.

У ході роботи над об'єктом було вирішено такі завдання:

1) розміщення проєктованого центру в конкретній містобудівній ситуації та природному оточенні, вирішено питання благоустрою, озеленення;

2) розроблено об'ємно-просторові структури будівлі, що проєктується;

3) досягнута виразна архітектурно-просторова композиція, що відповідає соціальній значущості споруди та створює її виразний образ;

4) організовано функціонально та художньо внутрішні простори, що використовують в інтер'єрах колір, світло, елементи оздоблення та ін.

Порівняльний аналіз зібраного матеріалу за певними позиціями дозволив виявити специфіку, багатоплановість, особливості організації, виразність, сучасні тенденції у проєктуванні багатофункціональних об'єктів у їх складних внутрішніх та зовнішніх взаємозв'язках, необхідних для успішного вирішення низки архітектурних та містобудівних завдань у процесі дипломування. Архітектура сучасних освітніх центрів з кожним днем стає все більш вишуканою та індивідуальною, соціальна функція – різноманітною.

Основне завдання освітньо-наукового центру - створення зручних умов для часу проведення та підвищення освітнього рівня населення. Сучасний освітньо-науковий центр є своєрідним набором варіантів освітнього і наукового проведення часу, організованого за принципом «всі вікові групи населення підвищують освітній рівень».

У процесі проєктування головне знайти яскраво виражений образ, що запам'ятовується. Сама будівля повинна бути влаштована згідно з принципом максимальної відкритості, щоб відвідувачі, що знаходяться в ньому,

відчували емоційне піднесення від безпосереднього споглядання його красивої структури.

Розгляд всіх цих особливостей у сукупності з наявним уявленням про подібний об'єкт сприяє формуванню цілісного сприйняття теми, що розробляється, і визначенню окремих її аспектів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013. Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва. [Чинний від 2013-09-01]. Київ, 2013. 37 с.
2. Рожин И.Е., Урбах А.И.: «Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений». Стройиздат, 1985г.
3. Склад та зміст проектної документації на будівництво: ДБН А.2.2-3-2012. – [Чинний від 2012-07-01]. – К. : Держстандарт України, 2012. – 29 с. (Національні стандарти України).
4. Система проектної документації для будівництва. : Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень.: ДСТУ Б А.2.4-7:2009. – [Чинний від 2009-01-24]. – К. : Держстандарт України, 2009. – 75 с. – (Національний стандарт України).
5. Система проектної документації для будівництва. Правила виконання ескізних креслень загальних видів нетипових креслень.: ДСТУ Б А.2.4-10:2009. – [Чинний від 2009-01-24]. – К. : Держстандарт України, 2009. – 8 с. – (Національні стандарти України).
6. Mehling H. Heat and Mass Transfer / Harald Mehling , Luisa F. Cabeza - Berlin: Springer- Verlag Berlin Heidelberg, 2008 - 315 с.
7. Zhou, D. Review on thermal energy storage with phase change materials (PCMs) in building applications [текст] // D. Zhou, CY Zhao, Y. Tian - Applied Energy - 2012 - №92 - С. 593-605.
8. Xiao, M. Preparation and performance of shape stabilized phase change thermal storage materials with high thermal conductive [текст] // M. Xiao, B. Feng, K. Gong - Energy Conversion and Management - 2002 - №43 - С. 103- 108.
9. Cabeza , LF За допомогою microencapsulated PCM в конкретних walls for energy savings [текст] // LF Cabeza , C. Castellon, M. Nogues , M. Medrano, R. Leppers , O. Zubillaga - Energy and Buildings - 2007 - №39 - С. 113-119.

10. Climator [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.dimator.com/> , (дата звернения: 25.09.2023).
11. CRODA [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.croda-therm.com/en-gb> , (дата звернения: 25.09.2023).
12. Insolcorp [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.insolcorp.com> , (дата звернения: 25.09.2018).
13. Microtek laboratories, Inc. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.microteklabs.com/>, (дата звернения: 25.09.2023).
14. PCM [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.pcmproducts.net>, (дата звернения: 25.09.2023).
15. Phase Change Energy Solutions [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://phasechange.com/> (дата звернения: 25.09.2023).
16. Pluss [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.pluss.co.in/>, (дата звернения: 25.09.2023).
17. PureTemp [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.puretemp.com/>, (дата звернения: 25.09.2023).
18. SavEnrg™ Phase Change Materials [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://rgees.com> (дата звернения: 23.03.2023).
19. Rubitherm Phase Change Materials [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.rubitherm.eu/> (дата звернения: 25.09.2018).
20. Phase Change Material PCM Manufacturers для Air Conditioning, Electronics Cooling. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.teappcm.com/> (дата звернения: 25.09.2018).
21. Kuznik, F. Experimental assessment of phase change material for wall building use [текст] // F. Kuznik, J. Virgone - Applied Energy - 2009 - №86 - С. 2038-2046.
22. Evola G. Metodologija dla investigative effectiveness of PCM wall-boards for letm thermal comfort in buildings [Текст] // G. Evola , L. Marietta, F. Sicurella - Building and Environment - 2013 - №59 - С. 517-527

23. Hasse , C. Realization, test and modelling of honeycomb wallboards containing a Phase Change Material [Текст] // C. Hasse , M. Grenet , A. Bontemps, R. Dendievel , H. Sallee - Energy and Buildings - 2011 - № 43 - С. 232-238.

24. Castell, A. Experimental validation of methodology to assess PCM effectiveness in cooling building envelopes passively [текст] // A. Castell, MM Farid - Energy and Buildings - 2014 - №81 - С. 59-71.

25. Kheradmand , M. Experimental and numerical studies of hybrid PCM embedded in plastering mortar for enhanced thermal behaviour of buildings [текст] // M. Kheradmand , M. Azenha , J. Aguiar , J. Castro-Gomes - Energy- 201 94 – С. 250-261.

26. Shilei , L. Impact of phase change wall room on indoor thermal environment –in winter [текст] // L. Shilei , Z. Neng , F. Guohui - Energy and Buildings - 2006 - №38 - С. 18-24.

27. Athienitis , AK Investigation of the thermal performance of pasive solar test-room with wall latent heat storage [текст] // AK Athienitis , C. Liu , D. Hawes, D. Banu , D. Feldman - Building and Environmen - 1997 - №32 – С. 405 –410.

28. Banu , D. Evaluation of thermal storage as latent heat in after change material wallboard by differential scanning calorimetry and large scale thermal testing [текст] // D. Banu , D. Feldman, D. Hawes - Thermochemica Acta – 1998 – №317 – С. 39-45.

29. Feldman D. DSC analysis для оцінки енергетичного стирання wall –board [текст] // D. Feldman, D. Banu - Thermochemica Acta – 1996 – №272 – С. 243-251.

30. Scalat , S. Full scale thermal testing latent heat storage in wallboard [текст] // S. Scalat , D. Banu , D. Hawes, J. Paris, F. Haghghata , D. Feldman - Solar Energy Materials and Solar Cells - 1996 - №44 - С. 49-61.

31. Peippo , K. A multicomponent PCM wall optimized для надійного природного висування –ing [текст] // K. Peippo , P. Kauranen , PD Lund - Energy and Buildings - 1991 - №17 - С. 259-270.

32. Lai, C. Heat transfer i thermal storage behaviour gypsum boards в -corporating micro-encapsulated PCM [текст] // C. Lai, RH Chen, C.-Y. Lin - Energy and Buildings - 2010 - № 42 - С. 1259-1266.

33. Alawadhi EM Thermal analysis of building brick containing phase change material gain [текст] // EM Alawadhi - Energy and Buildings - 2008 - №40 - С. 351-357.

34. Castell, A. Experimental study of using PCM in brick constructive solutions -for pasive cooling [текст] // A. Castell, I. Martorell , M. Medrano, G. Perez, LF Cabeza - Energy and Buildings-2010 - №42 - С. 534-540.

35. Vicente, R. Brick masonry walls with PCM macrocapsules : An experimental approach [текст] // R. Vicente, T. Silva - Applied Thermal Engineering - 2014 -№67 - С. 24-34.

36. Haghshenaskashani S. Simulation of Thermal Storage Phase Change Матеріал -в Building [текст] // S. Haghshenaskashani , H. Pasharshahri - Міжнародний журнал цивільного та природознавства - 2009 - №10, ч.3 - С.356-360.

37. Zhang, C. Thermal response of brick wall filled with phase change materials -(PCM) under fluctuating outdoor temperatures [текст] // C. Zhang, Y. Chen, L. Wu, M. Shi - Energy and Buildings - 2011 - № 43 – С. 3514-3520.

38. Huang, M. Застосування validated numerical model для того, щоб підтвердити енергійну надійність потенційного використання змінних матеріалів в архітектурі будівництва [текст] // MJ Huang, PC Eames, NJ Hewitt - Solar Energy Materials and Solar Cells - 2006 - №90-С. 1951–1960.

39. J. Lei. Енергія ефективності будівництва об'ємів integrated with phase change materials for cooling load reduction in tropical Singapore [Текст] // J. Lei, J. Yang, E.-H. Yang - Applied Energy - 2016 №162 - С. 207-217.

40. USE OF MICROENCAPSULATED PCM IN BUILDINGS AND THE EFFECT OF ADDING AWNINGS [Електронний ресурс] - Режим доступу : https://intraweb.stockton.edu/eyos/energy_studies/content/docs/effstock09/Session_8_1%20Sustainable_Comfort_Cooling/64.pdf, (Дата звернення: 19.10.2018).

42. Arce, P. Use microencapsulated PCM в будинках і ефект adding awnings [текст] // P. Arce, C. Castellon, A.Castell , LF Cabeza - Energy and Buildings - 2012 - №44 - С. 88-93 .
43. Thermal energy storage with change materials in building envelopes [Електронний ресурс] - Режим доступу : <http://revistes.iec.cat/index.php/CtS/article/viewFile/370/369>, (Дата звернення: 19.10.2023).
44. Alqallaf , HJ Concrete roof with cylindrical holes containing PCM to reduce the heat gain [текст] // HJ Alqallaf , EM Alawadhi - Energy and Buildings - 2013 - №61 - С. 73-80.
45. Alawadhi , EM Building roof with conical holes containing PCM to reduce the cooling load: Numerical study [текст] // EM Alawadhi , HJ Alqallaf - Energy Conversion and Management - 2011 - №52 - С. 2958-2964.
46. Royon , L. Thermal energy storage and release of new component with PCM for integration in floors for thermal management of buildings [текст] // L. Royona , L. Karima , A. Bontemps - Energy and Buildings - 2013 - №63 - С. 29 –35.
47. Lee, T. Контроль за ознаками глибокого скупчення і відновлення в конкретній [текст] // T. Lee, DW Hawes, D. Banu , D. Feldman - Solar Energy Materials and Solar Cells - 2000 - №62 - С. 217- 237.
48. Pasupathy , A. Діяльність 2-річної фази зміни матеріалу в будівництві ручки для року коло thermal management [текст] // A. Pasupathy , R. Velraj - Energy and Buildings - 2008 - №40 - С. 193-203.
49. Bianco L. Energy assessment of a novel dynamic PCMs заснований соціальний shading: результати від experimental campaign [текст] // L. Bianco , V. Serra, I. Vigna - Energy and Buildings - 2017 - №1 - С. 608- 624.
50. Снежко А.П., Батура Г.М. «Технология строительного производства». Киев 1991г.
51. Дикман Л.Г. «Организация и планирование строительного производства». 1998г.
52. Притула С.Ф. Технологія будівельних процесів: навчальний посібник / С.Ф. Притула– К. : ІЗМН, 1996. – 140 с.