

Об'єкт: "Нове будівництво Миколаївського ліцею №60  
Миколаївської міської ради Миколаївської області за  
адресою: м.Миколаїв, вул.Чорноморська, 1а"

## ПРОЄКТ

### ТОМ 12

Енергетична ефективність будівлі  
62-2023 - ЕЕ

Директор

О.Є. Земляний

Головний  
інженер проекту

А.Ю. Осіпов

м. Миколаїв 2023

|               |             |
|---------------|-------------|
| Інв. №        | Зам. інв. № |
| Підпис і дата |             |

## Зміст

|                                                                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. ЗАГАЛЬНІ ДАНІ.....                                                                                                                                   | 4  |
| 2. ВИХІДНІ ДАНІ.....                                                                                                                                    | 4  |
| Загальна характеристика будинку.....                                                                                                                    | 4  |
| 2.2. Характеристика земельної ділянки, будівлі та розташування об'єктів.....                                                                            | 4  |
| 2.2.1. Системи опалення, вентиляції гарячого водопостачання та освітлення .....                                                                         | 6  |
| 2.2.1.1 Опалення .....                                                                                                                                  | 6  |
| 2.2.1.2 Системи охолодження, кондиціювання, вентиляції.....                                                                                             | 7  |
| 2.2.1.3 Система гарячого водопостачання.....                                                                                                            | 7  |
| 2.2.1.4. Освітлення і електропостачання .....                                                                                                           | 7  |
| 2.2.1.5 Автоматизація інженерних систем.....                                                                                                            | 8  |
| 2.3. Основні об'ємно-планувальні показники.....                                                                                                         | 9  |
| 2.4. Розрахункові кліматичні та теплоенергетичні параметри .....                                                                                        | 9  |
| 3. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ<br>КОНСТРУКЦІЙ .....                                                                            | 11 |
| 3.1. Розрахунок зовнішньої утепленої стіни будівлі .....                                                                                                | 11 |
| 3.2. Розрахунок суміщеного перекриття.....                                                                                                              | 13 |
| 3.3. Розрахунок горищного перекриття .....                                                                                                              | 15 |
| 3.4. Розрахунок підлоги по ґрунту .....                                                                                                                 | 16 |
| 3.5 Розрахунок цокольного поверху .....                                                                                                                 | 17 |
| 3.6     Величини нормативних $R_{gmin}$ та розрахункових $R_{\Sigma np}$ показників з опору теплопередачі<br>зовнішніх огорожувальних конструкцій. .... | 19 |
| 3.7.Об'ємно-планувальні характеристики.....                                                                                                             | 19 |
| 3.8. Визначення показників теплостійкості .....                                                                                                         | 19 |
| 3.9. Визначення показників повітропроникності.....                                                                                                      | 20 |
| 3.10. Оцінка вологісного режиму зовнішньої стіни .....                                                                                                  | 22 |
| 4. ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ НА ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЮ, ГАРЯЧЕ<br>ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ОСВІТЛЕННЯ .....                                                    | 25 |
| 4.1.Опис будівлі .....                                                                                                                                  | 25 |
| 4.2.Зонування будівлі при розрахунку.....                                                                                                               | 25 |
| 4.3.1Сумарна теплопередача трансмісією через зону будівлі .....                                                                                         | 26 |
| 4.3.2. Узагальнені коефіцієнти теплопередачі трансмісією .....                                                                                          | 26 |
| 4.4.1. Сумарна теплопередача вентиляцією через зону будівлі .....                                                                                       | 27 |
| 4.4.2. Узагальнені коефіцієнти теплопередачі вентиляцією .....                                                                                          | 28 |
| 4.5.Внутрішні теплонадходження будівлі.....                                                                                                             | 31 |
| 4.6. Сонячні теплонадходження .....                                                                                                                     | 31 |
| 4.6.1.Загальні сонячні теплонадходження .....                                                                                                           | 32 |
| 4.6.2.Сонячні теплонадходження через елементи будівлі .....                                                                                             | 32 |
| 4.6.3.Еквівалентна площа інсоляції засклених елементів.....                                                                                             | 32 |
| 4.6.4. Еквівалентна площа інсоляції непрозорих елементів будівлі .....                                                                                  | 33 |
| 4.7. Динамічні параметри .....                                                                                                                          | 34 |
| 4.8. Внутрішні умови.....                                                                                                                               | 34 |
| 4.9. Енергопотреби для опалення та охолодження.....                                                                                                     | 35 |
| 4.10.Загальне енергоспоживання при опаленні (підсистеми тепловіддачі/ виділення) .....                                                                  | 36 |
| 4.11. Загальне енергоспоживання при опаленні .....                                                                                                      | 36 |
| 4.12. Загальне енергоспоживання при охолодженні .....                                                                                                   | 36 |
| 4.13. Загальне енергоспоживання при вентиляції.....                                                                                                     | 37 |

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| 4.14. Енергопотреби ГВП .....                     | 38 |
| 4.15. Енергоспоживання ГВП .....                  | 38 |
| 4.16. Енергоспоживання при освітленні .....       | 39 |
| 4.17. Вимоги до показника енергоефективності..... | 40 |
| 5. ЗВЕДЕНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ БУДІВЛІ .....           | 41 |
| 6. НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ .....                     | 49 |

## 1. ЗАГАЛЬНІ ДАНІ

Проект: "Нове будівництво Миколаївського ліцею №60 Миколаївської міської ради Миколаївської області за адресою: м.Миколаїв, вул.Чорноморська, 1а.". Проект розроблений на основі листа-замовлення у відповідності із завданням на проектування, вихідними даними і нормативними документами.

Відповідно до розрахунку, що наведений у пояснювальній записці, об'єкт належить до класу наслідків ССЗ.

## 2. ВИХІДНІ ДАНІ

### Загальна характеристика будинку

|   |                                               |                                                                                                                                          |
|---|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Назва та місцезнаходження об'єкту             | Нове будівництво Миколаївського ліцею №60 Миколаївської міської ради Миколаївської області за адресою: м.Миколаїв, вул.Чорноморська, 1а. |
| 2 | Підстава для проектування                     | Завдання на проектування                                                                                                                 |
| 3 | Вид будівництва                               | Нове будівництво                                                                                                                         |
| 4 | Дані про замовника                            | ТОВ «КОНКОРД ПРОЕКТ»                                                                                                                     |
| 5 | Стадійність проектування                      | Стадія проектування – Проект (П)                                                                                                         |
| 6 | Визначення класу наслідків (відповідальності) | ССЗ                                                                                                                                      |

### 2.2. Характеристика земельної ділянки, будівлі та розташування об'єктів

Призначення будівлі – навчальний заклад. Згідно проекту – будівля має три поверхи.

| № п/п | Показники                          | Характеристика показників, прийняте вирішення                                       |
|-------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Адреса ділянки                     | м.Миколаїв, вул. Чорноморська, 1а.                                                  |
| 2     | Проект                             | Індивідуальний                                                                      |
| 3     | Призначення                        | Навчальний заклад                                                                   |
| 4     | Поверховість                       | 3 поверхи                                                                           |
| 5     | Тип будівлі                        | Односекційна                                                                        |
| 6     | Кліматичний район                  | II район                                                                            |
| 7     | Архітектурний район, панівні вітри | II Південно-східний (Степ);<br>На проєктованій території переважають північні вітри |
| 8     | Використання території в даний час | Не використовується                                                                 |
| 9     | Висота приміщень поверхів          | 3,3 м                                                                               |

|           |     |                |        |      | 62-2023 - ЕЕ       |                     |       |         |
|-----------|-----|----------------|--------|------|--------------------|---------------------|-------|---------|
| №         | Зм. | Прізвище       | Підпис | Дата | Енергоефективність | Стадія              | Аркуш | Аркушів |
| ГІП       |     | Осіпов.        |        |      |                    | П                   | 4     | 50      |
| Перевірив |     | Пригорнев Г.І. |        |      |                    | ФОП Пригорнев Г. І. |       |         |
| Розробив  |     | Докукін І. С.  |        |      |                    |                     |       |         |
|           |     |                |        |      |                    |                     |       |         |

## Конструктивні рішення

Проектом передбачено нове будівництво Миколаївського ліцею №60 Миколаївської міської ради Миколаївської області за адресою: м.Миколаїв, вул.Чорноморська, 1а Конструктивна схема будівлі – каркасна будівля, цегляні несучі поздовжні та попереківі стіни, залізобетонні перекриття.

Зовнішні стіни будівлі запроектовані з силікатної цегли товщиною 510 мм теплопровідністю  $\lambda = 0,87 \text{ Вт/м}^\circ \text{С}$  що в середині опоряджені цементно-піщаною штукатуркою товщиною 30 мм теплопровідністю  $\lambda = 0,93 \text{ Вт/м}^\circ \text{С}$ . Утеплення стін запроектовано системою "мокрий фасад" мінераловатні плити густиною  $\rho = 135 \text{ кг/м}^3$  товщиною 150 мм, теплопровідністю  $\lambda = 0,042 \text{ Вт/м}^\circ \text{С}$  та зовнішнього опорядження облицювальною штукатуркою товщиною 20 мм теплопровідністю  $\lambda = 0,93 \text{ Вт/м}^\circ \text{С}$ . Утеплення цокольної частини стін запроектовано плитами екструдованого пінополістиролу товщиною 100 мм. Стіни спортивного залу існують з каменю-черепашнику товщиною 600 мм теплопровідністю  $\lambda = 0,29 \text{ Вт/м}^\circ \text{С}$ .

Суміщене покриття запроектоване двох типів. Покриття нового корпусу запроектоване на монолітній залізобетонній плиті покриття товщиною 250 мм теплопровідністю  $\lambda = 2,04 \text{ Вт/м}^\circ \text{С}$ . Далі за складом вирівнююча цементно-піщана стяжка товщиною 30 мм теплопровідністю  $\lambda = 0,93 \text{ Вт/м}^\circ \text{С}$ , пароізоляційна мембрана. Утеплення покриття передбачено плитами мінеральної вати "MONROCK MAX E" товщиною 250 мм теплопровідністю  $\lambda = 0,037 \text{ Вт/м}^\circ \text{С}$  а також ухилоутворюючими плитами мінеральної вати "ROCKFALL (KSP)". Опорядження передбачено геотекстилем та ПВХ-мембраною. Покриття спортивного залу сконструйовано по металевим фермам, збірна ребриста залізобетонна панель товщиною 300 мм теплопровідністю  $\lambda = 2,04 \text{ Вт/м}^\circ \text{С}$ . Утеплення покриття передбачено плитами мінеральної вати товщиною 150 мм теплопровідністю  $\lambda = 0,037 \text{ Вт/м}^\circ \text{С}$ . Покрівля опоряджена оцинкованими профільованими листами.

Перекрыття холодного горища запроектоване на залізобетонних плитах перекрыття товщиною 220 мм теплопровідністю  $\lambda = 2,04 \text{ Вт/м}^\circ \text{С}$ . Далі за складом вирівнююча цементно-піщана стяжка товщиною 40 мм теплопровідністю  $\lambda = 0,93 \text{ Вт/м}^\circ \text{С}$ , пароізоляційна мембрана. Утеплення покриття передбачено плитами мінеральної вати "STEPROCK SUPER" товщиною 200 мм теплопровідністю  $\lambda = 0,036 \text{ Вт/м}^\circ \text{С}$ . Опорядження передбачено поліетиленовою плівкою в два шари та цементно-піщана стяжка товщиною 60 мм теплопровідністю  $\lambda = 0,93 \text{ Вт/м}^\circ \text{С}$ .

Підлога по ґрунту опалювального підвалу сконструйована на бетонній підготовці товщиною 100 мм теплопровідністю  $\lambda = 1,86 \text{ Вт/м}^\circ \text{С}$ , монолітна залізобетонна плита фундаменту товщиною 450 мм теплопровідністю  $\lambda = 2,04 \text{ Вт/м}^\circ \text{С}$ , цементно-піщана стяжка товщиною 50 мм теплопровідністю  $\lambda = 0,93 \text{ Вт/м}^\circ \text{С}$ . Чистова підлога виконана з керамічної плитки товщиною 20 мм теплопровідністю  $\lambda = 1,10 \text{ Вт/м}^\circ \text{С}$ . Підлога по ґрунту спортивної зали сконструйована на бетонній підготовці товщиною 100 мм теплопровідністю  $\lambda = 1,86 \text{ Вт/м}^\circ \text{С}$ , цементно-піщана стяжка товщиною 40 мм теплопровідністю  $\lambda = 0,93 \text{ Вт/м}^\circ \text{С}$ . Чистова підлога виконана з спортивного ПВХ-покриття.

Проектом передбачено встановлення світлопрозорих огорожуючих конструкції вікон із конструкцією склопакета - двокамерний із енергозберігаючим напиленням; профільна система з полівінілхлориду (ПВХ).

Зовнішні входні двері існують двох типів:

1. Металеві з утепленням. Коефіцієнт опору теплопередачі  $R = 0,7 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ .
2. Металопластикові з утепленням. Коефіцієнт опору теплопередачі  $R = 0,7 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ .

|   |     |      |        |        |      |  |  |  |  |      |
|---|-----|------|--------|--------|------|--|--|--|--|------|
|   |     |      |        |        |      |  |  |  |  | Арк. |
|   |     |      |        |        |      |  |  |  |  | 5    |
| № | Зм. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |  |  |  |  |      |

62-2023 - ЕЕ

## 2.2.1. Системи опалення, вентиляції гарячого водопостачання та освітлення

### 2.2.1.1 Опалення

Опалення житлової частини будинку та технічних приміщень підвалу передбачено за допомогою настінних електроконвекторів фірми «Термія». Ступінь захисту корпусу електроконвекторів IP24. Опалення вбудованих приміщень №1 та №2, що розташовані на 1-му поверсі житлового будинку передбачається настінними електроконвекторами фірми «Термія». Опалення торгівельної зали, що розташована на 1-му поверсі, проектом передбачено повітряне, суміщене з припливною вентиляцією. Для системи припливної вентиляції суміщеної з повітряним опаленням торгівельної зали, що розташована на 1-му поверсі будинку, передбачено припливна установка з робочим та резервним електродвигунами. Підігрів зовнішнього повітря передбачено за допомогою електрокалорифера, що входить до складу припливної установки. Для підтримання нормативних параметрів внутрішнього повітря у приміщенні паркінгу передбачається припливна вентиляція, яка суміщена з повітряним опаленням. Розрахункова температура внутрішнього повітря в паркінгу +5°C. Технічні приміщення опалюються електроконвекторами. Для системи припливної вентиляції суміщеної з повітряним опаленням передбачено припливна установка з робочим та резервним електродвигунами. Підігрів зовнішнього повітря передбачено за допомогою електрокалорифера, що входить до складу припливної установки. На в'їзді в паркінг передбачено встановлення теплових завіс. Дані системи опалення вказані таблицях 1-3.

**Значення сезонної ефективності виробництва/генерування теплоти Таблиця 1**

| Енергоносій/послуга | Джерело теплозабезпечення                                                                                                                                  | Ефективність, %     |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|                     |                                                                                                                                                            | Починаючи з 2008 р. |
| Опалення            | Центральне якісне регулювання та ІТП з регулюванням теплового потоку, залежним від погодних умов та обмеженням максимальної витрати автоматичними засобами | 93                  |

**Ефективність систем опалення у приміщеннях заввишки не більше ніж 4 м (будівлі зі значним внутрішнім об'ємом) Таблиця 2**

| Впливовий фактор                           |                       | Складові загального рівня ефективності |              |              |
|--------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------|--------------|--------------|
|                                            |                       | $\eta_{str}$                           | $\eta_{ctr}$ | $\eta_{emb}$ |
| Регулювання температури повітря приміщення | П-регулювання (1 K**) |                                        | 0,95         |              |
| Система опалення                           | Радіаторна            | 0,905                                  |              | 1            |

Коефіцієнт, що враховує гідравлічне налагодження системи

Таблиця 3

| Тип системи | Впливовий фактор                                                                                                                                                                                                                     | $f_{hydr}$ |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Двотрубна   | Двотрубна. Система налагоджена. Наявне автоматичне регулювання перепаду тиску в терморегуляторах або електронних регуляторах витрати теплоносія на опалювальних приладах (автоматичних регуляторах температури повітря у приміщенні) | 0,98       |

### 2.2.1.2 Системи охолодження, кондиціювання, вентиляції

В корпусі початкової школи запроєктована вентиляція з механічним спонуканням за допомогою вентиляційних установок з рекуперацією тепла та каналних вентиляторів фірми ВЕНТС. Устаткування має тихі та економічні вентилятори. Для забезпечення стійкої витяжки, передбачається установка вентиляційних систем В1-В4. Вентиляційні решітки в санітарних вузлах та класних кімнатах прийняті фірми ВЕНТС. Повітроводи систем вентиляції прийняті класу В, з тонколистової оцинкованої сталі. Передбачено вогнезахист транзитних повітропроводів систем примусової вентиляції за допомогою вогнезахисного покриття для сталевих повітропроводів Ендодерм 210104.

Для створення комфортних умов влітку, у припливно-витяжних установках передбачається блок охолодження. Установки передбачаються в комплекті з автоматикою та щитом управління ІР65. Для зменшення шуму відразу після установок на повітропроводах встановлені шумоглушники.

### 2.2.1.3 Система гарячого водопостачання

Основним джерелом гарячого водопостачання є електричні водонагрівачі. Температурний графік 50 °С. Тип системи - тупикова (без циркуляційного трубопроводу). Облік за спожиту гарячу воду - відсутній. Трубопроводи системи ГВП прокладені в опалювальній частині будівлі. Циркуляційні трубопроводи проектом ВК не передбачено.

Значення сезонної ефективності виробництва/генерування теплоти

Таблиця 3

| Енергоносії     | Джерело теплозабезпечення         | Починаючи з 2008 р. |
|-----------------|-----------------------------------|---------------------|
| Централізований | Електричні проточні водонагрівачі | 94                  |

Впливові фактори енергоефективності системи гарячого водопостачання

Таблиця 4

| Впливовий фактор                               | Деталізація впливового фактору                                 |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Протяжність трубопроводів                      | 250 м                                                          |
| Розташування трубопроводів та їх теплоізоляція | В опалювальній частині будівлі<br>Поліпропіленові трубопроводи |
| Тип системи                                    | Циркуляція відсутня                                            |
| Тип джерела енергії                            | Централізований                                                |
| Регулювання витoku                             | Ручне                                                          |

### 2.2.1.4. Освітлення і електропостачання

В якості джерел освітлення для загального та аварійного освітлення прийняті оптимальні

|   |     |      |        |        |      |  |  |  | Арк. |
|---|-----|------|--------|--------|------|--|--|--|------|
|   |     |      |        |        |      |  |  |  | 7    |
| № | Зм. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |  |  |  |      |

енергоефективні освітлювальні рішення на основі світлодіодних джерел освітлення (LED технології). Величина освітленості прийнята згідно ДБН В.2.5-28:2018. Світильники прийняті відповідно до призначення приміщення.

### 2.2.1.5 Автоматизація інженерних систем

Характеристика автоматизації інженерних систем будівлі приведена в таблиці 6.

Таблиця 6

| Характеристика                                                                                              | Варіанти деталізації характеристики                                                                               | Клас енергетичної ефективності |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| <b>Системи опалення та охолодження</b>                                                                      |                                                                                                                   |                                |
| Управління та моніторинг виділення енергії                                                                  | Місцеве автоматичне управління та моніторинг приміщення за допомогою терморегуляторів або електронного контролера | C                              |
| Управління та моніторинг розподілення за температурою теплоносія у подавальному або зворотному трубопроводі | Управління та моніторинг за внутрішньою температурою повітря приміщень                                            | C                              |
| Управління та моніторинг циркуляційних, змішувальних та циркуляційно-змішувальних насосів                   | Двопозиційне управління та моніторинг                                                                             | C                              |
| Управління та моніторинг періодичності зниження виділення енергії системою та/або розподілення теплоносія   | Автоматичне програмоване управління та моніторинг за розкладом                                                    | C                              |
| Управління та моніторинг джерела енергії                                                                    | За змінною температурою залежно від погодних умов                                                                 | C                              |
| Упорядкування джерел енергії                                                                                | Пріоритетність, що базується на навантаженнях та потужності джерела енергії                                       | C                              |
| <b>Системи вентиляції та кондиціонування</b>                                                                |                                                                                                                   |                                |
| Управління та моніторинг повітряного потоку в приміщенні                                                    | Управління та моніторинг за періодами часу                                                                        | C                              |
| Управління та моніторинг витрати повітря при його підготовці                                                | Двопозиційне управління та моніторинг за періодом часу                                                            | C                              |
| Управління та моніторинг захисту теплообмінника від переохолодження                                         | Наявне управління та моніторинг захисту від переохолодження                                                       | C                              |
| Управління та моніторинг захисту теплообмінника від перегрівання                                            | Управління та моніторинг захисту теплообмінника від перегрівання                                                  | C                              |
| Використання повітря з низькою температурою у системах охолодження з механічним спонуканням                 | Використання зовнішнього повітря з низькою температурою в нічний період часу                                      | C                              |
| Управління та моніторинг температури припливного повітря                                                    | 3 постійним значенням заданої температури                                                                         | C                              |
| Управління та моніторинг вологості                                                                          | Обмеження вологості припливного повітря                                                                           | C                              |
| <b>Системи освітлення</b>                                                                                   |                                                                                                                   |                                |
| Управління та моніторинг за присутності людей у приміщенні                                                  | Ручне включення/виключення                                                                                        | C                              |

|                                                                                                               |                                 |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---|
| Управління та моніторинг зовнішнього денного освітлення                                                       | Ручне                           | A |
| <i>Локальна система автоматизації</i>                                                                         |                                 |   |
| Система автоматизації та управління будівлею                                                                  | Відсутня локальна автоматизація | B |
| <i>Технічний моніторинг та управління будівлею</i>                                                            |                                 |   |
| Визначення несправностей систем та забезпечення допомоги в їх діагностиці                                     | Відсутнє                        | C |
| Формування звітів щодо енергоспоживання та зовнішніх параметрів, а також можливості зниження енергоспоживання | Відсутнє                        | C |

### 2.3. Основні об'ємно-планувальні показники

Площі зовнішніх огорожувальних конструкцій, кондиціонована (опалювальна) площа і кондиціонований об'єм приймаються на підставі проектних даних з застосуванням правил їх визначення на підставі вимог розділу 6 [8] і розділу 3 [27].

$A_{\Sigma}$  – загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій;  $A_{\Sigma} = 3\,750,00\text{ м}^2$ ;

$A_i$  – загальна площа непрозорих стінових зовнішніх огорожувальних конструкцій;

$A_i = 1\,469,24\text{ м}^2$ ;

$A_{cci}$  – загальна площа суміщеного перекриття;  $A_{ci} = 735,00\text{ м}^2$ ;

$A_{wi}$  – площа зовнішніх світлопрозорих огорожувальних конструкцій;  $A_{wi} = 271,40\text{ м}^2$ ;

$A_{fdi}$  – загальна площа зовнішніх входних дверей;  $A_{fdi} = 20,36\text{ м}^2$ ;

$A$  – площа перекриття холодного горища;  $A = 292,00\text{ м}^2$ ;

$A$  – площа підлоги по ґрунту опалювального підвалу ;  $A = 681,00\text{ м}^2$ ;

$A$  – площа підлоги по ґрунту спортивної зали;  $A = 281\text{ м}^2$ ;

### 2.4. Розрахункові кліматичні та теплоенергетичні параметри

Місце будівництва: м. Миколаїв. Розрахункові параметри зовнішнього повітря приймаються по м. Миколаїв:

1. Архітектурно-будівельне кліматичне районування (згідно ДСТУ Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія») – II – Південно-східний.

2. Температурна зона (згідно ДБН В.2.6-31:2021) – II.

3. Зона вологості ( ДБН В.2.6-220:2017) – «Нормальна».

4. Розрахункова температура зовнішнього повітря –  $-19^{\circ}\text{C}$ .

5. Абсолютний мінімум температури повітря –  $-23^{\circ}\text{C}$ .

6. Абсолютний максимум температури повітря –  $+30^{\circ}\text{C}$

7. Середньорічна температура повітря –  $+10,1^{\circ}\text{C}$ .

8. Середньорічна кількість атмосферних опадів – 53,5мм.

10. Максимальна глибина промерзання ґрунту – 600мм.

11. Пануючий напрям вітру – Північні вітри.

12. Клас відповідальності об'єкту – СС3 (ДБН В.1.2-14:2018,табл.1).

13. Середня температура періоду з середньодобовою температурою  $8^{\circ}\text{C}$  (середня температура опалювального періоду  $t_{опз}$ ) –  $1,1^{\circ}\text{C}$

14. Тривалість періоду з середньодобовою температурою повітря  $<8^{\circ}\text{C}$  (тривалість

|   |     |      |        |        |      |              |      |
|---|-----|------|--------|--------|------|--------------|------|
|   |     |      |        |        |      | 62-2023 - ЕЕ | Арк. |
| № | Зм. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |              | 9    |

опалювального періоду) –161 діб

15. Кількість градусо-діб опалювального періоду – 3042,9 градусо-діб

16. Скоригована температура внутрішнього повітря – +20°C

17. Розрахункова температура зовнішнього повітря для II кліматичної зони – -19°C

18. Нормативне значення приведенного опору теплопередачі  $R_{gmin}, m^2 \cdot K/Wt$ :

– для зовнішніх стін – 3,50  $m^2 \cdot K/Wt$

– для перекриття плоского даху – 6,00  $m^2 \cdot K/Wt$

– для горищного перекриття – 5,50  $m^2 \cdot K/Wt$

– для світлопрозорих огорожувальних конструкцій – 0,7  $m^2 \cdot K/Wt$

– для входних дверей – 0,6  $m^2 \cdot K/Wt$ .

|   |     |      |        |        |      |              |      |
|---|-----|------|--------|--------|------|--------------|------|
|   |     |      |        |        |      | 62-2023 - EE | Арк. |
|   |     |      |        |        |      |              | 10   |
| № | Зм. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |              |      |

### 3. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

#### 3.1. Розрахунок зовнішньої утепленої стіни будівлі

Для розрахунку приймаємо таку конструкцію стіни:

1. Внутрішнє опорядження штукатуркою,  $\delta = 30$  мм,  $\lambda = 0,93$  Вт/(м·К);
2. Силікатна цегла,  $\delta = 510$  мм,  $\lambda = 0,87$  Вт/(м·К);
3. Утеплювач – плити мінераловатні,  $\delta = 150$  мм,  $\lambda = 0,042$  Вт/(м·К);
4. Вирівнюючий шар декоративної штукатурки,  $\delta = 20$  мм,  $\lambda = 0,93$  Вт/(м·К);

Для розрахунку опору теплопередачі термічно однорідної частини конструкції користуємося формулою 2 [9]:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^I R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^I \frac{d_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{h_{se}};$$

Де  $h_{si} = 8,7$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції згідно додатку Б таблиці Б [9];

Де  $h_{se} = 23$  – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції згідно додатку Б таблиці Б [9];

$R_i$  – тепловий опір і-ого шару конструкції, м<sup>2</sup>·К/Вт;

$d_i$  – товщина і-ого шару конструкції, м;

$\lambda_{ip}$  – теплопровідність матеріалу і-ого шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації (розрахункова теплопровідність), приймають згідно додатку А, таблиці А.1 [9] Вт/(м·К);

$i-I$  – кількість шарів огорожувальної конструкції.

$$R_1 = \frac{1,00}{8,7} + \frac{0,030}{0,93} + \frac{0,510}{0,87} + \frac{0,150}{0,042} + \frac{0,020}{0,93} + \frac{1,00}{23,0} = 4,37 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт};$$

Для розрахунку приймаємо таку конструкцію стіни другого типу:

1. Камінь-черепашник,  $\delta = 600$  мм,  $\lambda = 0,29$  Вт/(м·К);

$$R_2 = \frac{1,00}{8,7} + \frac{0,600}{0,29} + \frac{1,00}{23,0} = 2,23 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт};$$

У розрахунку приведенного опору теплопередачі враховується вплив точкових включень – кріплення мінеральної вати дюбелями, кількість яких складає 6 шт на 1 м<sup>2</sup> стіни. Також враховується вплив лінійних включень – довжини віконних відкосів перемички, примикання, вузли кутового сполучення, довжину рядового примикання світлопрозорих огорожувальних конструкцій будівлі, лінійні та точкові коефіцієнти теплопередачі було визначено згідно додатку Г, Д, [9]. Кількість включень та коефіцієнти теплопередачі наведено у таблиці 7.

|   |     |      |        |        |      |              |      |
|---|-----|------|--------|--------|------|--------------|------|
|   |     |      |        |        |      | 62-2023 - ЕЕ | Арк. |
| № | Зм. | Арк. | Недок. | Підпис | Дата |              | 11   |

Таблиця 7

| Найменування теплопровідного включення | Протяжність, м | Кількість, шт | Лінійний коефіцієнт теплопередачі, $\Psi_m$ , Вт(м·К) | Точковий коефіцієнт теплопередачі, $X_j$ , Вт/К |
|----------------------------------------|----------------|---------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Віконний відкос перемички              | 101,38         | -             | 0,081                                                 | -                                               |
| Віконний відкос підвіконня             | 101,38         | -             | 0,064                                                 | -                                               |
| Рядове примикання                      | 273,72         | -             | 0,071                                                 | -                                               |
| Дюбель кріплення                       | -              | 8 815         | -                                                     | 0,005                                           |

Розрахунок приведенного опору теплопередачі термічно неоднорідної непрозорої огорожувальної конструкції розраховується за формулою 1 [9]:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\sum_i \left( \frac{A_i}{R_{\Sigma i}} \right) + \sum_m (I_m \cdot \psi_m) + \sum_j (N_j \cdot X_j)}$$

Де  $A_{\Sigma}$  - загальна площа огорожувальної конструкції, обчислена за внутрішнім виміром із додаванням площ внутрішніх укосів та відніманням площ прорізів  $\text{м}^2$ ;

$A_i$  – площа і-ої термічно однорідної частини непрозорої конструкції, що не містить площ внутрішніх укосів прорізів та площі ділянок зовнішніх огорожень будівлі, які контактують з іншими теплопровідними включеннями,  $\text{м}^2$ ;

$R_{\Sigma}$  - опір теплопередачі і-ої термічно однорідної частини конструкції,  $\text{м}^2 \text{ К/Вт}$  ;

$\Psi_m$  – лінійний коефіцієнт теплопередачі m-го лінійного теплопровідного включення  $\text{Вт(м·К)}$ ;

$I_m$  – лінійний розмір (проекція) m-го лінійного теплопровідного включення, м;

$X_j$  – точковий коефіцієнт теплопередачі j-го точкового теплопровідного включення,  $\text{Вт/К}$ ;

$N_j$ - загальна кількість j-их точкових теплопровідних включень, що розташовані на загальній площі огорожувальної конструкції без урахування площ внутрішніх укосів прорізів, шт.

Загальна площа відкосів становить  $142,94 \text{ м}^2$ ;

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{1\,612,18}{\frac{979,24}{4,37} + \frac{490,00}{2,23} + 101,38 \cdot 0,081 + 101,38 \cdot 0,064 + 273,72 \cdot 0,071 + 8\,815 \cdot 0,005} = 2,81 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$$

Приведений коефіцієнт теплопередачі і-ого елемента оболонки будівлі для непрозорих огорожувальних конструкцій визначають за формулою 22 [8]:

$$U = \frac{1}{R_{\Sigma \text{ пр}}} = \frac{1}{2,81} = 0,36 \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{К)}$$

Приведений опір теплопередачі вікон становить згідно з проєктними даними  $0,70 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$ , що **відповідає мінімальним вимогам** ДБН В.2.6-31:2021.

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій, що опалюються, згідно п. 5.1 [1] обов'язкове виконання умови:

|   |     |      |        |        |      |              |      |
|---|-----|------|--------|--------|------|--------------|------|
|   |     |      |        |        |      | 62-2023 - ЕЕ | Арк. |
| № | Зм. | Арк. | Недок. | Підпис | Дата |              | 12   |

$$\Delta\theta_{int-si} \leq \Delta\theta_{int-si,max};$$

Де  $\Delta\theta_{int-si}$  – різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції за внутрішніми розмірами, °С;

$\Delta\theta_{int-si,max}$  – допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції за внутрішніми розмірами, °С.

Для огорожувальних конструкцій з коефіцієнтом скління менше 0,30 різниця температур  $\theta_{int-si}$  розраховують за формулою К1 [9]

$$\theta_{int-si} = \theta_{int} - \theta_{si,пр,H};$$

Де  $\theta_{int}$  – задана внутрішня температура на опалення визначена згідно таблиці 16[8], °С;

$$\theta_{int-si} = 20 - 18,40 = 1,60;$$

$$1,60 \leq 4;$$

Умова п. 5.1 [1] **виконана**.

Визначаємо приведену температуру на внутрішній поверхні зовнішньої стіни за формулою К.2 [9]:

$$\theta_{si,пр,H} = \frac{\sum_i (\theta_{si,H,i} \cdot A_{si,H,i})}{A_{si,\Sigma,H}};$$

Де  $\theta_{si,H,i}$  та  $A_{si,H,i}$  – середня температура внутрішньої поверхні °С, та площа м<sup>2</sup>, непрозорої конструкції;

$A_{si,\Sigma,H}$  – загальна площа внутрішньої поверхні м<sup>2</sup>, зовнішньої непрозорої огорожувальної конструкції.

$$\theta_{si,пр,H} = \frac{(18,40 \cdot 1\,469,24)}{1\,469,24} = 18,40^\circ\text{C};$$

Визначаємо середню температуру на внутрішній поверхні непрозорої огорожувальної конструкції згідно формули К.3 [9]:

$$\theta_{si,H,i} = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_{\Sigma пр,H} \cdot h_{si}};$$

Де  $\theta_{ext}$  – розрахункове значення температури зовнішнього повітря, прийнятого згідно додатком Б [1] °С;

$$\theta_{si,H,i} = 20 - \frac{20 - (-19)}{2,81 \cdot 8,7} = 18,40^\circ\text{C};$$

Приведений опір теплопередачі зовнішніх стін **відповідає** мінімальним вимогам згідно ДБН В.2.6-31:2021 згідно пункту 5.2.1.

### 3.2. Розрахунок суміщеного перекриття

|   |     |      |        |        |      |              |      |
|---|-----|------|--------|--------|------|--------------|------|
|   |     |      |        |        |      | 62-2023 - ЕЕ | Арк. |
| № | Зм. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |              | 13   |

Для розрахунку приймаємо таку конструкцію перекриття першого типу:

1. Залізобетонна плита покриття,  $\delta = 250$  мм,  $\lambda = 2,04$  Вт/(м·К);
2. Шар армованої цементно-піщаної сятжки  $\delta = 30$  мм,  $\lambda = 0,93$  Вт/(м·К);
3. Утеплення, плити мінеральної вати "MONROCK MAX E"  $\delta = 250$  мм,  $\lambda = 0,037$  Вт/(м·К);
- 4.

Для розрахунку опору теплопередачі термічно однорідної частини конструкції користуємося формулою 2 [9]:

$$R_1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^I R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1,00}{10,0} + \frac{0,250}{2,04} + \frac{0,030}{0,93} + \frac{0,250}{0,037} + \frac{1,00}{23,0} = 7,05, \text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт};$$

Де  $h_{si} = 10,0$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції згідно додатку Б таблиці Б [9];

Де  $h_{se} = 23,0$  – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції згідно додатку Б таблиці Б [9];

Для розрахунку приймаємо таку конструкцію перекриття другого типу:

1. Залізобетонні плити перекриття,  $\delta = 220$  мм,  $\lambda = 2,04$  Вт/(м·К);
2. Утеплювач мінераловатний  $\delta = 150$  мм,  $\lambda = 0,037$  Вт/(м·К);

$$R_2 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^I R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1,00}{10,0} + \frac{0,220}{2,04} + \frac{0,150}{0,037} + \frac{1,00}{23,0} = 4,30, \text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт};$$

Визначаємо приведений опір теплопередачі :

$$R_{np} = \frac{735,00}{\frac{454,00}{7,07} + \frac{281,00}{4,34}} = 5,70, \text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт};$$

Приведений коефіцієнт теплопередачі і-ого елемента оболонки будівлі для непрозорих огорожувальних конструкцій визначають за формулою 22 [8]:

$$U = \frac{1}{R_{\Sigma, np}} = \frac{1}{5,70} = 0,18 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій, що опалюються, згідно п. 5.1 [1] обов'язкове виконання умови:

$$\Delta\theta_{int-si} \leq \Delta\theta_{int-si, max};$$

Де  $\Delta\theta_{int-si, max}$  становить  $2,0$  °С згідно таблицею 3 [1];

Визначаємо середню температуру на внутрішній поверхні конструкції за формулою К.3 [9]:

$$\theta_{si, H, i} = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_{\Sigma np} \cdot h_{si}} = 20 - \frac{20 - (-19)}{5,70 \cdot 10,0} = 19,31^\circ\text{C};$$

Різниця температур між внутрішньою поверхнею конструкції та температурою заданою на опалення складає:  $20 - 19,31 = 0,69$  °С;

$$0,69 \leq 2;$$

|   |     |      |        |        |      |              |      |
|---|-----|------|--------|--------|------|--------------|------|
|   |     |      |        |        |      | 62-2023 - ЕЕ | Арк. |
| № | Зм. | Арк. | Недок. | Підпис | Дата |              | 14   |

Умова п. 5.1 [1] **виконана**.

Приведений опір теплопередачі перекриття **відповідає мінімальним вимогам** ДБН В.2.6-31:2021 згідно пункту 5.2.1.

### 3.3. Розрахунок горищного перекриття

Для розрахунку приймаємо таку конструкцію перекриття:

1. Залізобетонна плита перекриття,  $\delta = 220$  мм,  $\lambda = 2,04$  Вт/(м·К);
2. Шар армованої цементно-піщаної сятжки  $\delta = 40$  мм,  $\lambda = 0,93$  Вт/(м·К);
3. Утеплення, плити мінеральної вати  $\delta = 200$  мм,  $\lambda = 0,037$  Вт/(м·К);
4. Шар армованої цементно-піщаної сятжки  $\delta = 60$  мм,  $\lambda = 0,93$  Вт/(м·К);

Для розрахунку опору теплопередачі термічно однорідної частини конструкції користуємося формулою 2 [9]:

$$R_1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^I R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1,00}{10,0} + \frac{0,220}{2,04} + \frac{0,040}{0,93} + \frac{0,200}{0,037} + \frac{0,060}{0,93} + \frac{1,00}{6,0} = 6,04, \text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт};$$

Де  $h_{si} = 10,0$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції згідно додатку Б таблиці Б [9];

Де  $h_{se} = 6,0$  – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції згідно додатку Б таблиці Б [9];

Приведений коефіцієнт теплопередачі  $i$ -ого елемента оболонки будівлі для непрозорих огорожувальних конструкцій визначають за формулою 22 [8]:

$$U = \frac{1}{R_{\Sigma, \text{np}}} = \frac{1}{6,04} = 0,16 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій, що опалюються, згідно п. 5.1 [1] обов'язкове виконання умови:

$$\Delta\theta_{\text{int-si}} \leq \Delta\theta_{\text{int-si, max}};$$

Де  $\Delta\theta_{\text{int-si, max}}$  становить  $3,0$  °С згідно таблицею 3 [1];

Визначаємо середню температуру на внутрішній поверхні конструкції за формулою К.3 [9]:

$$\theta_{\text{si, H, i}} = \theta_{\text{int}} - \frac{\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{ext}}}{R_{\Sigma \text{npH}} * h_{\text{si}}} = 20 - \frac{20 - (-19)}{6,03 * 10,0} = 19,35^\circ \text{C};$$

Різниця температур між внутрішньою поверхнею конструкції та температурою заданою на опалення складає:  $20 - 19,35 = 0,65$  °С;

$$0,65 \leq 3;$$

|   |     |      |        |        |      |              |      |
|---|-----|------|--------|--------|------|--------------|------|
|   |     |      |        |        |      | 62-2023 - ЕЕ | Арк. |
| № | Зм. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |              | 15   |

Умова п. 5.1 [1] **виконана**.

Приведений опір теплопередачі перекриття **відповідає мінімальним вимогам** ДБН В.2.6-31:2021.

### 3.4. Розрахунок підлоги по ґрунту

Коефіцієнт теплопередачі підлоги по ґрунту  $U$ , Вт/(м<sup>2</sup> К), визначають згідно додатку Б [8] за формулами :

- (Б.1) якщо  $d_t < B'$

$$U = \frac{2\lambda}{\pi B' + d_t} \ln \left( \frac{\pi B'}{d_t} + 1 \right);$$

- (Б.2) якщо  $d_t \geq B'$

$$U = \frac{\lambda}{0,457B' + d_t}.$$

У даному випадку коефіцієнт теплопередачі підлоги по ґрунту дорівнює:

$$U = U = \frac{2\lambda}{\pi B' + d_t} \ln \left( \frac{\pi B'}{d_t} + 1 \right) = U = \frac{2 \cdot 1,5}{3,14 \cdot 9,85 + 1,72} \ln \left( \frac{3,14 \cdot 9,85}{1,72} + 1 \right) = 0,27 \text{ Вт/(м}^2 \text{ К)}.$$

де  $B'$  – характерний розмір підлоги, що дорівнює відношенню площі підлоги на половину периметра підлоги за формулою Б.3[8]:

$$B' = \frac{A}{0,5P} = \frac{281,00}{0,5 \cdot 57,00} = 9,85;$$

$d_t$  – еквівалентна товщина підлоги, яку розраховують за формулою Б.4[8]:

$$d_t = w + \lambda(R_{si} + R_f + R_{se}) = 0,66 + 1,5 \cdot (0,043 + 0,50 + 0,17) = 1,72;$$

де  $A$  - площа підлоги, м<sup>2</sup>;

$P$  - зовнішній периметр підлоги, м;

$w$  - загальна товщина зовнішньої стіни, включаючи всі шари, м;

$\lambda$  - теплопровідність ґрунту, приймають згідно з таблицею Б.1, Вт/(м К);

$R_{si}$  - тепловий внутрішній поверхневий опір, приймають згідно з таблицею Б.2, м<sup>2</sup> К/Вт;

$R_f$  - термічний опір підлоги включаючи всі шари, м<sup>2</sup>К/Вт:

$R_{se}$  - тепловий зовнішній поверхневий опір, приймають згідно з таблицею Б.2, м<sup>2</sup> К/Вт.

Для розрахунку приймаємо таку конструкцію підлоги з конструктивними шарами:

1. Бетонна підготовка,  $\delta = 100$  мм,  $\lambda = 1,86$  Вт/(м·К);
2. Вирівнюючий шар стяжки цементно-піщаної,  $\delta = 40$  мм,  $\lambda = 0,93$  Вт/(м·К);
3. Спортивне ПВХ покриття,  $\delta = 20$  мм,  $\lambda = 0,33$  Вт/(м·К);

|   |     |      |        |        |      |              |      |
|---|-----|------|--------|--------|------|--------------|------|
|   |     |      |        |        |      | 62-2023 - ЕЕ | Арк. |
| № | Зм. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |              | 16   |

Для розрахунку опору теплопередачі термічно однорідної частини конструкції користуємося формулою 2 [9]:

$$R_f = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^I R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1,00}{5,9} + \frac{0,100}{1,86} + \frac{0,040}{0,93} + \frac{0,020}{0,33} + \frac{0,01}{1,1} + \frac{1,00}{6} = 0,50, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт};$$

де  $h_{si} = 5,9$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожуючої конструкції згідно додатку Б таблиці Б [9];

де  $h_{se} = 6,0$  – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожуючої конструкції згідно додатку Б таблиці Б [9];

Стационарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту розраховують за формулою Б.5 [8] :

$$H_g = A \cdot U + P \cdot \psi_g = 281 \cdot 0,27 + 57,00 \cdot 0,86 = 124,89 \text{ Вт/К},$$

де  $\psi_g$  – лінійний коефіцієнт теплопередачі вузла сполучення конструкції підлоги на ґрунті із зовнішньою стіною що визначають згідно [9], додатку Г.

Приведений опір теплопередачі підлоги на ґрунті розраховують через узагальнений коефіцієнт теплопередачі за формулою Б.25:

$$R_{пр} = \frac{A}{H_g} = \frac{281}{124,89} = 2,24 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}.$$

### 3.5 Розрахунок цокольного поверху

Коефіцієнт теплопередачі підлоги по ґрунту  $U_{Bf}$ , Вт/(м<sup>2</sup> К), визначають згідно додатку Б[8] за формулами:

- (Б.12) якщо  $d_t + 0,5z < B'$

$$U_{Bf} = \frac{2\lambda}{\pi B' + d_t + 0,5z} \ln \left( \frac{\pi B'}{d_t + 0,5z} + 1 \right);$$

- (Б.13) якщо  $d_t + 0,5z \geq B'$

$$U_{Bf} = \frac{\lambda}{0,457B' + d_t + 0,5z}.$$

Де Z – висота стін, що контактують з ґрунтом, м.

У даному випадку коефіцієнт теплопередачі підлоги по ґрунту дорівнює:

$$U_{Bf} = \frac{2\lambda}{\pi B' + d_t + 0,5z} \ln \left( \frac{\pi B'}{d_t + 0,5z} + 1 \right) = U_{Bf} = \frac{2 \cdot 1,5}{3,14 \cdot 11,25 + 1,85 + 0,5 \cdot 3,3} \ln \left( \frac{3,14 \cdot 11,25}{1,85 + 0,5 \cdot 3,3} + 1 \right) = 0,18 \text{ Вт/(м}^2 \text{ К)}.$$

$$B' = \frac{A}{0,5P} = \frac{681,00}{0,5 \cdot 121,00} = 11,25;$$

$$d_t = w + \lambda(R_{si} + R_f + R_{se}) = 0,51 + 1,5 \cdot (0,043 + 0,68 + 0,17) = 1,85;$$

|   |     |      |        |        |      |              |      |
|---|-----|------|--------|--------|------|--------------|------|
|   |     |      |        |        |      | 62-2023 - ЕЕ | Арк. |
| № | Зм. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |              | 17   |

Для розрахунку приймаємо таку конструкцію підлоги з конструктивними шарами:

1. Бетонна підготовка,  $\delta = 100$  мм,  $\lambda = 1,86$  Вт/(м·К);
2. Монолітна залізобетонна плита фундаменту  $\delta = 450$  мм,  $\lambda = 2,04$  Вт/(м·К);
3. Вирівнюючий шар стяжки цементно-піщаної,  $\delta = 50$  мм,  $\lambda = 0,93$  Вт/(м·К);
4. Керамічна плитка,  $\delta = 20$  мм,  $\lambda = 1,1$  Вт/(м·К);

Для розрахунку опору теплопередачі термічно однорідної частини конструкції підлоги опалювального підвалу користуємося формулою 2 [9]:

$$R_f = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^I R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1,00}{5,9} + \frac{0,100}{1,86} + \frac{0,450}{2,04} + \frac{0,050}{0,93} + \frac{0,020}{1,10} + \frac{1,00}{6} = 0,68, \text{м}^2 \cdot \text{К/Вт};$$

де  $h_{si} = 5,9$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожуючої конструкції згідно додатку Б таблиці Б [9];

де  $h_{se} = 6,0$  – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожуючої конструкції згідно додатку Б таблиці Б [9];

Для розрахунку приймаємо таку конструкцію стіни опалювального підвалу:

1. Силікатна цегла,  $\delta = 510$  мм,  $\lambda = 0,87$  Вт/(м·К);

Для розрахунку опору теплопередачі термічно однорідної частини конструкції користуємося формулою 2 [9]:

$$R_w = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^I R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1,00}{8,7} + \frac{0,510}{0,87} + \frac{1,00}{6,0} = 0,86, \text{м}^2 \cdot \text{К/Вт};$$

де  $h_{si} = 8,7$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожуючої конструкції згідно додатку Б таблиці Б [9];

де  $h_{se} = 6,0$  – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожуючої конструкції згідно додатку Б таблиці Б [9];

Коефіцієнт теплопередачі стін, що контактують із ґрунтом розраховують за формулу Б.14[8]:

$$U_{bw} = \frac{2\lambda}{\pi z} \left( 1 + \frac{0,5d_w}{d_w + z} \right) \ln \left( \frac{z}{d_w} + 1 \right) = \frac{2 \cdot 1,5}{3,14 \cdot 3,3} \left( 1 + \frac{0,5 \cdot 1,62}{1,62 + 3,3} \right) \ln \left( \frac{3,3}{1,62} + 1 \right) = 4,07$$

Де -  $d_w$  – еквівалентна сумарна товщина стін, що контактують із ґрунтом, розраховують за формулою Б.15[8]:

$$d_w = \lambda(R_{si} + R_w + R_{se}) = 1,5 \cdot (0,043 + 0,86 + 0,17) = 1,62$$

Де –  $R_w$  – сумарний термічний опір стін, що контактують з ґрунтом;

Стационарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту розраховують за формулою Б.16[8]:

$$H_g = A \cdot U_{bf} + P \cdot z \cdot U_{bw} + P \cdot \psi_g = 681,00 \cdot 0,18 + 3,3 \cdot 121,00 \cdot 4,07 + 121,00 \cdot 0,86 = 1860,83 \text{ Вт/К},$$

де  $\psi_g$  – лінійний коефіцієнт теплопередачі вузла сполучення конструкції підлоги на ґрунті

|   |     |      |        |        |      |              |      |
|---|-----|------|--------|--------|------|--------------|------|
|   |     |      |        |        |      | 62-2023 - ЕЕ | Арк. |
| № | Зм. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |              | 18   |

із зовнішньою стіною.

Приведений опір теплопередачі підлоги на ґрунті розраховують через узагальнений коефіцієнт теплопередачі за формулою Б.17[8]:

$$R_{\text{пр}} = \frac{A}{(A \cdot U_{bf} + 0,5P \cdot \psi_g)} = \frac{681,00}{(681,00 \cdot 0,18 + 0,5 \cdot 121 \cdot 0,86)} = 3,90 \text{ м}^2 \text{ К/Вт.}$$

Приведений опір теплопередачі стіни, що контактує з ґрунтом розраховують через узагальнений коефіцієнт теплопередачі за формулою Б.18[8]:

$$R_{\text{пр}} = \frac{z}{(z \cdot U_{bw} + 0,5\psi_g)} = \frac{3,3}{(3,3 \cdot 4,07 + 0,5 \cdot 0,86)} = 0,23 \text{ м}^2 \text{ К/Вт.}$$

### 3.6 Величини нормативних $R_{gmin}$ та розрахункових $R_{\Sigma пр}$ показників з опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій.

| Найменування конструкції                | Нормативний опір теплопередачі, $R_{g min}$ , $\text{м}^2 \text{ К/Вт}$ | Розрахунковий опір теплопередачі $R_{\Sigma пр}$ , $\text{м}^2 \text{ К/Вт}$ |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Зовнішні стіни                          | 3,5                                                                     | 2,81                                                                         |
| Світлопрозорі огорожувальні конструкції | 0,7                                                                     | 0,70                                                                         |
| Перекрыття суміщене                     | 6                                                                       | 5,70                                                                         |
| Зовнішні двері                          | 0,6                                                                     | 0,70                                                                         |
| Перекрыття горища                       | 5,5                                                                     | 6,04                                                                         |

### 3.7.Об'ємно-планувальні характеристики

Коефіцієнт скління фасадів будівлі згідно з формулою Л.1 додатку Л [9]:

$$m_{gl,B} = A_{i,\Sigma C,B} / (A_{i,\Sigma C,B} + A_{i,\Sigma H,B}) = 271,40 / (271,40 + 20,36 + 1\,469,24) = 0,154;$$

Де  $A_{i,\Sigma C,B}$  – загальна сума площ прорізів світлопрозорих огорожувальних конструкцій фасадів,  $\text{м}^2$ ;

$A_{i,\Sigma H,B}$  – загальна сума площ не прозорих огорожувальних конструкцій фасадів,  $\text{м}^2$ .

Показник компактності будівлі згідно з формулою М.1 додатку М [9]:

$$\Lambda_B = \frac{A_{i\Sigma}}{V} = \frac{3\,750,00}{8\,973,70} = 0,418;$$

Де  $V$  –опалюваний об'єм будівлі.

$A_{i\Sigma}$  –загальна площа внутрішніх поверхонь всіх зовнішніх огорожувальних конструкцій теплоізоляційної оболонки будівлі;

### 3.8. Визначення показників теплостійкості

Визначення показників теплостійкості здійснено згідно з вимогами розділу 5.8 ДБН В.2.6-31-2021 [1]:

|   |     |      |        |        |      |  |  |  |  |      |
|---|-----|------|--------|--------|------|--|--|--|--|------|
|   |     |      |        |        |      |  |  |  |  | Арк. |
|   |     |      |        |        |      |  |  |  |  | 19   |
| № | Зм. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |  |  |  |  |      |

Оцінка теплостійкості зовнішніх огорожувальних конструкцій в літній період: розрахунок не проводиться згідно примітки 1 п. 5.8 ДБН 2.6-31:2021 [1], теплова інерція зовнішньої огорожувальної конструкції більше 4.

Розрахунок теплової інерції багатошарової огорожувальної конструкції з послідовно розміщеними шарами визначають згідно формули 5 та 6 [19]:

$$D = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} \cdot s_i = \frac{0.51}{0.87} \cdot 9,77 + \frac{0.15}{0.042} \cdot 0,46 = 7,30;$$

Де  $\frac{\delta_i}{\lambda_i}$  – опір теплопередачі шару огорожувальної конструкції, м<sup>2</sup>К/Вт;

$s_i$  – розрахунковий коефіцієнт теплосасвоєння матеріалу шару, Вт/м<sup>2</sup>К, визначається за табл. А.1 [9].

Оцінка теплостійкості в зимовий період:

Оцінка теплостійкості приміщень в холодний період: розрахунок не проводиться згідно примітки 2 п. 5.8 ДБН 2.6-31:2021 [1], в будівлі наявні пристрої автоматичного регулювання температури в приміщенні.

### 3.9. Визначення показників повітропроникності

Визначення показників повітропроникності здійснено згідно з вимогами розділу 5.10 ДБН В.2.6- 31-2021 [1]:

Згідно ДСТУ-Н Б.В.2.6-191:2013 розділу 4, наявна конструкція будівлі відноситься до багатошарової конструкції з послідовним розміщенням шарів (рис. б):

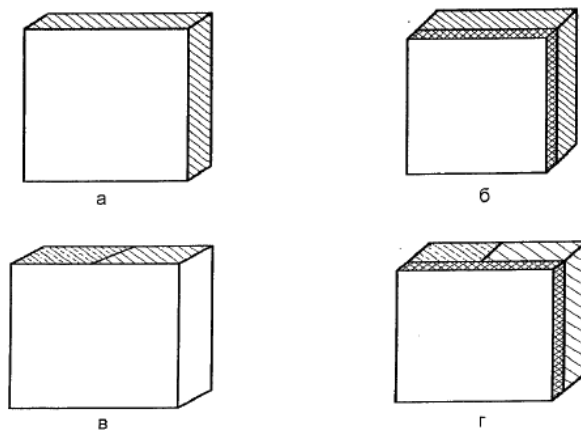


Рисунок 1 – Схематичний вигляд різних типів огорожувальних конструкцій

Розрахункова різниця тисків  $\Delta P$  визначається згідно формули 3 [20] :

$$\Delta P = (H - h_i) \cdot (\gamma_z - \gamma_v) + 0,03 \cdot \gamma_z \cdot v^2 \cdot \beta_v;$$

Де  $H$  – висота будівлі (від рівня підлоги першого поверху до верху витяжної шахти), м;  
 $h_i$  – висота від рівня підлоги першого поверху до середини огорожувальної конструкції  $i$ -го поверху, для якого проводиться розрахунок, м;  
 $\gamma_z$ ,  $\gamma_v$  – питома вага відповідно зовнішнього та внутрішнього повітря, Н/м<sup>3</sup>, що розраховується за формулами:

|   |     |      |        |        |      |  |  |  |  |      |
|---|-----|------|--------|--------|------|--|--|--|--|------|
|   |     |      |        |        |      |  |  |  |  | Арк. |
|   |     |      |        |        |      |  |  |  |  | 20   |
| № | Зм. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |  |  |  |  |      |

$$\gamma_3 = \frac{3463}{273+t_3} = \frac{3463}{273-22} = 13,8 \quad \gamma_B = \frac{3463}{273+t_B} = \frac{3463}{273+20} = 12,4;$$

Де  $t_3$  - розрахункове значення температури зовнішнього повітря, °С, що приймається залежно від температурної зони за табл. Б.4 додатку Б [1];

$t_B$  - розрахункове значення температури внутрішнього повітря, °С;

$v$  – максимальна з середніх швидкостей вітру за румбами за січень, м/сек., повторюваність яких складає 16% та більше, прийнята згідно табл. 5 [10], але не менше 1 м/сек;

$\beta_v$  – коефіцієнт, що враховує зміну швидкості повітря за висотою будівлі, який приймається згідно таблиці 2 ДСТУ [20].

Для першого поверху:

$$\Delta P_I = (15,70 - 2,5) \cdot (13,8 - 12,4) + 0,03 \cdot 13,8 \cdot 2,7^2 \cdot 0,80 = 20,89 \text{ Па};$$

Для третього поверху:

$$\Delta P_3 = (15,70 - 13,2) \cdot (13,8 - 12,4) + 0,03 \cdot 13,8 \cdot 2,7^2 \cdot 0,80 = 5,91 \text{ Па};$$

Повітропроникність для непрозорих огорожувальних конструкцій при розрахунковій різниці тисків визначається за формулою 2 [20],  $\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па} / \text{кг}$ :

$$G^k = G^{\Delta p} = G^{\Delta p_0} \cdot \left( \frac{\Delta p}{\Delta p_0} \right)^n;$$

Де  $G^{\Delta p_0}$ -масова повітропроникність огорожувальної конструкції згідно таблицею 3[20];

$\Delta p_0$  – різниця тисків, за якою визначається масова повітропроникність конструкцій експериментальним шляхом ( $\Delta p_0 = 10 \text{ Па}$ ) ;

$\Delta p$  – розрахункова різниця тиску, Па;

$n$  – показник фільтрації. За відсутності точних даних приймається: для утеплювачів з мінеральної вати  $n=1,5$  ; для цегляної кладки  $n=0,8$  ; для вікон та дверей  $n = 0,67$ ;

Силікатна цегла:

$$G_{\text{цг}}^{\Delta p} = 0,56 \cdot (20,89/10)^{0,8} = 1,00;$$

$$G_{\text{цг}}^{\Delta p} = 0,56 \cdot (5,91/10)^{0,8} = 0,36;$$

Мінеральна вата:

$$G_{\text{мв}}^{\Delta p} = 22,4 \cdot (20,89/10)^{1,5} = 67,63;$$

$$G_{\text{мв}}^{\Delta p} = 22,4 \cdot (5,91/10)^{1,5} = 13,23;$$

Штукатурка

$$G_{\text{шт}}^{\Delta p} = 0,027 \cdot (20,89/10)^{0,8} = 0,04;$$

$$G_{\text{шт}}^{\Delta p} = 0,027 \cdot (5,91/10)^{0,8} = 0,01;$$

|   |     |      |        |        |      |              |      |
|---|-----|------|--------|--------|------|--------------|------|
|   |     |      |        |        |      | 62-2023 - ЕЕ | Арк. |
| № | Зм. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |              | 21   |

Масова повітропроникність конструкції з послідовним розміщенням шарів визначається за формулою:

$$G^k = \left[ \sum_{i=1}^m 1/G_i^{\Delta p} \right]^{-1}$$

Де  $G_i^{\Delta p}$  – повітропроникність  $G^{\Delta p}$  і-го шару конструкції кг/м<sup>2</sup>·год;  
m – кількість шарів конструкції.

$$G1^k = \left( \frac{1}{1,00} + \frac{1}{67,63} + \frac{1}{0,04} \right)^{-1} = 0,03;$$

$$G2^k = \left( \frac{1}{0,36} + \frac{1}{13,23} + \frac{1}{0,01} \right)^{-1} = 0,01 ;$$

Нормативна масова повітропроникність непрозорої конструкції за таблицею 1 [20] становить:

$$G_H^K = 0,4 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год});$$

Результат: масова повітропроникність стіни **відповідає** нормативній масовій повітропроникності стіни.

Масова повітропроникність одношарової світлопрозорої конструкції визначається за формулою за формулою 2 [20]:

$$G^{\Delta p} = 0,32 \cdot (20,89/10)^{0,6} = 0,49;$$

$$G^{\Delta p} = 0,32 \cdot (5,91/10)^{0,6} = 0,23;$$

Нормативна масова повітропроникність світлопрозорої конструкції за таблицею 1 [20] становить:

$$G_H^K = 4,0 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год});$$

За результатами проведених розрахунків визначено, що даний віконний блок **може використовуватись** для даного будинку.

### 3.10. Оцінка вологісного режиму зовнішньої стіни

Оцінка вологісного режиму огорожувальних конструкцій здійснена згідно з вимогами розділу 5.11 [1] для глухих ділянок основного поля зовнішніх стін.

Для зовнішніх стінових огорожувальних конструкцій опалюваних будинків обов'язкове виконання умови:

$$\Delta W \leq \Delta W_d$$

Де  $\Delta W$  – збільшення вологості матеріалу у товщі шару конструкції, в якому може

|   |     |      |        |        |      | 62-2023 - ЕЕ | Арк. |
|---|-----|------|--------|--------|------|--------------|------|
|   |     |      |        |        |      |              | 22   |
| № | Зм. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |              |      |

відбуватися конденсація вологи, за холодний період року, % за масою;

$\Delta W_d$  – допустиме за теплоізоляційними характеристиками збільшення вологості виробів з мінеральної вати, в шарі якого може відбуватися конденсація вологи, за холодний період року, % за масою.

$$\Delta W_d = 2,5\%;$$

Парціальний тиск насиченої водяної пари визначається згідно з довідковими даними:

$$E_{(B)} = 2340 \text{ Па}; E_{(З)} = 412 \text{ Па}.$$

Парціальний тиск насиченої водяної пари  $e_v$  внутрішнього повітря:

$$e_v = 0,01 \phi_v E_v = 0,01 \cdot 55 \cdot 2340 = 1287 \text{ Па};$$

Парціальний тиск насиченої водяної пари  $e_z$  зовнішнього повітря:

$$e_z = 0,01 \phi_z E_z = 0,01 \cdot 83 \cdot 412 = 341,96 \text{ Па}.$$

Опір паропроникненню огорожувальної конструкції та окремих її шарів розраховується за формулами 3, 4 [21]:

$$R_{e\Sigma} = \sum_{i=1}^n \left( \frac{\delta_i}{\mu_i} \right)$$

$$R_{ex} = \sum_{i=1}^m \left( \frac{\delta_i}{\mu_i} \right) + \frac{x - \sum_{i=1}^m \delta_i}{\mu_{m+1}}$$

Де  $n$  – загальна кількість шарів конструкції;

$m$  – кількість повних шарів від внутрішньої поверхні до перерізу  $x$ ;

$\delta_j$  – товщина  $j$ -го шару, м;

$x$  – відстань між внутрішньою поверхнею огорожі та розрахунковою площиною, м;

$\mu_j$  – коефіцієнт паропроникності матеріалу шару, мг/(м·год·Па) згідно таблиці А.1 [9];

$\mu_{j(m+1)}$  – коефіцієнт паропроникності матеріалу шару, мг/(м·год·Па) в якому розташований переріз  $x$ .

$$R_{E\Sigma} = \frac{0,51}{0,11} + \frac{0,15}{0,43} + \frac{0,02}{0,12} = 5,15 \text{ м}^2 \text{ год Па} / \text{мг};$$

Для силікатної цегли:

$$R_{ex} = \frac{0,12}{0,11} = 1,09 \text{ м}^2 \text{ год Па} / \text{мг};$$

Визначаємо розподіл температур  $t(x)$ , °С в товщі конструкції за формулою 5 [21]:

$$t(x) = t_s - \frac{t_s - t_{ze}}{R_{\Sigma}} \left( \frac{1}{\alpha_a} + R_x \right) = 20 - (20 - (-2,6)) / 4,37 \cdot (1/8,7) = 19,40^\circ\text{C};$$

де  $t_{ze} = -2,6^\circ\text{C}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря для процесу накопичення

|   |     |      |        |        |      |              |      |
|---|-----|------|--------|--------|------|--------------|------|
|   |     |      |        |        |      | 62-2023 - ЕЕ | Арк. |
| № | Зм. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |              | 23   |

вологи в конструкції для м. Миколаїв.

$$e(x) = e_v - \frac{e_v - e_3}{R_{e\Sigma}} R_{ex} = 1287 - \frac{1287 - 341}{5,15} \cdot 1,09 = 1086,77 \text{ Па};$$

Для мінеральної вати:

$$R_{ex} = \frac{0,51}{0,11} + \frac{0,07}{0,43} = 4,79 \text{ м}^2 \text{ год Па / мг};$$

Визначаємо розподіл температур  $t(x)$ , °C в товщі конструкції за формулою 5 [21]:

$$t(x) = t_e - \frac{t_e - t_{ze}}{R_{\Sigma}} \left( \frac{1}{\alpha_a} + R_{\chi} \right) = 20 - (20 - (-2,6)) / 4,37 \cdot (1/8,7 + 0,51/0,87) = 16,37 \text{ °C};$$

$$e(x) = e_v - \frac{e_v - e_3}{R_{e\Sigma}} R_{ex} = 1287 - \frac{1287 - 341}{5,15} \cdot 4,79 = 407,12 \text{ Па};$$

Для опоряджувальної штукатурки:

$$R_{ex} = \frac{0,51}{0,11} + \frac{0,15}{0,43} + \frac{0,01}{0,12} = 5,06 \text{ м}^2 \text{ год Па / мг};$$

Визначаємо розподіл температур  $t(x)$ , °C в товщі конструкції за формулою 5 [21]:

$$t(x) = t_e - \frac{t_e - t_{ze}}{R_{\Sigma}} \left( \frac{1}{\alpha_a} + R_{\chi} \right) = 20 - (20 - (-2,6)) / 4,37 \cdot (1/8,7 + 0,51/0,87 + 0,15/0,042) = -2,00 \text{ °C};$$

$$e(x) = e_v - \frac{e_v - e_3}{R_{e\Sigma}} R_{ex} = 1287 - \frac{1287 - 341}{5,15} \cdot 5,06 = 357,86 \text{ Па};$$

Розподіл температури (рис. 1) та парціальних тисків (рис. 2) у товщі огорожувальної конструкції наведені нижче.

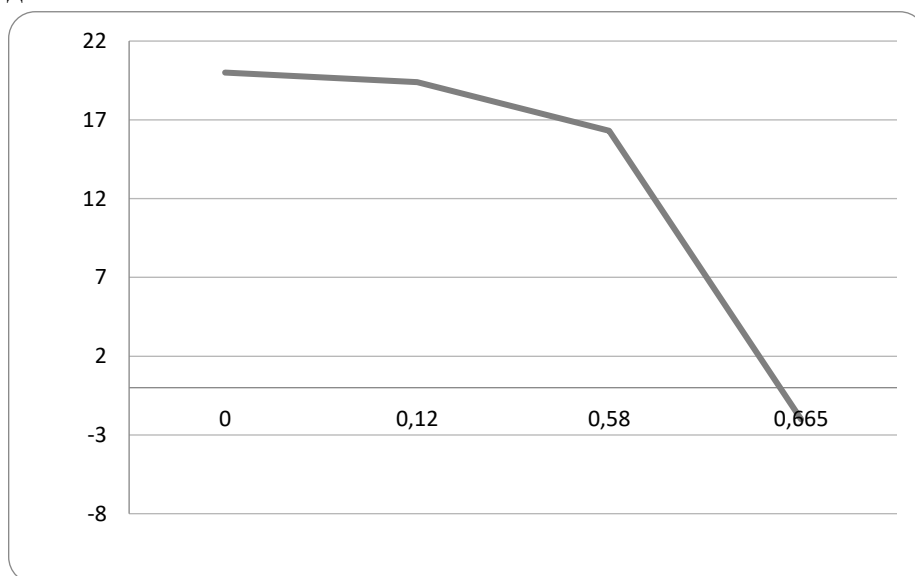


Рисунок 1

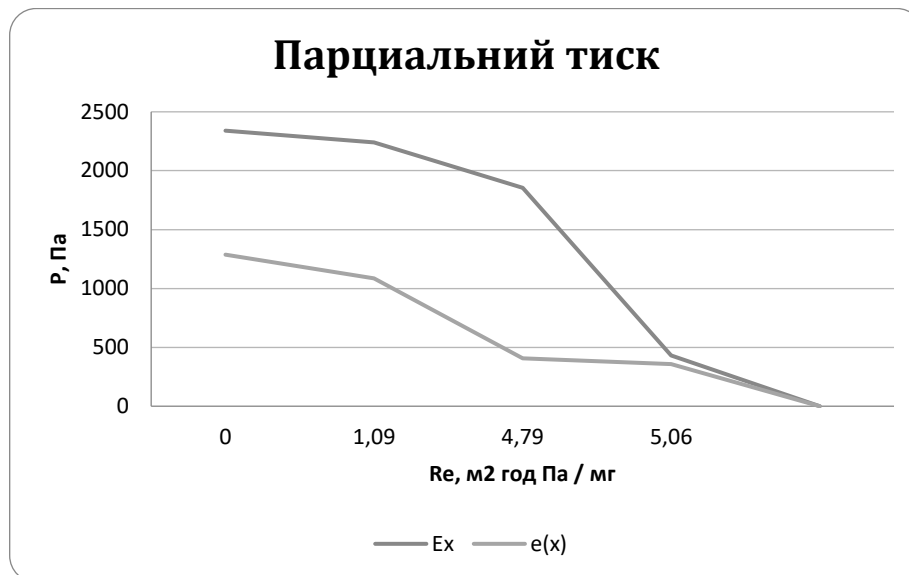


Рисунок 2

Перевіряємо залежність:  $E(x) > e(x)$  вздовж усього графіку. Приросту вологи на межі шарів не буде.

## 4. ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ НА ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЮ, ГАРЯЧЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ОСВІТЛЕННЯ

### 4.1.Опис будівлі

Проектом передбачено нове будівництво Миколаївського ліцею №60 Миколаївської міської ради Миколаївської області за адресою: м.Миколаїв, вул.Чорноморська, 1а Конструктивна схема будівлі – каркасна будівля, цегляні несучі поздовжні та попереккові стіни, залізобетонні перекриття.

### 4.2.Зонування будівлі при розрахунку

Будівля існує у вигляді єдиного об'єму, згідно ДСТУ:9190:2022 [8], робимо розрахунок за однією зоною.

Кондиціонована площа будівлі:  $A_f = 3\,005,00 \text{ м}^2$ ;

Кондиціонований об'єм будівлі:  $V_f = 8\,973,70 \text{ м}^3$ ;

|   |     |      |        |        |      | 62-2023 - ЕЕ |  | Арк. |
|---|-----|------|--------|--------|------|--------------|--|------|
|   |     |      |        |        |      |              |  | 25   |
| № | Зм. | Арк. | Нодок. | Підпис | Дата |              |  |      |

#### 4.3.1 Сумарна теплопередача трансмісією через зону будівлі

Сумарну теплопередачу трансмісією  $Q_{tr}$ , Вт · год, розраховують для кожного місяця за формулами 9, 10 згідно розділу [8]:

- (9) для опалення:

$$Q_{tr} = H_{tr,adj}(\theta_{int,set,H} - \theta_e)t;$$

- (10) для охолодження:

$$Q_{tr} = H_{tr,adj}(\theta_{int,set,C} - \theta_e)t;$$

Де  $H_{tr,adj}$  - загальний коефіцієнт теплопередачі трансмісією зони, Вт/К, встановлений для різниці температур всередині-зовні, визначена згідно формули 11 [8];

$\theta_{int,set,H}$  - задана температура зони будівлі для опалення, °С, визначена згідно з розділом 13 [8];

$\theta_{int,set,C}$  - задана температура зони будівлі для охолодження, °С, визначена згідно з розділом 13 [8];

$\theta_e$  - середньомісячна температура зовнішнього середовища, °С, визначена згідно з додатком А [8];

$t$  - тривалість місяця для якого проводиться розрахунок, год, визначена згідно з додатком А [8].

Таблиця 7-Щомісячна тривалість часових інтервалів

| Місяць | I   | II  | III | IV  | V | VI  | VII | VIII | IX | X  | XI  | XII |
|--------|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|------|----|----|-----|-----|
| Години | 744 | 672 | 744 | 144 | 0 | 720 | 744 | 744  | 0  | 96 | 720 | 744 |

Сумарна теплопередача трансмісією розрахована згідно з формулами 9 та 10 [8] для кожного місяця і наведена в таблиці 8 для режиму опалення та в таблиці 9 для режиму охолодження.

Таблиця 8- Сумарна теплопередача трансмісією на опалення

| Місяць             | I     | II    | III   | IV   | V | VI | VII | VIII | IX | X    | XI    | XII   |
|--------------------|-------|-------|-------|------|---|----|-----|------|----|------|-------|-------|
| $Q_{tr}$ , кВт·год | 52051 | 44933 | 39614 | 4368 | 0 | 0  | 0   | 0    | 0  | 2852 | 35215 | 46984 |

Таблиця 9- Сумарна теплопередача трансмісією на охолодження

| Місяць             | I | II | III | IV | V | VI   | VII  | VIII | IX | X | XI | XII |
|--------------------|---|----|-----|----|---|------|------|------|----|---|----|-----|
| $Q_{tr}$ , кВт·год | 0 | 0  | 0   | 0  | 0 | 8084 | 2935 | 4515 | 0  | 0 | 0  | 0   |

#### 4.3.2. Узагальнені коефіцієнти теплопередачі трансмісією

Для розрахунку прийнято, що приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій відповідає нормативним вимогам ДБН В.2.6-31 [1].

Узагальнені коефіцієнти теплопередачі трансмісією визначені, як для режиму опалення, так і для режиму охолодження.

При розрахунку теплопередачі через світлопрозорі елементи ефект нічної ізоляції не

|   |     |      |        |        |      |  |  |  |  |  |  |  |      |
|---|-----|------|--------|--------|------|--|--|--|--|--|--|--|------|
|   |     |      |        |        |      |  |  |  |  |  |  |  | Арк. |
|   |     |      |        |        |      |  |  |  |  |  |  |  | 26   |
| № | Зм. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |  |  |  |  |  |  |  |      |

враховувався.

Таблиця 10- Характеристика передачі трансмісією

| Вид огорожень              | A, м²    | R <sub>Σпр</sub> ,<br>м²·К/Вт | UΣ пр,<br>Вт/(м²·К) | b t <sub>г.х.Н</sub> | b t <sub>г.х.С</sub> | H <sub>тр.Н</sub> ,<br>Вт/К | H <sub>тр.С</sub> ,<br>Вт/К |
|----------------------------|----------|-------------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Зовнішні стіни             | 1 469,24 | 2,81                          | 0,3600              | 1,0                  | 1,0                  | 528,93                      | 528,93                      |
| Вікон і балконних дверей   | 271,40   | 0,70                          | 1,4286              | 1,0                  | 1,0                  | 387,72                      | 387,72                      |
| Зовнішні двері             | 20,36    | 0,70                          | 1,4286              | 0,6                  | 0,0                  | 17,45                       | 0,00                        |
| Перекриття суміщене        | 735,00   | 5,70                          | 0,1800              | 1,0                  | 1,0                  | 132,30                      | 132,30                      |
| Перекриття горищне         | 292,00   | 6,04                          | 0,1656              | 0,9                  | 0,0                  | 43,53                       | 0,00                        |
| Підлога по ґрунту          | 281,00   | 0,50                          | 0,1800              | 1,0                  | 1,0                  | 124,89                      | 124,89                      |
| Стіни цокольного поверху   | 399,00   | 0,23                          | 4,07                | 1,0                  | 1,0                  | 1 860,83                    |                             |
| Підлога цокольного поверху | 681,00   | 0,18                          | 3,90                | 1,0                  | 1,0                  |                             |                             |

$$H_{tr,adj,H} = H_D + H_g + H_u + H_A = 2\,970,75 \text{ Вт/К};$$

$$H_{tr,adj,C} = H_D + H_g + H_u + H_A = 3\,034,66 \text{ Вт/К};$$

Де  $H_D$ - безпосередній узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до зовнішнього середовища, Вт/К;

$H_g$ - стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту, Вт/К;

$H_u$ - узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією через некондиціоновані об'єми, Вт/К;

$H_A$ - узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до суміжних будівель, Вт/К.

#### 4.4.1. Сумарна теплопередача вентиляцією через зону будівлі

Для розрахунку прийнято, що система вентиляції будівлі відповідає вимогам ДБН В.2.5-67:2013 і передбачає наявність засобів для регулювання за потребою у системах механічної загальнообмінної вентиляції.

Сумарну теплопередачу вентиляцією  $Q_{ve}$ , Вт год, розраховують для кожного місяця за формулами 25, 26 згідно розділу 9 [8]:

- (25) для опалення:

$$Q_{ve,H} = H_{ve,adj,H}(\theta_{int,set,H} - \theta_e)t;$$

- (26) для охолодження:

$$Q_{ve,C} = H_{ve,adj,C}(\theta_{int,set,C} - \theta_e)t + Q_{ve,extra};$$

Де  $H_{ve,adj,H}$   $H_{ve,adj,C}$  - загальний коефіцієнт теплопередачі вентиляцією для опалення та для охолодження визначений згідно 9.2 за формулою 27 [8], Вт/К;

$Q_{ve,extra}$  - теплопередача вентиляцією за рахунок нічного охолодження, Вт\*год, визначена згідно 9.3 за формулою 50 [8];

|   |     |      |        |        |      |              |      |
|---|-----|------|--------|--------|------|--------------|------|
|   |     |      |        |        |      | 62-2023 - ЕЕ | Арк. |
| № | Зм. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |              | 27   |

$\theta_{\text{int,set,H}}$  - задана температура зони будівлі для опалення, °C,  $\theta_{\text{int,set,H}} = 20^\circ\text{C}$ ;

$\theta_{\text{int,set,C}}$  - задана температура зони будівлі для охолодження, °C,  $\theta_{\text{int,set,C}} = 24^\circ\text{C}$ ;

$\theta_e$  - середньомісячна температура зовнішнього середовища, °C, визначена згідно з додатком А [8];

$t$  - тривалість місяця для якого проводиться розрахунок, год, визначена згідно з додатком А [8].

Сумарна теплопередача вентиляцією розрахована згідно з формулами 25 та 26 [8] для кожного місяця і наведена в таблиці 11 для режиму опалення та в таблиці 12 для режиму охолодження.

Таблиця 11- Сумарна теплопередача вентиляцією для опалення

| Місяць                              | I     | II    | III   | IV     | V | VI | VII | VIII | IX | X    | XI    | XII   |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|--------|---|----|-----|------|----|------|-------|-------|
| $Q_{\text{ve, кВт}\cdot\text{год}}$ | 30134 | 26013 | 22933 | 2529,1 | 0 | 0  | 0   | 0    | 0  | 1651 | 20387 | 27200 |

Таблиця 12 – Сумарна теплопередача вентиляцією для охолодження

| Місяць                              | I | II | III | IV | V | VI   | VII  | VIII | IX | X | XI | XII |
|-------------------------------------|---|----|-----|----|---|------|------|------|----|---|----|-----|
| $Q_{\text{ve, кВт}\cdot\text{год}}$ | 0 | 0  | 0   | 0  | 0 | 4412 | 1602 | 2464 | 0  | 0 | 0  | 0   |

#### 4.4.2. Узагальнені коефіцієнти теплопередачі вентиляцією

Значення загального коефіцієнта теплопередачі вентиляцією  $H_{\text{ve,adj}}$ , Вт/К, для режиму опалення та охолодження розраховують за формулами 27, 28, згідно розділу 9.2 [8]:

- (27)для опалення:

$$H_{\text{ve,adj,H}} = \rho_a c_a (q_{\text{ve,mn,H}} b_{\text{ve,H}} + q_{\text{inf,mn,H}}), \text{ Вт/К};$$

- (28)для охолодження:

$$H_{\text{ve,adj,C}} = \rho_a c_a (q_{\text{ve,mn,C}} b_{\text{ve,C}} + q_{\text{inf,mn,C}}), \text{ Вт/К};$$

Де  $\rho_a c_a$  - теплоємність повітря одиниці об'єму дорівнює 0,336 Вт год/(м К);

$q_{\text{ve,mn,H}}$   $q_{\text{ve,mn,C}}$  - усереднена за часом витрата повітря для вентиляції, для опалення та охолодження відповідно, м<sup>3</sup> / год, визначена згідно з 9.2.1, формулами 29, 30 [8];

$q_{\text{inf,mn,H}}$   $q_{\text{inf,mn,C}}$  - усереднена за часом витрата повітря для інфільтрації, для опалення та охолодження відповідно, м<sup>3</sup> / год, визначена згідно з 9.2.3, формулами 31, 32 [8];

$b_{\text{ve,H}}$   $b_{\text{ve,C}}$  – температурний поправковий коефіцієнт, що коригує коефіцієнт теплопередачі вентиляцією замість різниці температур у випадках, коли температура припливного повітря не дорівнює температурі зовнішнього повітря, визначається згідно розділу 9.2.4, формулами 46,47[8];

Згідно з проєктними даними приймаємо величину  $f_{\text{ve,t,k}} = 50/168 \text{ м}^3/\text{год}$ .

$$H_{\text{ve,adj,H}} = \rho_a c_a (q_{\text{ve,mn,H}} b_{\text{ve,H}} + q_{\text{inf,mn,H}}) = 0,336 \cdot (12\,484,71 \cdot 0,297 \cdot 0,651 + 2913) = 1792,16 \text{ Вт/К};$$

$$H_{\text{ve,adj,C}} = \rho_a c_a (q_{\text{ve,mn,C}} b_{\text{ve,C}} + q_{\text{inf,mn,C}}) = 0,336 \cdot (12\,484,71 \cdot 0,297 \cdot 0,651 + 2509) = 1656,33 \text{ Вт/К};$$

|   |     |      |        |        |      |  |  |  |  |  |  |      |
|---|-----|------|--------|--------|------|--|--|--|--|--|--|------|
|   |     |      |        |        |      |  |  |  |  |  |  | Арк. |
|   |     |      |        |        |      |  |  |  |  |  |  | 28   |
| № | Зм. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |  |  |  |  |  |  |      |

Усереднену за часом витрату повітря для вентиляції  $q_{ve,mn} \text{ м}^3/\text{год}$ , визначається за формулами 29, 30 [8]:

- (29) для опалення:

$$q_{ve,mn,H} = q_{ve,H} \cdot t_{ve,H}/168;$$

- (30) для охолодження:

$$q_{ve,mn,C} = q_{ve,C} \cdot t_{ve,C}/168;$$

Де  $q_{ve,H}$   $q_{ve,C}$  - нормативна витрата вентиляційного повітря для опалення та для охолодження,  $\text{м}^3/\text{год}$ , визначена згідно 9.2.2[8];

$t_{ve,H}$   $t_{ve,C}$  – період використання нормативної витрати вентиляційного повітря для опалення та для охолодження відповідно, год/тиждень. Визначають згідно з проектними даними, або за відсутності точних даних за таблицею 16 [8].

Для механічної припливно-витяжної вентиляції витрата повітря становить :

$$q_{ve,k} = (n \cdot q_p + A_{\Pi} \cdot q_b) \cdot 3,6 = ((240 \cdot 7 + 2\,554,25 \cdot 0,7) \cdot 3,6) = 12\,484,71 \text{ м}^3/\text{год};$$

Де  $n$  – кількість мешканців;

$A_{\Pi}$  – площа приміщень будівлі;

$q_p$ ,  $q_b$  – витрата зовнішнього повітря на людину та на  $\text{м}^2$  відповідно.

Усереднена за часом витрата повітря за рахунок інфільтрації визначається за формулами 31, 32 [8]:

- (31) для опалення:

$$q_{inf,mn,H} = n_{inf,H} V_{ve} v_v t_{inf,H}/168;$$

- (32) для охолодження:

$$q_{inf,mn,C} = n_{inf,C} V_{ve} v_v t_{inf,C}/168,$$

Де  $n_{inf,H}$   $n_{inf,C}$  – кратність повітрообміну за рахунок інфільтрації, визначена згідно з 9.2.3.1 [8] формулами 33, 34;

$V_{ve}$  – об'єм зони (чи вентиляційної підзони), призначений для вентиляції;

$v_v$  – коефіцієнт зниження об'єму повітря в будівлі, яким враховують наявність внутрішніх огорожувальних конструкцій (0,85);

$t_{inf,H}$   $t_{inf,C}$  - період використання витрати повітря для інфільтрації для періодів опалення та для охолодження, год, приймають згідно розділу 9.2.3.

Кратність повітрообміну за рахунок інфільтрації розраховують за формулами 33, 34 [8]:

- (33) для опалення:

|   |     |      |        |        |      |              |      |
|---|-----|------|--------|--------|------|--------------|------|
|   |     |      |        |        |      | 62-2023 - ЕЕ | Арк. |
| № | Зм. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |              | 29   |

$$n_{inf,H} = \frac{\sum q_{inf,m,H}}{V_{ve} v_v},$$

- (34) для охолодження:

$$n_{inf,C} = \frac{\sum q_{inf,m,C}}{V_{ve} v_v},$$

де  $m$ -представляє кожну сторону світу, на яку орієнтовано фасад;

$q_{inf,m,H}$   $q_{inf,m,C}$  -приведені витрати повітря через оболонку будівлі, що орієнтована на  $m$ -ну сторону світу для опалення та охолодження, м<sup>3</sup>/год, визначені згідно з 9.2.3.2 [8], формулами 35, 36.

Приведені витрати через оболонку будівлі визначають перерахунком повітропроникності під час перепаду тиску  $\Delta P=100$  Па на фактичний перепад тиску зовні та всередині будівлі для кожної частини оболонки будівлі, орієнтованої на відповідну сторону світу, залежно від гравітаційної та вітрової складової перепаду тиску за сторонами світу:

- (35) для опалення:

$$q_{inf,m,H} = Q_{100,s,m} \left( \frac{a_{inf,se}(\Delta P_{gr,m,H} + F_{e,seas,m,H} \Delta P_{wd,m,H})}{100} \right)^{2/3};$$

- (36) для охолодження:

$$q_{inf,m,C} = Q_{100,s,m} \left( \frac{a_{inf,se}(\Delta P_{gr,m,C} + F_{e,seas,m,C} \Delta P_{wd,m,C})}{100} \right)^{2/3};$$

Де  $Q_{100,s,m}$  – повітропроникність через отвори (віконні, дверні) в стінових конструкціях будівлі, орієнтованих на відповідну сторону світу під час перепаду тиску зовні та всередині будівлі 100 Па, м<sup>3</sup>/год, визначена згідно розділу 9.2.3.5 [8]  $Q_{100,s,m} = 3$  м<sup>3</sup>/год;

$\Delta P_{gr,m(H-C)}$  – перепад гравітаційного тиску зовні та в середині будівлі для опалення та для охолодження, що визначається згідно з формулою 37,38 [8];

$\Delta P_{wd,m(H-C)}$  – перепад вітрового тиску зовні та всередині будівлі для опалення та охолодження, що визначається згідно з формулою 43,44 [8];

$F_{e,seas,m(H-C)}$  – повторюваність напряду вітру за січень (для опалення)/липень (для охолодження) відповідно за сторонами світу, що визначається згідно з таблицями 5,6 [10];

$a_{inf,se}$  – надбавковий коефіцієнт, що враховує витрату повітря через глухі стінові конструкції оболонки будівлі, визначається згідно розділу 9.2.3.2[8].

Отже кратність повітрообміну за рахунок інфільтрації, що визначається згідно з формулами 33,34 [8], дорівнює:

- для опалення:

$$n_{inf,H} = 0,381 \text{ год}^{-1};$$

- для охолодження:

|   |     |      |        |        |      |              |      |
|---|-----|------|--------|--------|------|--------------|------|
|   |     |      |        |        |      | 62-2023 - ЕЕ | Арк. |
| № | Зм. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |              | 30   |

$$n_{inf,C} = 0,328 \text{ год}^{-1},$$

Усереднена за часом витрата повітря для інфільтрації, що визначається згідно з формулами 29,30 [8], дорівнює:

- (29) для опалення:

$$q_{inf,mn,H} = 2913 \text{ м}^3/\text{год};$$

- (30) для охолодження:

$$q_{inf,mn,C} = 2509 \text{ м}^3/\text{год};$$

#### 4.5. Внутрішні теплонадходження будівлі

Згідно з методикою стандарту [8] до уваги взяті наступні теплонадходження: внутрішній тепловий потік від людей, внутрішній тепловий потік від обладнання, внутрішній тепловий потік від освітлення. Відповідно загальна сумарна величина усередненого теплового потоку приймається згідно з таблицею 6 [8] і становить  $P_{int} = 20,0 \text{ Вт/м}^2$ .

Графік використання: 50 год/тиждень.

Теплонадходження від внутрішніх теплових джерел у зоні будівлі, що розглядається,  $Q_{int}$ , Вт·год, для визначеного місяця розраховують за формулою 56, розділу 10.3 [8]:

$$Q_{int} = \frac{N}{168} \cdot \frac{N_m + N_{m,ноч}}{N_m} (\sum_k \Phi_{int,mn,k} A_{f,k}) t + Q_{W,dis,rbl,m};$$

Де  $N$  – графік використання, залежно від призначення будівлі, год/тиждень, [8] таблиця 6;

$N_m$  – кількість діб у відповідному місці;

$N_{m,ноч}$  – кількість діб невикористання залежно від призначення будівлі у відповідному місяці [8] таблиця 7;

$\Phi_{int,mn,k}$  – усереднена за часом щільність теплового потоку від  $k$ -го внутрішнього джерела залежно від призначення будівлі, приймається як сума метаболічної теплоти, освітлення та обладнання  $\text{Вт/м}^2$  [8] таблиця 6;

$A_f$  – кондиціонована площа будівлі,  $\text{м}^2$ ;

$t$  – тривалість періоду використання, виражена у годинах на місяць;

$Q_{W,dis,rbl,m}$  – утилізаційні теплові витрати  $\text{Вт/год}$ , у підсистемі розподілення ГВП, її трубопроводів у опалювальних приміщеннях, визначають на кожний місяць згідно розділу 16.2.1.10.3, формули 153 [8].

Сумарні теплонадходження від внутрішніх джерел розраховані згідно з формулою 56 [8] для кожного місяця і наведена в таблиці 13.

Таблиця 13

| Місяць                 | I     | II    | III   | IV    | V     | VI    | VII  | VIII | IX    | X     | XI    | XII   |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| $Q_{int}$ ,<br>кВт·год | 12449 | 12020 | 12878 | 12449 | 12020 | 12020 | 3863 | 3863 | 12878 | 12878 | 12878 | 12878 |

#### 4.6. Сонячні теплонадходження

|   |     |      |        |        |      |              |  |  |  |  |  |      |
|---|-----|------|--------|--------|------|--------------|--|--|--|--|--|------|
|   |     |      |        |        |      | 62-2023 - ЕЕ |  |  |  |  |  | Арк. |
| № | Зм. | Арк. | Нодок. | Підпис | Дата |              |  |  |  |  |  | 31   |

#### 4.6.1. Загальні сонячні теплонадходження

Теплонадходження від сонця до зони будівлі, що розглядається, для кожного місяця  $Q_{sol}$ , Вт·год розраховують за формулою 57, розділу 11.2 [8]:

$$Q_{sol} = (\sum_k \Phi_{sol,mn,k})t;$$

Де  $\Phi_{sol,mn,k}$  - усереднений за часом тепловий потік від  $k$ -го джерела сонячного випромінювання, Вт, визначений згідно з 11.3 [8];

$t$  - тривалість місяця, що розглядається, виражена у годинах, приймають згідно додатком А [8].

Сумарні теплонадходження від сонця до будинку розраховані за формулою 57 [8] та наведені в таблиці 14.

Таблиця 14

| Місяць                 | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $Q_{sol}$ ,<br>кВт·год | 1227 | 2064 | 3526 | 4932 | 6439 | 6634 | 6874 | 6449 | 5113 | 3470 | 1101 | 707 |

#### 4.6.2. Сонячні теплонадходження через елементи будівлі

Сонячні теплонадходження через  $k$ -ий елемент будівлі  $\Phi_{sol,k}$ , Вт, визначають за формулою 58 розділу 11.3.2 [8]:

$$\Phi_{sol,k} = F_{sh,ob,k} A_{sol,k} I_{sol,k} - F_{r,k} \Phi_{r,k};$$

Де  $F_{sh,ob,k}$  - понижувальний коефіцієнт затінення перешкодами для еквівалентної площі інсоляції  $k$ -ої поверхні, визначений згідно з 11.4.2 [8];

$A_{sol,k}$  - еквівалентна площа інсоляції  $k$ -ої поверхні з даною орієнтацією та кутом нахилу у визначеній зоні чи об'ємі,  $m^2$ , визначена згідно з 11.3.3 (скління), 11.3.4 (непрозорі елементи), 11.3.5 (особливі елементи) [8];

$I_{sol,k}$  - сонячна радіація, значення енергетичної освітленості сприймаючої площі  $k$ -ої поверхні з даною орієнтацією та кутом нахилу за середніх умов хмарності  $Вт/м^2$ , визначена згідно з додатком А [8];

$F_{r,k}$  - коефіцієнт форми між елементом будівлі та небосхилом, який приймають:

$F_r = 1$  - для незатіненого горизонтального даху,  $F_r = 0,5$  - для незатіненої вертикальної стіни;

$\Phi_{r,k}$  - додатковий тепловий потік внаслідок теплового випромінювання в атмосферу від  $k$ -го елемента будівлі, Вт, визначений згідно розділу 11.5, формула 65 [8].

#### 4.6.3. Еквівалентна площа інсоляції зашкленних елементів

Еквівалентну площу інсоляції зашкленого елемента оболонки будівлі розраховують за формулою 59, розділу 11.3.3.1, [8];

$$A_{sol} = F_{sh,gl} g_{gl} (1 - F_f) A_{w,p};$$

Де  $F_{sh,gl}$  - понижувальний коефіцієнт затінення для рухомих засобів, визначений згідно з 11.4.1. У випадку відсутності засобів рухомого затінення  $F_{sh,gl} = 1$ ;

$g_{gl}$  - загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії світлопрозорої частини елемента,

|   |     |      |        |        |      |  |  |  |  |  |  |  |      |
|---|-----|------|--------|--------|------|--|--|--|--|--|--|--|------|
|   |     |      |        |        |      |  |  |  |  |  |  |  | Арк. |
|   |     |      |        |        |      |  |  |  |  |  |  |  | 32   |
| № | Зм. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |  |  |  |  |  |  |  |      |

визначений згідно з формулою 60 [8];

$F_f$  - частка площі обрамлення, відношення площі проекції обрамлення до загальної площі проекції заскленого елемента, визначена згідно 11.4.3 [8];

$A_{w,p}$  - загальна площа проекції заскленого елемента (наприклад, площа вікна),  $m^2$ .

Проектом передбачено встановлення світлопрозорих огорожуючих конструкції вікон із конструкцією склопакета - двокамерний із енергозберігаючим напиленням; профільна система з полівінілхлориду (ПВХ). Середньомісячна сонячна радіація на відповідні площини визначена згідно з додатком А [8]. Для даного типу скління коефіцієнт загального пропускання сонячної енергії при нормальному куті падіння згідно з таблицею 8 [8] становить  $g_n = 0,58$ . Відповідно, загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії світлопрозорої частини визначають згідно з формулою 60 [8] і становить:

$$g_{gl} = F_w g_n = 0,9 \cdot 0,50 = 0,450;$$

де  $F_w$  - поправочний коефіцієнт для нерозсіювального скління, приймають  $F_w = 0,9$ ;

Площа світлопрозорих конструкцій будівлі згідно з проєктними даними становить:

- на північному фасаді,  $A_{w,пн} = 379,25 m^2$ ;

- на східному фасаді,  $A_{w,сх} = 348,97 m^2$ ;

- на південному фасаді,  $A_{w,пд} = 395,00 m^2$

- на західному фасаді,  $A_{w,зх} = 346,02 m^2$ ;

Частка обрамлення приймається згідно з 11.4.3 [8] і становить  $F_f = 0,3$ .

Рухомих засобів затінення не передбачено (понижувальний коефіцієнт згідно з п. 11.3.3.3 [8] дорівнює 1).

Відповідно понижувальний коефіцієнт затінення для засобів рухомого затінення визначають згідно з формулою 62 [8]. При цьому,  $g_{gl+sh} = 1$ , коефіцієнт затінення  $f_{sh, wth}$  визначають згідно з таблицею 11 [8] для відповідного місяця та відповідного напрямку.

Понижувальний коефіцієнт затінення зовнішніми перешкодами визначається згідно з 11.4.2 [8]. Прийнято, що будівля затінюється тільки від власних елементів (завісів та ребер).

#### 4.6.4. Еквівалентна площа інсоляції непрозорих елементів будівлі

Еквівалентна площа інсоляції вікон  $A_{sol,w}$  з урахуванням понижувальних коефіцієнтів затінення зовнішніми перешкодами  $F_{sh}$  розрахована за формулою (59) [8].

Непрозорі елементи, які піддаються інсоляції, - це зовнішні стіни чотирьох фасадів та суміщене перекриття.

Площа непрозорих елементів будівлі згідно з проєктними даними становить

- на північному фасаді,  $A_{w,пн} = 15,75 m^2$ ;

- на східному фасаді,  $A_{w,сх} = 167,22 m^2$ ;

- на південному фасаді,  $A_{w,пд} = 15,00 m^2$

- на західному фасаді,  $A_{w,зх} = 88,43 m^2$ ;

Площа суміщеного покриття,  $A_{aci} = 735,00 m^2$ .

Еквівалентну площу інсоляції непрозорої частини оболонки будівлі  $A_{sol}$ ,  $m^2$ , розраховують за формулою 61 [8]:

|   |     |      |        |        |      |              |      |
|---|-----|------|--------|--------|------|--------------|------|
|   |     |      |        |        |      | 62-2023 - ЕЕ | Арк. |
|   |     |      |        |        |      |              | 33   |
| № | Зм. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |              |      |

$$A_{sol} = \alpha_{s,c} R_{se} U_c A_c;$$

Де  $\alpha_{s,c}$  – безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорою частиною, приймають згідно з даними таблиці 10 [8];

$R_{se}$  - тепловий зовнішній поверхневий опір непрозорої частини,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , приймають 0,043  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ;

$U_c$  - коефіцієнт теплопередачі непрозорої частини,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ;

$A_c$  - площа проекції непрозорої частини,  $\text{м}^2$ .

#### 4.7. Динамічні параметри

Часова константа будівлі характеризує внутрішню теплову інерцію будівлі. Будівля є середньої ступені важкості, відповідно згідно з таблицею 15 [8] внутрішня теплоємність будівлі на одиницю площі становить  $C = 80 \text{ Вт} \cdot \text{год}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$ .

Внутрішня теплоємність будівлі розрахована згідно з формулою 82 [8] і становить:

$$C_m = C \cdot A_f = 80 \cdot 3\,005,00 = 240\,400,0 \text{ Вт} \cdot \text{год}/\text{К}.$$

Де  $C$  – внутрішня теплоємність будівлі на одиницю площі, приймають згідно таблиці 15 ДСТУ [8],  $\text{Вт} \cdot \text{год}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ;

$A_f$  – кондиціонована площа будівлі,  $\text{м}^2$ .

Часова константа будівлі розраховується за формулою 79 та 80 [8] і становить:

$$-(79) \text{ для режиму опалення } \tau = \frac{C_m}{H_{tr,adjH} + H_{ve,adjH}} = \frac{240\,400,0}{2\,970,75 + 1\,792,16} = 50,47 \text{ год};$$

$$-(80) \text{ для режиму охолодження } \tau = \frac{C_m}{H_{tr,adjC} + H_{ve,adjC} + H_{ve,extra,adj}} = \frac{240\,400,0}{3\,034,66 + 1656,33} = 51,24 \text{ год};$$

Де  $H_{ve,extra,adj}$  – репрезентативне значення загального коефіцієнта теплопередачі за рахунок нічного охолодження,  $\text{Вт}/\text{К}$ , розраховують за формулою 81 [8].

Безрозмірний числовий параметр  $a_H$  визначається за формулою (72) [8] і становить:

$$a_H = a_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}} = 1 + \frac{50,47}{15} = 4,36;$$

Безрозмірний числовий параметр  $a_C$  визначається за формулою (78) [8] і становить:

$$a_C = a_{C,0} + \frac{\tau}{\tau_{C,0}} = 1 + \frac{51,24}{15} = 4,41;$$

Безрозмірні коефіцієнти використання надходжень для опалення  $\eta_{H,gn}$  та охолодження  $\eta_{C,gn}$  розраховані для кожного місяця згідно з формулами 67 ÷ 71 [8] та 73 ÷ 77 [8] відповідно на підставі співвідношення надходжень і втрат теплоти  $H$  та числового параметра  $\gamma$ .

#### 4.8. Внутрішні умови

Розрахункова температура на опалення прийнята згідно з таблицею 16 [8] і становить

|   |     |      |        |        |      |              |      |
|---|-----|------|--------|--------|------|--------------|------|
|   |     |      |        |        |      | 62-2023 - ЕЕ | Арк. |
| № | Зм. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |              | 34   |

$$Q_{\text{int, H, set}} = 20^{\circ}\text{C}.$$

Розрахункова температура на охолодження прийнята згідно з таблицею 16 [8] і становить  $Q_{\text{int, C, set}} = 24^{\circ}\text{C}$ .

#### 4.9. Енергопотреби для опалення та охолодження

Енергопотреби для опалення розраховані для кожного місяця згідно з формулою 3 [8] та наведені в таблиці 15. Енергопотреби для охолодження для кожного місяця згідно з формулою 5 [8] та наведені в таблиці 16. Річні енергопотреби для опалення та охолодження будівлі розраховані за формулою 89 [8].

Таблиця 15

| Місяць року | Параметр           |                    |                    |                     |                     |                    |            |                       |                    |
|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|------------|-----------------------|--------------------|
|             | $Q_{H, \text{tr}}$ | $Q_{H, \text{ve}}$ | $Q_{H, \text{ht}}$ | $Q_{H, \text{int}}$ | $Q_{H, \text{sol}}$ | $Q_{H, \text{gn}}$ | $\gamma_H$ | $\eta_{H, \text{gn}}$ | $Q_{H, \text{nd}}$ |
| січень      | 49951              | 30134              | 80085              | 12449               | 1228                | 13677              | 0,171      | 1,000                 | 66409              |
| лютий       | 43121              | 26014              | 69135              | 12020               | 2065                | 14085              | 0,204      | 0,999                 | 55064              |
| березень    | 38016              | 22934              | 60950              | 12879               | 3526                | 16405              | 0,269      | 0,998                 | 44578              |
| квітень     | 4192               | 2529               | 6721               | 12449               | 4933                | 17382              | 2,586      | 0,383                 | 64                 |
| травень     | 0                  | 0                  | 0                  | 12020               | 6440                | 18460              | 0          | 1                     | 0                  |
| червень     | 0                  | 0                  | 0                  | 12020               | 6634                | 18654              | 0          | 1                     | 0                  |
| липень      | 0                  | 0                  | 0                  | 3864                | 6874                | 10738              | 0          | 1                     | 0                  |
| серпень     | 0                  | 0                  | 0                  | 3864                | 6449                | 10313              | 0          | 1                     | 0                  |
| вересень    | 0                  | 0                  | 0                  | 12879               | 5113                | 17992              | 0          | 1                     | 0                  |
| жовтень     | 2738               | 1652               | 4389               | 12879               | 3471                | 16349              | 3,725      | 0,268                 | 8                  |
| листопад    | 33795              | 20388              | 54183              | 12879               | 1101                | 13980              | 0,258      | 0,998                 | 40231              |
| грудень     | 45089              | 27201              | 72289              | 12879               | 707                 | 13586              | 0,188      | 0,999                 | 58717              |

Таблиця 16

| Місяць року | Параметр           |                    |                    |                     |                     |                    |            |                       |                    |
|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|------------|-----------------------|--------------------|
|             | $Q_{C, \text{tr}}$ | $Q_{C, \text{ve}}$ | $Q_{C, \text{ht}}$ | $Q_{C, \text{int}}$ | $Q_{C, \text{sol}}$ | $Q_{C, \text{gn}}$ | $\gamma_C$ | $\eta_{C, \text{gn}}$ | $Q_{C, \text{nd}}$ |
| січень      | 0                  | 0                  | 0                  | 12449               | 1228                | 13677              | 0          | 0                     | 0                  |
| лютий       | 0                  | 0                  | 0                  | 12020               | 2065                | 14085              | 0          | 0                     | 0                  |
| березень    | 0                  | 0                  | 0                  | 12879               | 3526                | 16405              | 0          | 0                     | 0                  |
| квітень     | 0                  | 0                  | 0                  | 12449               | 4933                | 17382              | 0          | 0                     | 0                  |
| травень     | 0                  | 0                  | 0                  | 12020               | 6440                | 18460              | 0          | 0                     | 0                  |
| червень     | 8084               | 4412               | 12497              | 12020               | 6634                | 18654              | 1,493      | 0,937                 | 6945               |
| липень      | 2935               | 1602               | 4537               | 3864                | 6874                | 10738              | 2,367      | 0,987                 | 6260               |
| серпень     | 4516               | 2465               | 6980               | 3864                | 6449                | 10313              | 1,477      | 0,934                 | 3793               |



$$Q_{C, gen, out} = Q_{C, dis, in} / \eta_{C, ac} = 16\,998 / 0,93 = 18\,277 \text{ кВт год};$$

Загальні тепловтрати підсистеми виробництва/генерування розраховуються за формулою 135 [8]. При цьому, ефективність підсистеми виробництва/генерування прийнята згідно з таблицею 30 [8] і становить  $\eta_{C, gen} = 2,4$ ;

$$Q_{C, gen, is} = Q_{C, gen, out} (1 - \eta_{C, gen}) / \eta_{C, gen} = 18\,277 (1 - 2,4) / 2,4 = -10\,662 \text{ кВт год};$$

Загальне енергоспоживання при охолодженні визначено згідно з формулою 136 [8]:

$$Q_{C, use} = Q_{C, gen, out} + Q_{C, gen, is} = 18\,277 - 10\,662 = 7\,616 \text{ кВт год}.$$

#### 4.13. Загальне енергоспоживання при вентиляції

Енергоспоживання вентиляторів, кВт · год, розраховують за формулою 142 розділу 15.15.2.1 [8]:

$$Q_{V, use} = Q_{V, sys, fan} = P_{el, H} t_{V, H} + P_{el, C} t_{V, C};$$

$$Q_{V, use} = Q_{V, sys, fan} = 7,80 \cdot 1\,150 + 7,80 \cdot 1457 = 20\,342 \text{ кВт · год}.$$

Де  $P_{el, H}$   $P_{el, C}$  – електрична потужність вентилятора для періоду опалення та охолодження, кВт, визначають за проєктними даними, за відсутності точних даних визначають згідно з 15.15.2.2, формули 145, 146 [8];

$t_{V, H}$   $t_{V, C}$  – час роботи вентиляторів за рік для періоду опалення та охолодження, год, визначають згідно з 15.15.2.1, формули 143, 144 [8]:

$$-(143) \text{ Для опалення: } t_{V, H} = (t_{Ve, H} / 168) \cdot t_{H, op};$$

$$-(144) \text{ Для охолодження: } t_{V, C} = (t_{Ve, C} / 168) \cdot (8760 \cdot t_{H, op});$$

Де  $t_{H, op}$  – річна тривалість періоду опалення, визначена згідно 15.3.3 [8], год;

$$t_{V, H} = \left( \frac{50}{168} \right) \cdot 3864 = 1\,150 \text{ год};$$

$$t_{V, C} = \left( \frac{50}{168} \right) \cdot (8760 - 3864) = 1457 \text{ год};$$

Електрична потужність вентиляторів для опалення та охолодження, кВт, розраховується за формулою 145, 146 [8]:

$$-(145) \text{ Для опалення: } P_{el, H} = q_{Ve, H} \cdot SFP / 3600;$$

$$-(146) \text{ Для охолодження: } P_{el, C} = q_{Ve, C} \cdot SFP / 3600;$$

де  $SFP$  – питома потужність вентилятора системи механічної вентиляції, кВт/(м<sup>3</sup>/с), або визначається згідно з таблицею 32 [8];

$$P_{el, H} = 12\,484,71 \cdot \frac{2,25}{3600} = 7,80 \text{ кВт};$$

|   |     |      |        |        |      |              |      |
|---|-----|------|--------|--------|------|--------------|------|
|   |     |      |        |        |      | 62-2023 - ЕЕ | Арк. |
| № | Зм. | Арк. | Недок. | Підпис | Дата |              | 37   |

$$P_{elC} = 12\,484,71 \cdot \frac{2,25}{3600} = 7,80 \text{ кВт};$$

#### 4.14. Енергопотреби ГВП

Питомі річні енергопотреби ГВП для навчальних закладів прийняті згідно таблиці 33 [8] і становлять 10 кВт год/ м<sup>2</sup>.

Загальні енергопотреби ГВП становлять:

$$Q_{DHW,nd} = 10 \cdot A_f = 10 \cdot 3\,005,00 = 30\,050 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

#### 4.15. Енергоспоживання ГВП

Температура води в системі ГВП прийнята 50 °С.

Тепловтрати підсистеми розподілення для системи ГВП, що розглядається, складаються з:

- тепловтрат розподільними трубопроводами до водорозбору гарячої води користувача;
- тепловтрат використаної води при водорозборі.
- тепловтрати через циркуляційний контур гарячого водопостачання

Тепловтрати розподільними трубопроводами до водорозбору гарячої води користувача розраховуються згідно формули 148 [8]. При цьому приймається:

$$\theta_{W,dis,avd} = 50^\circ\text{C}.$$

$$\theta_{amb} = 20^\circ\text{C} \text{ - для опалювального періоду та } \theta_{amb} = 24^\circ\text{C} \text{ - для періоду поза опаленням};$$

$L_w = 250 \text{ м}$  – протяжність розподільчих трубопроводів гарячої води користувачів згідно з проектними даними в опалювальному об'ємі;

$\psi_{w,опал} = 0,4 \text{ Вт/(м К)}$  – лінійний коефіцієнт теплопередачі трубопроводів, визначений згідно з таблицею 24 [8].

Загальні тепловтрати розподільними трубопроводами до водорозбору гарячої води користувача за відсутності циркуляційного контуру гарячого водопостачання:

$$Q_{W,em,ls} = 192\,880 \cdot 0,05 = 1\,503 \text{ кВт} \cdot \text{год};$$

Загальні тепловтрати розподільними трубопроводами до водорозбору гарячої води користувача, згідно формули 148 [8]:

$$Q_{W,dis,is,D} = (250 \cdot 0,4 \cdot (50 - 20) \cdot 8760) / 1000 = 26\,280 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Річний обсяг енергоспоживання на потреби ГВП визначають згідно з формулою 154 [8], при цьому ефективність підсистеми виробництва/генерування теплоти прийнята згідно з таблицею 26 [8]:

$$\eta_{gen} = 94\%$$

$$Q_{DHW,use} = (Q_{DHW,nd} + Q_{W,dis,is} + Q_{W,dis,is,col,m} + Q_{W,em,l}) / \eta_{gen};$$

$$Q_{DHW,use} = (30\,050 + 1\,503 + 26\,280) / 0,94 = 61\,524 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

|   |     |      |        |        |      |              |      |
|---|-----|------|--------|--------|------|--------------|------|
|   |     |      |        |        |      | 62-2023 - ЕЕ | Арк. |
| № | Зм. | Арк. | Нодок. | Підпис | Дата |              | 38   |

#### 4.16. Енергоспоживання при освітленні

Річний обсяг енергоспоживання при освітленні  $Q_{Wuse}$ , кВт·год, розраховують за формулою 156 [8]:

$$Q_{Wuse} = Q_{WL} + Q_{WP},$$

Де  $Q_{WL}$  - енергія, необхідна для виконання функції штучного освітлення в будівлі, кВт год,  
 $Q_{WP}$  - паразитна енергія, що необхідна для забезпечення заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення та енергія для управління/регулювання освітлення в будівлі, кВт год.

$$Q_{Wuse} = 37\,863 + 18\,030 = 55\,893 \text{ кВт·год};$$

Значення  $Q_{WL}$  розраховують за формулою 157 [8]:

$$Q_{WL} = (P_N \cdot F_C) \cdot [(t_D \cdot F_O \cdot F_D) + (t_N \cdot F_O)] \cdot A_f / 1000,$$

де  $P_N$  – питома потужність встановленого штучного освітлення в будівлі, Вт/м<sup>2</sup>

$F_C$  – постійний коефіцієнт яскравості, що відноситься до використання навантаження встановленого освітлення при функціонуєчому контролі сталої освітленості зони, приймають згідно з таблицею 35 [8],  $F_C = 1$ ;

$F_O$  – коефіцієнт використання освітлення, є відношенням використання загальної встановленої потужності штучного освітлення до періоду використання зони, приймають згідно з таблицею 35 [8],  $F_O = 0,9$ ;

$F_D$  – коефіцієнт природного освітлення, є відношенням використання загальної встановленої потужності штучного освітлення до наявного природного освітлення зони, приймають згідно з таблицею 35 [8],  $F_D = 1$ ;

$t_D$  – час використання природного освітлення протягом року, год, приймають згідно з таблицею 35 [8];  $t_D = 1800$  год;

$t_N$  – час використання штучного освітлення протягом року, год, приймають згідно з таблицею 35 [8];  $t_N = 200$  год;

$A_f$  - кондиціонована площа будівлі, м, визначена згідно з 6.4[8].

$$Q_{WL} = (7 \cdot 1) \cdot [(1800 \cdot 0,9 \cdot 1) + (200 \cdot 1)] \cdot 3005,0 / 1000 = 37\,863 \text{ кВт·год},$$

Значення  $Q_{WP}$  розраховують за формулою 158 [8]:

$$Q_{WP} = P_{em} \cdot A_{em} + P_{pc} \cdot A_{pc};$$

де  $P_{em}$  - загальна встановлена питома потужність заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення, кВт×год/м<sup>2</sup>, приймають згідно з таблицею 35 [8];

$P_{pc}$  - загальна встановлена питома потужність усіх систем управління приладами освітлення зони в час, коли лампи не використовують, кВт×год/м<sup>2</sup>, приймають згідно з таблицею 35 [8];

$A_{em}$  - площа будівлі, м<sup>2</sup>, на якій передбачено застосування аварійного освітлення,

$$A_{em} = 3005,0 \text{ м}^2;$$

$A_{pc}$  - площа будівлі, м<sup>2</sup>, на якій передбачено застосування регульованого освітлення,

$$A_{pc} = 3005,0 \text{ м}^2;$$

$$Q_{WP} = 1 \cdot 3005,0 + 5 \cdot 3005,0 = 18\,030 \text{ кВт год}.$$

|   |     |      |        |        |      |              |      |
|---|-----|------|--------|--------|------|--------------|------|
|   |     |      |        |        |      | 62-2023 - ЕЕ | Арк. |
| № | Зм. | Арк. | Нодок. | Підпис | Дата |              | 39   |

#### 4.17. Вимоги до показника енергоефективності

Показник енергоефективності будівлі  $EP$  повинен визначатися за умовою:

$$EP_{use} \leq EP_p$$

де  $EP_p$  - граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні житлових, кВт·год/м<sup>2</sup>, та громадських будівель, [кВт·год/м<sup>3</sup>], що наведене у додатку до Наказу Мінрегіону [3] залежно від призначення будівлі, її поверховості або показника компактності, температурної зони експлуатації;

$EP_{use}$  - річне розрахункове або фактичне значення загального показника питомого енергоспоживання будівлі при опаленні та охолодженні, що визначають згідно з 4.3 [1].

В даному випадку для цієї будівлі в I кліматичній зоні  $EP_p$  визначається згідно таблиці 1 Наказу Міністерства розвитку громад та територій України від 27 жовтня 2020 року № 260 "Про затвердження мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель".

$$EP_p = 52,00 \cdot 0,418 + 23 = 44,73 \text{ кВт год/ м}^3,$$

Розрахункове значення  $EP_{use}$  визначають за формулою 3 [1]:

$$EP_{use} = (Q_{H,use} + Q_{C,use}) / V,$$

$$EP_{use} = (320\,564 + 7\,616) / 8\,973,70 = 36,57 \text{ кВт год/м}^3$$

Клас енергетичної ефективності будівель встановлюється відповідно даним, наведеним у таблиці 1, методики визначення енергетичної ефективності будівель, залежно від показника,  $\Delta EP$ , %, який є відсотковою різницею між загальним показником питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні,  $EP_{use}$ , кВт·год/м<sup>2</sup>, [кВт·год/м<sup>3</sup>] та граничним значенням питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні,  $EP_p$ , кВт·год/м<sup>2</sup>, [кВт·год/м<sup>3</sup>], й розраховується за формулою:

$$\Delta EP = [(EP_{use} - EP_p) / EP_p] \times 100,$$

$$\Delta EP = [(36,57 - 44,73) / 44,73] \times 100 = -18,24\%$$

Визначаємо клас енергетичної ефективності для будівлі: «С».

Інженерне обладнання відповідає класу енергоефективності «С». Тому приймаємо в цілому клас енергоефективності «С».

|   |     |      |        |        |      |              |      |
|---|-----|------|--------|--------|------|--------------|------|
|   |     |      |        |        |      | 62-2023 - ЕЕ | Арк. |
|   |     |      |        |        |      |              | 40   |
| № | Зм. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |              |      |

## 5. ЗВЕДЕНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ БУДІВЛІ

### Таблиця 1 - Загальні характеристики

|                                                                                                           |                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Призначення будівлі (відповідно до таблиці 1 Методики [2])                                                | Навчальний заклад                                                      |
| Призначення будівлі                                                                                       | Ліцей                                                                  |
| Загальна площа, м²                                                                                        | 3 084,20                                                               |
| Загальний об'єм, м³                                                                                       | 12 900,00                                                              |
| Кондиціонована (опалювана) площа, м²                                                                      | 3 005,00                                                               |
| Кондиціонований (опалюваний) об'єм, м³                                                                    | 8 973,70                                                               |
| Об'єм для вентиляції, м³                                                                                  | 7 627,65                                                               |
| Кількість поверхів                                                                                        | 3                                                                      |
| Рік введення в експлуатацію                                                                               | Нове будівництво                                                       |
| Тип зовнішніх огорожувальних конструкцій                                                                  | Цегляні несучі поздовжні та попереківі стіни, залізобетонні перекриття |
| Температурна зона                                                                                         | I                                                                      |
| Архітектурно-будівельний кліматичний район                                                                | I                                                                      |
| Вологісний режим приміщень                                                                                | Нормальний                                                             |
| Тип ґрунту                                                                                                | Глина або мул                                                          |
| Тип місцевості                                                                                            | Міська місцевість                                                      |
| Середня висота приміщення, м                                                                              | 3,3                                                                    |
| Внутрішня теплоємність, Вт·год/(м²·К)                                                                     | 80                                                                     |
| Наявність приміщень з різним функціональним призначенням у складі будівлі, їх характеристики (за зонами): | Відсутні                                                               |
| - кондиціонована (опалювана) площа, м²                                                                    |                                                                        |
| - кондиціонований (опалюваний) об'єм, м³                                                                  | -                                                                      |
| - об'єм для вентиляції, м³                                                                                | -                                                                      |
| Показник компактності будівлі, м-1                                                                        | 0,418                                                                  |
| Кількість під'їздів або входів                                                                            | 3                                                                      |
| Графік опалення, год/тиждень                                                                              | 50                                                                     |
| Графік охолодження, год/тиждень                                                                           | 50                                                                     |
| Задана температура зони будівлі для опалення, °С                                                          | 20                                                                     |
| Задана температура зони будівлі для охолодження, °С                                                       | 24                                                                     |
| Температура чергового режиму опалення, °С                                                                 | -                                                                      |
| Температура чергового режиму охолодження, °С                                                              | -                                                                      |

**Таблиця 2** Теплотехнічні характеристики

| Вид огорожувальної конструкції теплоізоляційної оболонки | Приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції (м <sup>2</sup> ·К)/Вт |                   | Площа А, м <sup>2</sup> |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------|
|                                                          | Значення                                                                        | Мінімальні вимоги |                         |
| Зовнішні стіни, з них:                                   |                                                                                 |                   |                         |
| - що межують з зовнішнім повітрям                        | 2,81                                                                            | 3,5               | 1 469,24                |
| - що межують з некондиціонованим об'ємом                 | -                                                                               | -                 | -                       |
| - що межують з сусідніми будинками                       | -                                                                               | -                 | -                       |
| Покриття, з них:                                         |                                                                                 |                   |                         |
| - суміщених покриттів                                    | 5,70                                                                            | 6                 | 735,00                  |
| - опалюваних горищ                                       | -                                                                               | -                 | -                       |
| - технічних поверхів                                     | -                                                                               | -                 | -                       |
| - мансард                                                | -                                                                               | -                 | -                       |
| Перекрыття, з них                                        | -                                                                               | -                 | -                       |
| - неопалюваних горищ                                     | 6,04                                                                            | 5,5               | 292,00                  |
| - над проїздами та під еркерами                          | -                                                                               | -                 | -                       |
| - над неопалюваними підвалами                            | -                                                                               | -                 | -                       |
| Конструкції, що межують з ґрунтом:                       | -                                                                               | -                 | -                       |
| - підлоги по ґрунту                                      | 3,75                                                                            | -                 | 962                     |
| - стіни цокольного поверху                               | 0,23                                                                            | -                 | 399                     |
| - над техпідпіллями                                      | -                                                                               | -                 | -                       |
| Світлопрозорі огорожувальні конструкції:                 | -                                                                               | -                 | -                       |
| - вікон                                                  | -                                                                               | -                 | -                       |
| - вікон і балконних дверей                               | 0,70                                                                            | 0,7               | 271,40                  |
| - вітражі                                                | -                                                                               | -                 | -                       |
| - світлопрозорі фасади                                   | -                                                                               | -                 | -                       |
| - світлопрозорі зовнішні двері                           | -                                                                               | -                 | -                       |
| - в місцях загального користування                       | -                                                                               | -                 | -                       |
| Зенітні ліхтарі                                          | -                                                                               | -                 | -                       |
| Зовнішні двері                                           | 0,7                                                                             | 0,6               | 20,36                   |

Таблиця 3 Характеристики інженерних систем

| Система опалення                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1                     | С                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Тип та опис системи (джерело енергії, теплоносій, розведення трубопроводів) | <p>Джерелом теплопостачання є газова котельня на території ліцею. Теплоносій - вода із графіком 80/60 °С. Система опалення запроектована двотрубна з по поверховим розведенням. Опалювальні прилади - секційні біметалеві радіатори Mirado BM 300 та Mirado BM 500. На кожному опалювальному приладі встановлюється гомостатичний вентиль з термостатичною головкою. Повітря відведення з системи опалення здійснюється кранами Маєвського, вмонтованими в кожен прилад опалення. Трубопроводи системи опалення прийняті поліпропіленові фірми Wavin Ekoplastik STABI PLUS EKOPL-ST PN16. На теплових потоках опалення передбачена вимірювальна арматура, що регулює. Регулювання витрати тепла в залежності від погодних умов здійснюється в приміщенні ІТП, де встановлено електронний погодний регулятор серії ECL Comfort фірми "Danfoss". Для регулювання по добовому графіку роботи в приміщеннях класних кімнат встановлюються кімнатні термостати, що працює через приводи з термостатичними клапанами опалювальних приладів. Компенсація температурних лінійних подовжень здійснюється внаслідок самокомпенсації на поворотах. Розвідні трубопроводи опалення ізолювати тепловою ізоляцією "K-Flex EC-H".</p> |
| Регулювання температури у системі                                           | Наявне                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Регулювання витрати у системі                                               | Наявне                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Циркуляція теплоносія у системі                                             | Наявне                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|   |     |      |        |        |      |
|---|-----|------|--------|--------|------|
|   |     |      |        |        |      |
| № | Зм. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |

62-2023 - ЕЕ

Арк.

43

|                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Тип опалювальних приладів                                                                 | Радіатори                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Регулювання температури приміщення                                                        | Наявне                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Гідравлічне налагоджування (балансування) системи                                         | Наявне                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Теплова ізоляція трубопроводів в неопалюваних приміщеннях                                 | Наявне                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Облік споживання теплової енергії                                                         | Лічильник споживання теплової енергії                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Система гарячого водопостачання</b>                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1                                   | С                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Тип та опис системи (джерело енергії, розведення трубопроводів, забезпечення циркуляцією) | Основним джерелом гарячого водопостачання є електричні водонагрівачі. Температурний графік 50 °С. Тип системи - тупикова (без циркуляційного трубопроводу). Облік за спожиту гарячу воду - відсутній. Трубопроводи системи ГВП прокладені в опалювальній частині будівлі. Циркуляційні трубопроводи проектом ВК не передбачено. |
| Циркуляція теплоносія у системі                                                           | Відсутня                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Регулювання витрати у системі                                                             | Ручне регулювання                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Гідравлічне налагоджування (балансування) системи                                         | Відсутнє                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Облік споживання гарячої води                                                             | Лічильник споживання електричної енергії                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Система охолодження</b>                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1                                   | Відсутня загальна система охолодження                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Тип та опис системи (джерело енергії, теплоносій, розведення трубопроводів)               | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Регулювання температури у системі                                                         | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Регулювання витрати у системі                                                             | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Циркуляція теплоносія у системі                                                           | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Тип приладів тепловіддачі                                                                 | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Регулювання температури приміщення                                                        | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Гідравлічне налагоджування (балансування) системи                                         | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Теплова ізоляція трубопроводів                                                            | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Облік споживання енергії системами охолодження                                            | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Система вентиляції та кондиціювання</b>                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1                                   | С                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|   |     |      |        |        |      |
|---|-----|------|--------|--------|------|
|   |     |      |        |        |      |
|   |     |      |        |        |      |
| № | Зм. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |

|                                                            |   |
|------------------------------------------------------------|---|
| Клас ефективності системи АМУБ згідно з ДСТУ<br>EN 15232-1 | В |
|------------------------------------------------------------|---|

|   |     |      |        |        |      |
|---|-----|------|--------|--------|------|
|   |     |      |        |        |      |
|   |     |      |        |        |      |
| № | Зм. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |

62-2023 - ЕЕ

Арк.

46

Таблиця 4 – Енергетичні характеристики

| Показник                                                                 | Одиниця виміру                                      | Значення | Мінімальні вимоги |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------|-------------------|
| Річне сумарне споживання енергії, в т.ч.:                                | тис. кВт·год                                        | 465,939  |                   |
|                                                                          | кВт·год/м <sup>2</sup><br>[кВт·год/м <sup>3</sup> ] | 51,92    |                   |
| Річне енергоспоживання систем опалення                                   | тис. кВт·год                                        | 320,564  |                   |
|                                                                          | кВт·год/м <sup>2</sup><br>[кВт·год/м <sup>3</sup> ] | 35,72    |                   |
| Річне енергоспоживання систем гарячого водопостачання                    | тис. кВт·год                                        | 61,524   |                   |
|                                                                          | кВт·год/м <sup>2</sup><br>[кВт·год/м <sup>3</sup> ] | 6,85     |                   |
| Річне енергоспоживання систем охолодження                                | тис. кВт·год                                        | 7,616    |                   |
|                                                                          | кВт·год/м <sup>2</sup><br>[кВт·год/м <sup>3</sup> ] | 0,84     |                   |
| Річне енергоспоживання систем вентиляції                                 | тис. кВт·год                                        | 20,342   |                   |
|                                                                          | кВт·год/м <sup>2</sup><br>[кВт·год/м <sup>3</sup> ] | 2,26     |                   |
| Річне енергоспоживання систем освітлення                                 | тис. кВт·год                                        | 55,893   |                   |
|                                                                          | кВт·год/м <sup>2</sup><br>[кВт·год/м <sup>3</sup> ] | 6,22     |                   |
| Річна сумарна енергопотреба в т.ч.:                                      | тис. кВт·год                                        | 312,118  |                   |
|                                                                          | кВт·год/м <sup>2</sup><br>[кВт·год/м <sup>3</sup> ] | 34,78    |                   |
| - в опаленні                                                             | тис. кВт·год                                        | 265,070  |                   |
|                                                                          | кВт·год/м <sup>2</sup><br>[кВт·год/м <sup>3</sup> ] | 29,53    |                   |
| - в охолодженні                                                          | тис. кВт·год                                        | 16,998   |                   |
|                                                                          | кВт·год/м <sup>2</sup><br>[кВт·год/м <sup>3</sup> ] | 1,84     |                   |
| - в гарячому водопостачанні                                              | тис. кВт·год                                        | 30,050   |                   |
|                                                                          | кВт·год/м <sup>2</sup><br>[кВт·год/м <sup>3</sup> ] | 3,34     |                   |
| Річне споживання первинної енергії                                       | тис. кВт·год                                        | 780,170  |                   |
|                                                                          | кВт·год/м <sup>2</sup><br>[кВт·год/м <sup>3</sup> ] | 86,93    |                   |
| Річні викиди парникових газів                                            | т                                                   | 144,404  |                   |
|                                                                          | кг/м <sup>2</sup> [кг/м <sup>3</sup> ]              | 48,05    |                   |
| Загальний показник питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні | кВт·год/м <sup>2</sup><br>[кВт·год/м <sup>3</sup> ] | 36,57    | 44,73             |
| Клас енергетичної ефективності при опаленні та охолодженні               |                                                     | C        |                   |

|   |     |      |        |        |      |
|---|-----|------|--------|--------|------|
|   |     |      |        |        |      |
| № | Зм. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |

62-2023 - ЕЕ

Арк.

47

|                                                                 |                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Висновки за результатами оцінки енергетичних показників будівлі | Будівля <b>відповідає</b> мінімальним вимогам з енергетичної ефективності за значенням річного енергоспоживання при опаленні та охолодженні, клас енергетичної ефективності становить «С». |
| Рекомендації щодо підвищення енергетичної ефективності будівлі  | До рекомендацій з підвищення енергетичної ефективності прошу віднести наступне:<br>- Утеплення стін спортивної зали.                                                                       |

|   |     |      |        |        |      |              |      |
|---|-----|------|--------|--------|------|--------------|------|
|   |     |      |        |        |      | 62-2023 - ЕЕ | Арк. |
|   |     |      |        |        |      |              |      |
| № | Зм. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |              | 48   |

## 6. НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

1. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція будівель
2. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги.
3. ДБН В.2.5-28-2018 Природне і штучне освітлення
4. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування
5. ДБН В.2.6-220-2017 Покриття будинків і споруд
6. ДБН В.2.6-33:2018 Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією
7. ДСТУ Б А.2.2-8:2010 Розділ «Енергоефективність» у складі проектної документації об'єктів
8. ДСТУ 9190:2022 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні
9. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель
10. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожеж. Будівельна кліматологія
11. ДСТУ Б В.2.2-19:2007 Будинки і споруди. Метод визначення повітропроникності огорожувальних конструкцій в натурних умовах
12. ДСТУ Н Б В.2.2-27:2010 Будинки і споруди. Настанова з розрахунку інсоляції об'єктів цивільного призначення
13. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 Будинки і споруди. Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель
14. ДСТУ Б В.2.6-17-2000 (ГОСТ 26602.1-99) Конструкції будинків і споруд. Блоки віконні та дверні. Методи визначення опору теплопередачі
15. ДСТУ Б В.2.6-34-2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги
16. ДСТУ Б В.2.6-35-2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням індустріальними елементами з вентиляльованим прошарком. Загальні технічні умови
17. ДСТУ Б В.2.6-36-2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови
18. ДСТУ Б В.2.6-189-2013 Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель
19. ДСТУ- Н Б В.2.6-190:2013 Настанова з розрахункової оцінки показників теплостійкості та теплозасвоєння огорожувальних конструкцій
20. ДСТУ- Н Б В.2.6-191:2013 Настанова з розрахункової оцінки повітропроникності огорожувальних конструкцій
21. ДСТУ- Н Б В.2.6-192:2013 Настанова з розрахункової оцінки тепловологісного стану огорожувальних конструкцій
22. ДСТУ Б В.2.7-182-2009 Будівельні матеріали Методи визначення терміну ефективної експлуатації та теплопровідності будівельних ізоляційних матеріалів у розрахункових та стандартних умовах
23. ДСТУ Б В.2.7-276-2011 Матеріали полімерні рулонні і плиткові для підлог. Метод визначення показника тепло засвоєння (ГОСТ 25609-83,MOD)
24. ДСТУ Б EN 15217:2013 Енергетична ефективність будівель. Методи представлення

|   |     |      |        |        |      |              |      |
|---|-----|------|--------|--------|------|--------------|------|
|   |     |      |        |        |      | 62-2023 - ЕЕ | Арк. |
|   |     |      |        |        |      |              | 49   |
| № | Зм. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |              |      |

- енергетичних характеристик та енергетичної сертифікації будівель (EN15217:2007,IDT)
25. ДСТУ Б EN 15459:2014 Енергетична ефективність будівель. Процедура енергетичної оцінки систем будівель (EN15459:2007,IDT)
  26. ДСТУ Б EN 15603:2013 Енергетична ефективність будівель. Загальне енергоспоживання та проведення енергетичної оцінки (EN15603:2007,IDT)
  27. ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 Енергетична ефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження (EN ISO 13790:2008,IDT)
  28. Каталог виробів ROCKWOOL
  29. ДСТУ Б EN 15459:2014 Енергетична ефективність будівель. Процедура енергетичної оцінки систем будівель (EN15459:2007,IDT)
  30. Конструкції будинків і споруд НАСТАНОВА ЩОДО ПРОЕКТУВАННЯ І УЛАШТУВАННЯ ВІКОН ТА ДВЕРЕЙ ДСТУ-Н Б В.2.6-146:2010
  31. Наказ від 11.07.2018 № 169 Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель

|   |     |      |        |        |      | 62-2023 - ЕЕ | Арк. |
|---|-----|------|--------|--------|------|--------------|------|
|   |     |      |        |        |      |              | 50   |
| № | Зм. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |              |      |