

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра: Будівельних конструкцій

**РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

ОС «МАГІСТР»

На тему: *Питання вогнестійкості будівлі при
будівництві житла*

Галузь знань : 19 "Архітектура та будівництво"
Спеціальність : 192 "Будівництво та цивільна інженерія"

Виконав: *студент 2м курсу
Асадчий Микола Анатолійович*

Керівник : 
к.т.н. доц. Душин Владислав Вікторович

Завідувач кафедри: 
к.т.н., доцент Душин Владислав Вікторович


СУМИ 2021

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота магістра на правах рукопису спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія – Сумський національний аграрний університет, Суми, 2021

Студент: Асадчий Микола Анатолійович

Тема кваліфікаційної роботи: «Питання вогнестійкості будівлі при будівництві 9 поверхового житлового будинку»

Склад кваліфікаційної роботи:

Архітектурно-будівельний розділ: *розроблено генеральний план, фасади, план першого поверху, поздовжній розріз, прийнято конструктивне рішення, опорядження, інженерне обладнання. Перевірено теплотехнічні показники зовнішньої стіни, розрахована будівля по класу відповідальності*

Дослідницько-розрахунковий розділ: *Запроектовані та розраховані стрічкові фундаменти. Дослідження оцінка класу вогнестійкості та групи розповсюдження полум'я комбінованої бетонної стіни. Доведена можливість використання комбінованих комплексних бетонних блоків для возведення житлових будівель з точки зору вогнетривкості.*

Технологічно-організаційний розділ: *Розділ містить характеристику будівельного майданчику, розроблену технологічну карту на влаштування покрівлі з наплавлення руберойду способом розрідження, питання техніки безпеки, умови приймання робіт.*

Перелік графічної частини кваліфікаційної роботи:

Лист 1: Генеральний план

Лист 2: План першого поверху

Лист 3: План типового поверху

Лист 4: Фасад в вісях 1 - 7

Лист 5: Фасад в вісях 7 – 1

Лист 6. Розріз 1-1

Лист 7: Мета та завдання дослідження

Лист 8: Температурні дослідження стіни

Лист 9: Технологічна схема влаштування покрівлі

Зміст

Вступ.	5
1. Розділ І. Архітектурно – будівельний.	7
1.1. Ситуаційний план.	8
1.2. Об’ємно-планувальне рішення.	10
1.3. Архітектурно-конструктивне рішення.	10
1.4. Інженерні-розрахунки.	14
2. Розділ 2. Розрахунково - конструктивний.	22
2.1. Розрахунок та проектування фундаментів.	23
2.2. Оцінка класу вогнестійкості та групи розповсюдження полум’я комбінованої бетонної стіні	36
3. Розділ 3. Технологічно-організаційний	61
3.1. Підготовка об’єкта будівництва.	62
3.2. Технологія виконання будівельних процесів - розробка технологічної карти.	68
Область застосування та призначення технологічної карти	
Потреба в матеріально-технічних ресурсах	
Вказівки до виконання робіт	
Технічні вимоги та контроль якості процесу	
Вказівки з техніки безпеки	

2	Асадчий Микола Анатолійович	ПЦБ 2001 м	Питання вогнестійкості будівлі при будівництві 9 поверхового житлового будинку	к.т.н. доцент Душин В.В.	д.арх.проф. Височин І.А.
---	-----------------------------------	------------------	---	--------------------------------	--------------------------------

Мета роботи провести аналіз вогнестійкості та групи розповсюдження полум'я комбінованої бетонної стіни

Задачі дослідження.

Доказати можливість використання комбінованих комплексних бетонних блоків для возведення житлових будівель з точки зору вогнетривкості

Об'єкт дослідження – вогнетривкість комбінованої бетонної стіни.

Метод дослідження – аналіз існуючих методів оцінки вогнестійкості та групи розповсюдження полум'я комбінованої бетонної стіни

Наукову новизну складає: вогнестійкості та розповсюдження полум'я комбінованої бетонної стіни

Вступ

Об'єктом, що розглядається у даній роботі, є комбінована бетонна стіна житлового будинку, що складається з внутрішнього облицювання газобетонними блоками, шару бетону, шару пінополістиролу та зовнішньої цегляної кладки, що скріплена із основним шаром бетону арматурними стержнями (далі об'єкт). У числі аварійних ситуацій, настання яких імовірно на даному об'єкті, має бути розглянутий випадок виникнення та розвитку пожежі у внутрішньому просторі будівлі. Такий стан зумовлюється високою відповідальністю даного об'єкту. Основною задачею пожежної безпеки будівельних конструкцій об'єкту, рішення якої залежить від вогнестійкості конструкцій, є забезпечення їх функціональної здатності на час, необхідний для локалізації та ліквідації імовірної пожежі. Для цього необхідно забезпечити вогнестійкість об'єкту за вимогами згідно із II ступенем вогнестійкості за ДБН В. 1.1-7 : 2016, необхідний клас вогнестійкості складає REI 120 і група розповсюдження полум'я М0.

Для оцінки вогнестійкості конструкцій була використана методика оцінки класу вогнестійкості даної стіни, яка базується на виборі фрагменту стіни, гарантування відповідності якого встановленим вимогам щодо вогнестійкості та групі розповсюдження полум'я автоматично забезпечує відповідність інших ділянок.

З огляду на масивність та вартість об'єкту, його вогневі випробування є неефективним, оскільки вони передбачають виготовлення по два зразки конструкцій із дотриманням всіх технологій. Зразки досліджуваних елементів є негабаритними і не можуть бути випробувані на обладнанні що наявне у випробувальних центрах України. Це означає, що розрахункова оцінка вогнестійкості даної структури є ефективним підходом щодо вирішення поставленої задачі.

Використані методики базуються на стандартах, гармонізованих із відповідною методичною та нормативною базою об'єднаної Європи, а також узгоджується із результатами досліджень вітчизняних та закордонних авторів,

які апробовані, обговорені та визнані науковою спільнотою і входять у основну базу літературних посилань та цитування фахівцями даної галузі. В методиці передбачено застосування декілька можливих підходів, згідно з якими обґрунтовані і детально пророблені відповідні ним послідовності розрахункових процедур. Розрахунок, виконаний за використаною методикою покрокового аналізу дозволив отримати результати, що були перевірені за допомогою альтернативних розрахункових методів, що взяті з тих же рекомендованих відповідним стандартом методів. У звіті наведені результати розрахунку та перевірки цих результатів. Отримані результати використані як підґрунтя для встановлення відповідності класу вогнестійкості та групі розповсюдження полум'я досліджуваного елемента конструкції встановленим вимогам.

Вся сукупність даних, що містяться у дійсній роботі спрямована на досягнення важливого технічного результату – забезпечення пожежної безпеки комбінованої бетонної стіни, що складається з внутрішнього облицювання газобетонними блоками, шару бетону, шару пінополістиролу та зовнішньої цегляної кладки.

Зміст

Вступ.

1. Розділ I. Архітектурно – будівельний.

1.1. Ситуаційний план.

1.2. Об'ємно-планувальне рішення.

1.3. Архітектурно-конструктивне рішення.

1.4. Інженерні-розрахунки.

2. Розділ 2. Розрахунково - конструктивний.

2.1. Розрахунок та проектування фундаментів.

2.2. Оцінка класу вогнестійкості та групи розповсюдження полум'я комбінованої бетонної стіні

3. Розділ 3. Технологічно-організаційний

3.1. Підготовка об'єкта будівництва.

3.2. Технологія виконання будівельних процесів - розробка технологічної карти.

Область застосування та призначення технологічної карти

Потреба в матеріально-технічних ресурсах

Вказівки до виконання робіт

Технічні вимоги та контроль якості процесу

Вказівки з техніки безпеки

Розділ І. Архітектурно – будівельний.

1.1. Ситуаційний план.

Для проектуємої забудови, прийнятий зайнятий індивідуальною забудовою майданчик в м. Суми. Розміщення будинку по відношенню до червоної лінії вилиці прийняте по існуючій забудові.



Будинок, що проектується перший в черзі будівництва трьох житлових будинків.

Крім проектуємих будівель передбачено влаштування різних майданчиків на прилеглий території для відпочинку та виконання побутових домашніх робіт.

Орієнтація будинку - меридіальна, що покращує інсоляцію окремих кімнат квартир.

Для збереження родючого шару ґрунту, перед початком будівництва проводиться зрізання шару ґрунту з подальшим його поверненням на дворову територію.

Рельєф ділянки пересічний, район будівництва відноситься до другого будівельно-кліматичного району.

Розрахункова зимова температура -24°C .

Розрахункова глибина промерзання ґрунту 1.2 м.

Влаштування зелених насаджень буде пов'язане з розміщенням інженерних комунікацій. Для озеленення прийнято стандартний посадковий матеріал у відповідності з асортиментом місцевих плодорозсадників. Будівля обсаджена кущами рядової посадки. Передбачено улаштування трав'яних газонів парникового типу з посівом трьох видів трав: спориш – 60%, лисохвіст кущовий – 30% та конюшина біла – 10%.

1.2. Об'ємно-планувальне рішення

Проектуєма будівля прямокутна в плані з розмірами в крайніх вісях 54x12 м 3 другого по девятий поверх розміщені житлові квартири з висотою поверху 2.8 м.

Для вертикального сполучення між поверхами передбачені східцеві клітки з ліфтовими шахтами на 1 пасажирський ліфт вантажопід'ємністю 400 кг. Будівля на 40 квартири.

Будинок з прохідним горищем, плоскою рулонною покрівлею та підвальними приміщеннями. В підвалі проектом передбачено влаштування комор для квартир будинку. Висота підвального приміщення 2.2 м.

1.3. Архітектурно-конструктивне рішення

За розрахунковою схемою будівля бзкаркасна з поперечними несучими стінами з комплексних блоків.

Основні елементи будівлі.

Фундаменти.

Основою для фундаментів служать дрібні та середні піски та супісі. Грунтові води знаходяться на глибині 11.5 м від поверхні ґрунту. За хімічним складом ґрунтові води являються неагресивними. Фундаменти запроектовані стрічкового типу із плитної залізобетонної частини та бетонних блоків стін підвалу.

Фундаменти і стіни підземної частини.

Приведені в проекті креслення фундаментів являють приклад рішення, розробленим для умовного ґрунту, при рівні ґрунтових вод нижче підшви фундаменту при горизонтальному рельєфі. Підставою фундаментів умовно прийнятий, що залягає по всій площі будинку однорідний непросадний ґрунт непорушеної водостійкості і не пухкої природної структури, з нормативним тиском у $2,5 \text{ кг/м}^2$. Рівень ґрунтових вод прийнятий нижче підшви фундаменту.

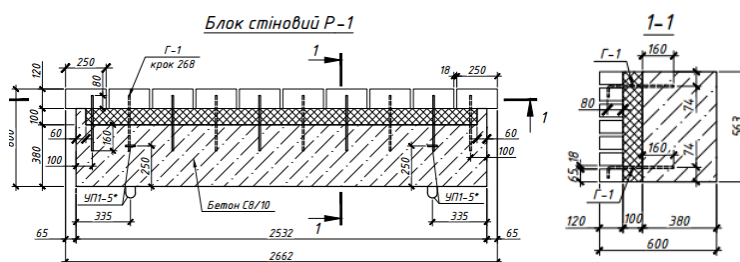
Фундаменти і стіни підземної частини розроблені зі збірних залізобетонних і бетонних (суцільного перетини) блоків, прийнятих по серії 1.116-1 і 1.112-1 типових конструкцій і деталей і індивідуальні. Стенові блоки на відміну від блоків серії 1.116-1 прийняті з бетону марки 150. Блоки укладаються з перев'язкою в кожному ряді й у місцях перетинання стін. Монолітні ділянки стін виконуються з бетону марки 150.

Для забезпечення стійкості зовнішніх стін технічного підпілля в стадії незакінченого будинку, засипання пазух ґрунтом із зовнішньої сторони робити тільки (!) після влаштування підготовки підлоги і монтажу перекриття над підпіллям, відповідно до приміток до розгорнень стін, і зведення стін 1 і 2 поверхів, у протилежному випадку повинні бути встановлені додаткові кріплення.

Стіни наземної частини.

Кладка внутрішніх стін запроектована зі звичайної повнотілої глиняної цегли пластичного пресування.

Зовнішні стіни влаштовуються з комплексних бетонних блоків.



Блоки стінові виконані з бетону С8/10 з утеплювачем ПБС-С-25 з облицюванням з фасадної сторони цеглою КРПр-Нф-М100-180-Ф25-1 заводського виготовлення.

Вентиляційні блоки прийняті розміром по висоті одного поверху із серії типових проектів 1-434С.

Перекриття

Перекриття прийняті з попередньо напружених панелей із круглими порожнечами по каталозі збірних індустріальних виробів ИИ-03-02 9ДСТ 9561-660.

Укладання панелей на стіни виробляються по попередньо вирівняному шарі цементного розчину тієї ж марки, що стіни, але не нижче марки 50. Шви між панелями перекриттів, а також між панелями і подовжніми стінами повинні бути заповнені цементним розчином марки «100» (по можливості на безусадочному цементі) безпосередньо після укладання панелей, з обов'язковим складанням актів на сховані роботи з заповнення швів.

Отвору в панелях перекриттів для пропуску стояків опалення просверлюються в межах порожнеч по місцеві.

Утеплювачем горищного перекриття прийнятий аглопорит чи керамзит з об'ємною вагою 500 кг/м³.

Зверху утеплювач покривається захисною кіркою із шару цементно - піщаного розчину марки 50. Утеплювачем у перекритті над технічним підпіллям прийнята повсть з мінеральної вати на бітумному зв'язуванні.

Дах

Дах над горищем 9-поверхової частини будинку запроектований зі збірних залізобетонних багатопустотних панелей.

Ухил даху створюється плитами покриття і шляхом укладання додаткового шару бетону. Над сходовими клітками, машинним відділенням і одноповерховою частиною будинку покриття сполучене. Покрівля рулонна. Величини ухилів і розташування лійок внутрішніх водостоків показані на плані даху.

Перегородки.

Перегородки в житлових кімнатах прийняті з великих гіпсобетонних панелей товщиною 8 см. допускається виконання перегородок із дрібних гіпсобетонних плит за ДСТ 6428-52, виготовлених відповідно до вказівок Сніп 11-У. 6-62.

Перегородки в санітарних вузлах прийняті з залізобетонних плоских панелей товщиною 6 див. В устроено-пристроєних приміщеннях I-го поверху перегородки цегельні.

Підлоги.

Підлоги в житлових кімнатах, коридорах і коморах дощаті. У житлових кімнатах і коридорах даний варіант підлоги з лінолеуму.

У кухнях, санітарних вузлах – підлоги з керамічної плитки.

Сходи.

Сход запроектовані з залізобетонних цельноплитних маршів шириною 120 см без фризної ступіні і площадок, розроблених відповідно до загального сортаменту виробів для будівництва 19773 р.м.

Огородження сход металеві по серії ИИ-03-03.

Столярні вироби.

Віконні блоки прийняті зі спареними плетіннями за ДСТ 11214-65. Віконні блоки в центральній сходовій клітці (вітраж) розроблені індивідуальні з роздільними плетіннями з дотриманням перетинів виробів відповідно до ДСТ 11214-65. Блоки внутрішніх дверей прийняті за ДСТ 6629-64.

Сміттєпровід.

Сміттєпровід складається зі стовбура, прийомних клапанів, мусоросборного бункера, розташовуваного в мусорокамері і вентшахти. Приймні клапани відкриваються в коридорі гуртожитку.

Мусорокамери розміщені в першому поверсі. Для промивання бункера мусорокамери і для гасіння пожежі. У випадку загоряння сміття, у мусорокамерах передбачений водопровідний кран зі шлангом, а для видалення води – трап.

Ліфти.

Ліфти прийняті пасажирські звичайні з противагою позаду, вантажопідйомністю 350 кг. Внутрішній розмір ліфтової шахти прийнятий за ДСТ 5746-67, будівельна частина розробки відповідно до креслень Союзліфтмаш АТ-4, 00-66 і доповнення до альбому АТ-4. 00-66.

Шахти ліфтів прийняті глухі цегельні і частково з монолітного бетону. Суміжні шахти розділені металевою сіткою і ригелями, до яких виробляється кріплення напрямних.

1.4. Інженерні-розрахунки.

Теплофізичні властивості огорожувальної конструкції

Для визначення ефективності прийнятих конструктивних рішень проведено розрахунок тепловологісного стану огорожувальних конструкцій.

Розрахунок тепловологісного стану огорожувальних конструкцій будинку виконано графічно за допомогою програмного забезпечення для типових конструктивних рішень огорожувальних конструкцій будинку.

Розподіл температури в товщі огорожувальної конструкції визначається за формулою:

$$t(x) = t_6 - \frac{t_6 - t_3}{R_\Sigma} \left(\frac{1}{\alpha_6} + R_x \right), \quad (1)$$

де t_6 – внутрішня температура приміщення, $^{\circ}\text{C}$, що визначається в залежності від призначення приміщення за додатком Г ДБН В.2.6-31 або за проектною документацією будинку;

t_3 - розрахункова температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$, що визначається за ДСТУ-Н Б В.1.1-27 в залежності від регіону України для якого проводиться розрахунок, як середня місячна температура повітря;

R_Σ - опір теплопередачі огорожувальної конструкції, $(\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$;

α_6 - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, $\text{Вт}/(\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$, приймається за додатком Е ДБН В.2.6-31;

R_x - опір теплопередачі шарів огорожувальної конструкції, $(\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$, що розташовані до площини, для якої проводиться розрахунок, починаючи з приміщення.

Опір теплопередачі термічно однорідної непрозорої огорожувальної конструкції розраховується за формулою:

$$R_\Sigma = \frac{1}{\alpha_6} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_6} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (2)$$

де α_6 , α_3 - коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, $\text{Вт}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, які приймаються згідно з додатком Е;

R_i - термічний опір i -го шару конструкції, $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{Вт}$;

λ_{ip} - теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації (згідно з додатком Л), Вт/(м К);

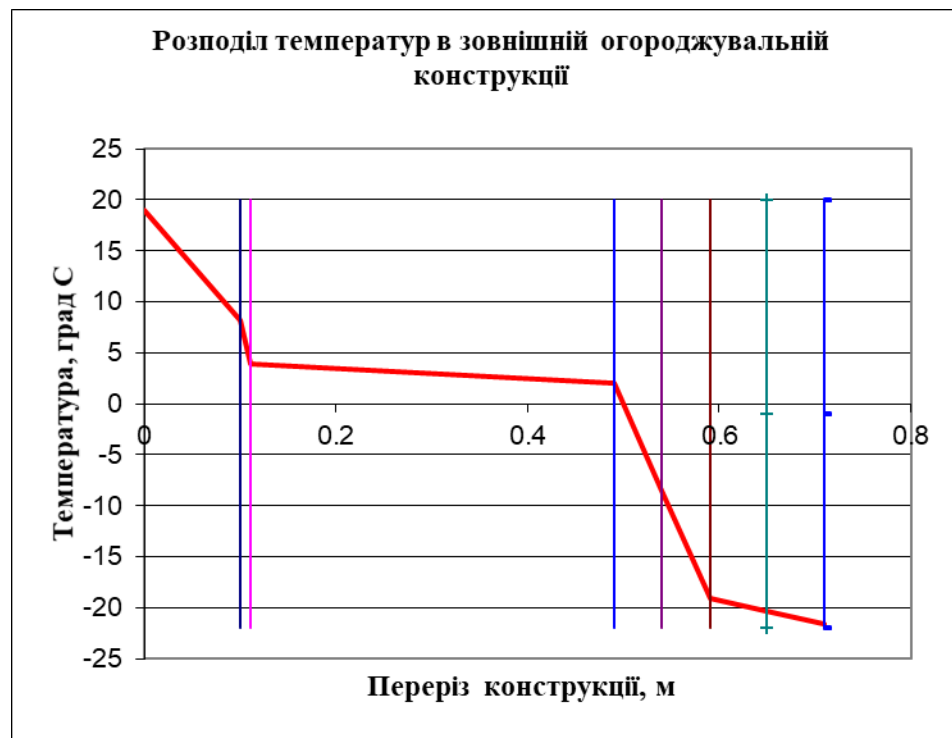


Рисунок 1 – Розподіл температур в огорожувальній конструкції при температурі зовнішнього повітря -23°C

Отриманий температурний розподіл побудовано, відкладаючи по осі абсцис значення опорів паропроникненню. Парціальний тиск насиченої водяної пари $E(R_e)$ визначається за довідковими даними $E(t)$ по розподілу температури в товщі конструкції.

Парціальні тиски водяної пари e зовнішнього та внутрішнього повітря визначаються за розрахунковими значеннями відносної вологості повітря φ_{θ} та значеннями парціального тиску насиченої водяної пари E , за формулою

$$e = 0,01 \cdot \varphi_{\theta} \cdot E, \quad (.3)$$

Значення відносної вологості φ_{θ} в залежності від місяця року та місцезрешташування об'єкту визначається за ДСТУ-Н Б В.1.1-27[. Графічну побудову розподілу парціальних тисків виконують наступним чином: по вісі абсцис відкладають шкалу опору паропроникненню R_e , по вісі ординат відкладають шкалу парціальних тисків E та e . У разі, якщо в результаті

розрахунку огорджувальної конструкції для найбільш холодного місяця року за ДСТУ-Н Б В.1.1-27[] розподіл $e(R_e) < E(R_e)$ для будь-якого $R_e \in [0, R_{e\Sigma}]$, умови вважаються виконаними. У разі, якщо в результаті розрахунку огорджувальної конструкції для найбільш холодного місяця року за ДСТУ-Н Б В.1.1-27[] лінії $e(R_e)$ та $E(R_e)$ перетинаються – це означає наявність зони конденсації водяної пари.

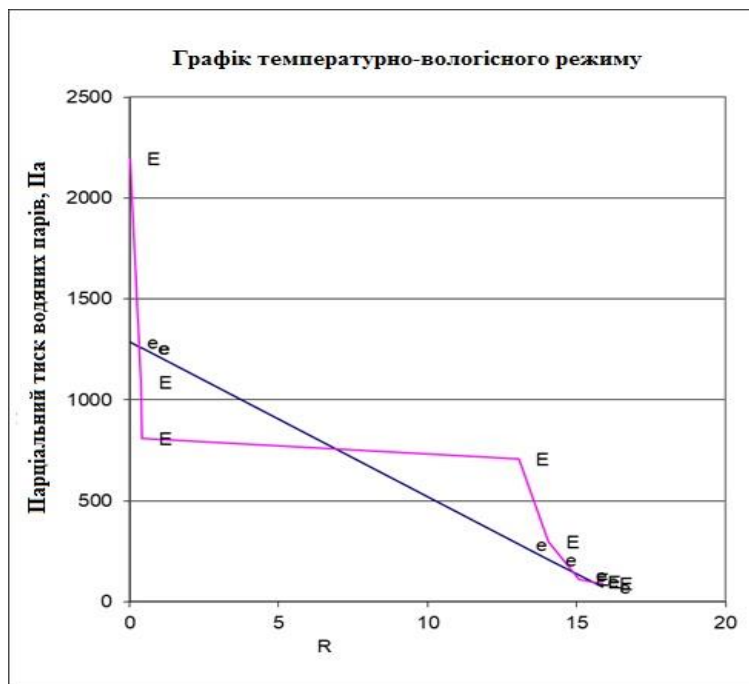


Рисунок 2 - Температурно-вологісний стан огорджувальної конструкції при зовнішній температурі повітря -23°C

Оскільки, у стінових блоках, що розглядаються, розташованих рядом з віконними чи дверними отворами, виконується монолітний бетонний виступ товщиною 60 мм – це може послужити мостиком холоду. Тому виконана окрема перевірка цього перерізу.

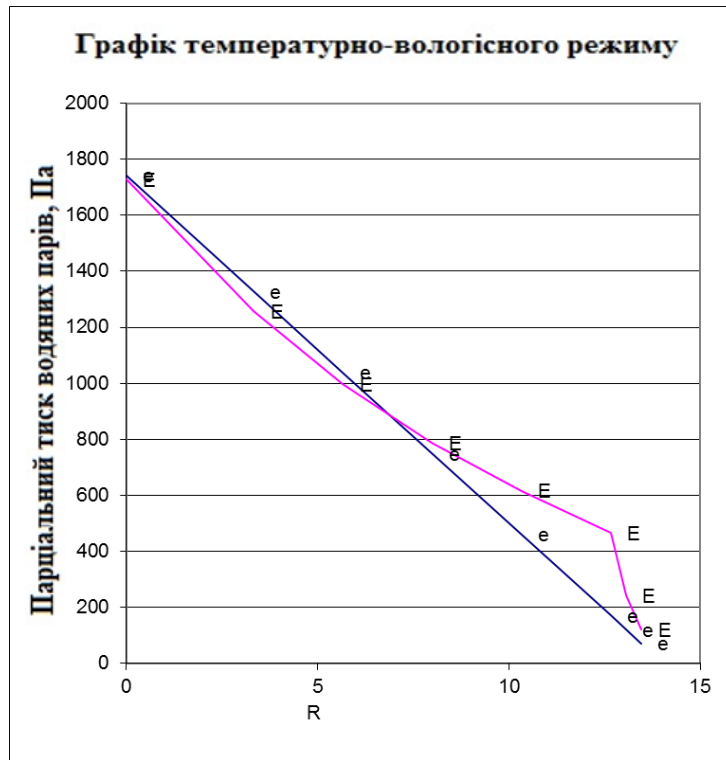
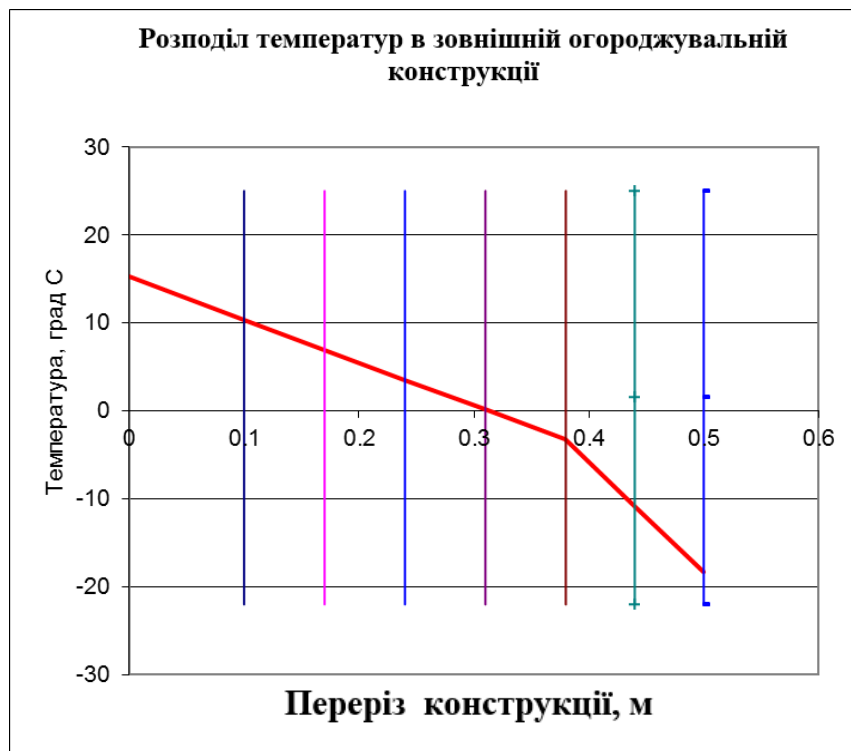


Рисунок 3 - Температурно-вологісний стан огорожувальної конструкції при зовнішній температурі повітря -23°C у місці влаштування монолітного



виступу

Рисунок 4 - Розподіл температур в огорожувальній конструкції у місці влаштування монолітного виступу

За результатами розрахунків можна зробити наступні висновки:

1. Розподіл парціальних тисків в огорожувальній конструкції при зовнішній температурі повітря -23°C , свідчить про накопичення вологи майже по всій поверхні конструкції. Тому обов'язково слід забезпечити вентиляцію повітряного прошарку.

2. Вентильовані повітряні прошарки мають бути завтовшки не менше ніж 40 мм і не більше ніж 150 мм.

3. Оптимальна товщина вентильованого повітряного прошарку у стінах становить від 60 мм до 100 мм. Поверхню теплоізоляції, що повернена у бік вентильованого прошарку, потрібно захищати повітрогідрозахисним шаром.

4. Система з повітряним вентильованим прошарком має особливі вимоги пожежної безпеки по негорючості.

5. Є недоцільним використання внутрішнього додаткового утеплення з використанням газоблоків, так як не враховані вимоги по використанню теплозахисних матеріалів і їх властивостей.

6. Занадто завищений термічний опір розглянутої конструкції – $4,8, \text{m}^2 \text{K/Wt}$ (при нормованому – $3,3, \text{m}^2 \text{K/Wt}$).

7. Температура на поверхні монолітного виступу товщиною 60мм при температурі зовнішнього повітря -22°C буде 15°C , що взагалі припустимо і на внутрішній поверхні вологи не буде.

8. Враховуючи, що монолітний виступ огорожуючої конструкції знаходиться у зоні близької до системи опалення - можливо застосувати запропоноване конструкторське рішення.

Віконне заповнення.



1,3,5.- Скло віконне $\delta=3\text{мм}$ $\gamma=2500\text{кг/м}^3$ $\lambda=0.76 \text{ Вт/м}\cdot^{\circ}\text{C}$

2,4. - Повітряний прошарок $R_{\text{В}}=0.14 \text{ м}^2\cdot^{\circ}\text{C/Вт}$

1 2 3 4 5

Для забезпечення теплозахисних якостей огорожуючих конструкцій повинна виконуватися умова $R_0 \geq R_0^{TP}$.

Для віконного заповнення маємо:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + R_B + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + R_B + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{1}{\alpha_H};$$

Для віконного заповнення $\alpha_B = 8.7$, $\alpha_H = 23 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°С}$.

Таким чином:

$$R_0 = \frac{1}{8.7} + \frac{0.003}{0.76} + 0.17 + \frac{0.003}{0.76} + 0.17 + \frac{0.003}{0.76} + \frac{1}{23} = 0.51.$$

Отже $R_0 = 0.51 > R_0^{TP} = 0.5$. Тришарове застосування задовольняє вимогам по опору теплопередачі.

Розрахунок класу наслідків (відповідальності) будівлі

Об'єкт: 9 поверховий житловий будинок в м. Суми

Клас наслідків (відповідальності) об'єкту визначений на підставі п.5 статті 32 Закону України "Про регулювання містобудівної діяльності" (Відомості Верховної Ради України, 2011 р., № 34, ст. 343 зі змінами) положення ДБН В.1.2-14-2008 по класу наслідків (відповідальності) з врахуванням методики ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013, що не суперечить нормам ЗУ.

1. Рівень можливої небезпека для здоров'я і життя людей, які постійно перебувають на об'єкті:

$N_1 = 400 \text{ осіб} > 50 \text{ осіб}$ – (клас наслідків СС2)

2. Рівень можливої небезпеки для здоров'я і життя людей, які періодично перебувають на об'єкті [40. пункт 3.1, Додаток «Ж»; ДСТУ Б В.1.2-16:2013]

3.

$N_2 = 656 \text{ осіб} > 100 \text{ осіб}$ (клас наслідків СС2)

4. Кількість осіб, які перебувають зовні об'єкта визначається за формулою [40. 5.1 Додаток «Ж»; ДСТУ Б В.1.2-16:2013)]

та рівна:

(за даними Замовника кількість осіб, що постійно перебувають на об'єкті дорівнює 250 особи, тому для підрахунку осіб, що перебувають ззовні об'єкта беремо $N_1=250$)

$$N_3 = \alpha \times N_1 = 1,3 \times 400 \text{ осіб} = 520 \text{ осіб} > 100 \text{ осіб} - (\text{клас наслідків СС2})$$

5. Рівень матеріальних збитків чи соціальних втрат, пов'язаних із припиненням експлуатації або з втратою цілісності об'єкта. [40, п. 4.10]

За укрупненими розрахунками вартість будівництва складає: **54 750.309** тис. грн.

Прогнозовані збитки визначаються за формулою:

$$\Phi - c \sum_i^n P_i \left(1 - \frac{1}{2} T_{ef} \times K_{a,i} \right)$$

де

Φ - прогнозовані втрати (тис. грн.);

c - коефіцієнт, що враховує відносну долю основних фондів, що повністю втрачаються під час аварії. Значення c можна оцінювати при аналізі сценарію розвитку аварії відповідно до Додатку Б. Попередньо допускається приймати $c=0,45$;

P_i - вартість i -го виду основних фондів, що можуть бути втрачені, під якою слід розуміти загальну вартість, визначену на підставі ДБН Д.1.1-1 (тис. грн.);

$T_{ef}=35$ - середнє значення встановленого терміну експлуатації основних фондів (років). Взято орієнтовно;

$K_{a,i}=0,029$ - коефіцієнт амортизаційних відрахувань i -го виду основних фондів;

$n=1$ - кількість видів основних фондів.

$$\Phi = 0,45 \times (46\,758,521) \times (1 - 0,5 \times 35 \times 0,029) = 10\,362,86 \text{ (тис. грн.)}$$

В м.р.з.п. цей показник становить:

$$10\,362,86 / 6000 = 1727,14 \text{ м.р.з.п.,}$$

де 6,000 мінімальний розмір заробітної плати (м.р.з.п.) згідно п.5 ст.38 Бюджетного кодекса України

звідси 1727,14 < 2000

За критерієм «обсяг можливого економічного збитку» (табл.1 ДСТУВ.1.2-14-2008) споруда відноситься до класу наслідків (відповідальності) **СС1**.

6. Об'єкт не є пам'яткою культурної спадщини місцевого значення, визначена відповідно до Закону України "Про охорону культурної спадщини" - (клас наслідків **СС1**).

7. Об'єкт не розташований в охоронній зоні пам'яток культурної спадщини національного та місцевого значення - (клас наслідків **СС1**).

8. Об'єкт не відноситься до об'єктів підвищеної небезпеки, ідентифікованих відповідно до Закону України "Про об'єкти підвищеної небезпеки" - (клас наслідків **СС1**).

9. Об'єкт відноситься до житлових будинків понад чотири поверхи, та до житлових, громадських або багатофункціональних будівель заввишки понад 100 метрів та/або з рівнем можливої небезпеки для здоров'я і життя людей понад 400 осіб, які постійно перебувають на об'єкті - (клас наслідків **СС2**).

10. Приймаємо, що відмова споруджуваних елементів, що проектується не впливає на припинення роботи об'єктів транспорту, зв'язку, енергетики.

11. На об'єкті не розміщені споруди цивільного захисту (цивільної оборони).

Висновок. За критерієм «рівень можливої небезпеки для здоров'я і життя людей, які постійно перебувають на об'єкті» об'єкт «9 поверховий житловий будинок в м. Суми» остаточно відносимо до класу наслідків (відповідальності) **СС2**.

Розділ 2. Розрахунково - конструктивний.

2.1. Розрахунок та проектування фундаментів.

Збір навантажень на 1 м.п. внутрішньої несучої стіни.

Інженерно-геологічні умови майданчика будівництва.

Грунтові умови.

Таблиця 1.

N п/п	Грунт	Потужність шару, м			
		Скв1	Скв2	Скв3	Середнє
1	Грунтово-рослинний шар	0.4	0.5	0.4	0.4
2	Пісок дрібний	4.1	3.9	3.8	3.9
3	Пісок середній	5.0	5.2	5.3	5.2
4	Супісь (пройдено)	3.8	3.7	3.9	3.8
	РГВ на відмітці	11.51	11.55	11.52	11.52

Фізико-механічні властивості ґрунтів

Таблиця 2.

Грунт	Щільність ρ т/м ³	Щільність часток ρ_s т/м ³	Природна вологість W	Межа текучості W_L	Межа розкатування W_P	Удільне зчеплення C_{II} кПа	Кут внутріш. тертя φ_{II} град	Модуль загальної деформації E.мПа	Коеф. Фільтрації k_f м/ч
Рослинний	1.90								
Пісок дрібний	1.91	2.66	0.10	--	--	3	33	28	3.0
Пісок середній	1.91	2.67	0.07	--	--	2	37	32	1.5
Супісь	1.94	2.70	0.20	0.23	0.16	18	19	5	$6 \cdot 10^{-4}$

$$I_p = W_L - W_P;$$

$$e = \rho_s / \rho \cdot (1 + W) - 1;$$

$$\rho_d = \rho / (1 + W);$$

$$S_r = \rho_s \cdot W / (\rho_w \cdot e);$$

$$\rho_{cb} = (\rho_s - 1) / (1 + e);$$

$$\omega_k = S_r \cdot \rho_w \cdot e / \rho_s;$$

$$I_L = (W - W_P) / (W_L - W_P);$$

$$E_L = \rho_s / \rho \cdot W_L;$$

$$I_{ss} = (e_L - e) / (1 + e).$$

Нормативні і розрахункові навантаження на 1 м² плити
міжповерхового перекриття

Навантаження на 1 м² перекриття

Таблиця 3

Вид навантаження	Нормативне навантаження, Н/м ²	Коефіцієнт надійності по навантаженню γ_f	Розрахункове навантаження, Н/м ²
1	2	3	4
Підлога $\delta=30$ мм $\rho=700$ кг/м ³	210	1,2	252
Цементно-піщана стяжка $\delta=20$ мм, $\rho=1800$ кг/м ³	360	1,3	468
Звукоізоляція $\delta=50$ мм $\rho=80$ кг/м ³	40	1,3	52
Гідроізоляція $\delta=6$ мм $\rho=100$ кг/м ³	60	1,2	72
Багатопорожниста плита перекриття	653	1,1	718,3
Постійне навантаження g	1323	-	1562
Тимчасове навантаження q , у тому числі:	1500		1950
короткочасна q_{sh}	1050	1,3	1365
тривала q_{lon}	450	1,3	585
Повне навантаження $(g + q)$	2823	-	3512

Нормативні і розрахункові навантаження на 1 м² плити покриття

Таблиця 5

НАВАНТАЖЕННЯ	Нормативне навантаження Н/м ²	Коефіцієнт надійності по навантаженню	Розрахункове навантаження
Постійне:			
Шар гравію в бітумній мастиці 10мм	240	1.3	312
Три шари руберойду на мастиці 9мм	60	1.2	72
Цементно-пісчана зтяжка 10мм	180	1.2	216
Круглопорожниста плита перекриття	3000	1.1	3300
Разом:	3480		3900
Тимчасове	1678		1678
Повне навантаження	6180		7280
У тому числі:			
Постійне і тривале	5480		6300
Короткочасне	700		980

Власна вага цегляної стіни від відмітки 30.250 до відмітки -1.15 при товщині стіни 510мм:

$$\text{нормативна} - (30.250+1.15)*0.51*18000= 288252 \text{ н/м}$$

$$\text{розрахункова} - 288252*1.1= 317077.2 \text{ н/м.}$$

Власна вага чотирьох рядів фундаментних бетонних блоків шириною 500мм:

$$\text{нормативна} - 4*0.5*0.6*24000=28800 \text{ н/м}$$

$$\text{розрахункова} - 28800*1.1=31680 \text{ н/м.}$$

При прольоті плит перекриття та покриття 6м і опиранні на стіну плит з двох сторін грузова площа плит складає $2*6/2=6 \text{ м}^2$.

Кількість поверхів в будинку: 9.

Розрахункове навантаження на 1 м.п. внутрішньої несучої стіни:
 $(317077*9+7280)*9+28800+317077=1058110 \text{ н} = 1058.1 \text{ кн}$

Нормативне навантаження на 1 м.п. внутрішньої несучої стіни:

$$(8680*9+6400+6180)*6+28800+317077=925580 \text{ н} = 925.6 \text{ кн}$$

Визначення ширини підосви фундаменту.

Розрахунковий опір ґрунту під підосвою фундаменту визначається

$$R = \gamma_{C1} \cdot \gamma_{C2} / K \cdot (M_\gamma \cdot k_Z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{II} + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot C_{II}) \text{ де:}$$

γ_{C1} і γ_{C2} - коеф. умови роботи

K - коеф. приймаємо рівним 1 тому що характеристики ґрунту (c і ϕ) прийняті на підставі іспитів ґрунтів

M_γ ; M_q ; M_c - коеф. в залежності від кута внутрішнього тертя ϕ_{II} (таблиця 4 СНиП 2.02.01-83)

$k_Z = 1$, при ширині підосви фундаменту $b < 10$ м

b - ширина підосви фундаменту

γ_{II} - питома вага ґрунту фундаменту, що залягає нижче підосви

γ'_{II} - питома вага ґрунту вище підосви фундаменту

$$\gamma'_{II} = \frac{\sum \gamma_{III} \cdot h_i}{\sum h_i} \text{ де}$$

γ_{III} і h_i відповідно питома вага і потужність i -того шару

d_1 - глибина закладення фундаменту

d_b - глибина підвалу від рівня планування землі

Для фундаменту маємо:

$$\phi_{II} = 33^\circ; C_{II} = 3 \text{ кПа}; E = 28 \text{ МПа}; \gamma_{C1} = 1.3, \gamma_{C2} = 1.1, M_\gamma = 1.44, M_q = 6.76, M_c = 8.88,$$

$$k_Z = 1, \gamma_{II} = 19.1 \text{ кН/м}^3,$$

$$\gamma'_{II} = (19.1 \cdot 2.78 + 19.0 \cdot 0.4) / (2.78 + 0.4) = 19.1 \text{ кН/м}^3,$$

$$d_1 = 3.10 + 0.4 - 0.32 = 3.18 \text{ м},$$

$$d_b = 2.677 - 0.32 = 2.357 \text{ м}$$

В першому наближенні задаємося $b = 0$ м,

$$R = 1.3 \cdot 1.1 / 1 \cdot (1.44 \cdot 1 \cdot 0 \cdot 19.1 + 6.76 \cdot 3.18 \cdot 19.1 + (6.76 - 1) \cdot 2.357 \cdot 19.1 + 8.88 \cdot 3) = \\ = 996.0 \text{ кПа.}$$

При товщині підлоги підвалу 200 мм з бетону його тиск на підлогу складає:

$$0.2 \cdot 24000 \cdot 1.2 = 5760 \text{ н/м}^2 = 5.8 \text{ кН/м}^2.$$

Корисне навантаження на підлогу підвалу складає $3 \cdot 1.2 = 3.6 \text{ кН/м}^2$

Навантаження від підлоги: $q = 5.8 + 3.6 = 9.4 \text{ кН/м}^2$

Попередні розміри подошви фундаменту:

$$b_{\text{пр}} = F_v / (R - (\gamma \cdot h_{\text{ф}} + q)) = 1058.1 / (996.0 - (24 \cdot 0.4 + 9.6)) = 1058.1 / (996.0 - 19.2) = 1.08 \text{ м}$$

Задаємося $b = 1.2 \text{ м}$,

$$R = 1.3 \cdot 1.1 / 1 \cdot (1.44 \cdot 1 \cdot 1.2 \cdot 19.1 + 6.76 \cdot 3.18 \cdot 19.1 + (6.76 - 1) \cdot 2.357 \cdot 19.1 + 8.88 \cdot 3) = 1043.2 \text{ кПа.}$$

$$b_{\text{пр}} = F_v / (R - (\gamma \cdot h_{\text{ф}} + q)) = 1058.1 / (1043.2 - 19.2) = 1.03 \text{ м}$$

Прийнято $b = 1.2 \text{ м}$.

Вага фундаменту при виконанні його з фундаментних плит ФЛ12-12 складає:

$$930 \text{ кг} / 1.2 \text{ м} = 775 \text{ кг/м.п.} = 7.8 \text{ кН.}$$

Середній тиск під подошвою фундаменту:

$$P = (F_v + G) / (b \cdot 1.0) = (1058.1 + 7.8) / (1.2 \cdot 1.0) = 888.25 \text{ кПа.}$$

Запас складає: $(R - P) / R \cdot 100\% = (1043.2 - 888.25) / 1043.2 \cdot 100\% = 14.8\%$

При $b = 1.0 \text{ м}$ $R = 1035.4 \text{ кПа}$ $P = 1043.2 \text{ кПа}$ Перенапруження складає 0.8% .

Визначення осадки фундаменту.

Напруження від власної ваги ґрунту.

1. На рівні ґрунтово-рослинного шару

$$G_{zq1} = \gamma \cdot h = 19.0 \cdot 0.4 = 7.6 \text{ кН/м}^3 = 0.0076 \text{ Мпа}$$

2. На рівні подошви фундаменту

$$G_{zq2} = G_{zq1} + \gamma \cdot d = 7.6 + 19.1 \cdot 2.7 = 60.7 = 0.0607 \text{ Мпа}$$

3. На глибині $3.9 + 0.4 = 4.3 \text{ м}$

$$G_{zq3} = G_{zq1} + \gamma \cdot 3.9 = 7.6 + 19.1 \cdot 3.9 = 82.1 = 0.0821 \text{ Мпа}$$

4. На глибині $5.2 + 3.9 + 0.4 = 9.5 \text{ м}$

$$G_{zq4} = G_{zq3} + \gamma \cdot 5.2 = 82.1 + 19.1 \cdot 5.2 = 181.4 = 0.1814 \text{ Мпа}$$

5. На глибині $3.8 + 5.2 + 3.9 + 0.4 = 13.3 \text{ м}$

$$G_{zq5} = G_{zq4} + \gamma \cdot 3.8 = 181.4 + 19.4 \cdot 3.8 = 255.1 = 0.2551 \text{ Мпа}$$

По обчислених значеннях зліва від осі симетрії будуємо епюру напружень від власної ваги ґрунта.

Додаткове напруження

Розбиваємо сжиснену товщу на елементарні шари товщиною

$$0.2\text{м} < 0.4 * b = 0.4 * 1.2 = 0.48$$

Додаткове напруження $G_{zp,i}$ на кордоні i -го шару вичисляємо за формулою:

$$G_{zp,i} = \alpha_i (P - G_{zq2})$$

$$P = 888.25 \text{ кПа}$$

$$G_{zq2} = 60.7 \text{ кПа}$$

α_i прийнято по табл.1 ДБН В.2.1-10-2009

Розрахунки приведені в табличній формі.

Нижній кордон стискаємої товщі визначений на рівні

$$G_{zq,i} \geq 5G_{zp,i} \text{ графічним шляхом.}$$

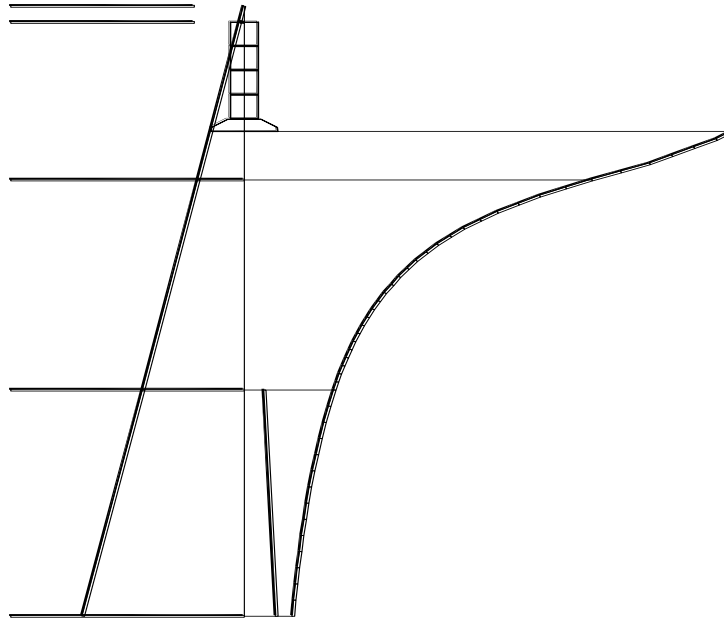
Глиб ина від під шви фунд а- мент у	α_i $n > 10m$ (стрічковий фундам)	$\alpha_i * (P -$ $\sigma_{P2})$	номе р шару	$G_{zp,i} = 0,5 *$ $* (G_{zp,i} -$ $G_{zp,i-1})$	E,кПа	$S_i =$ $(0,8 * G_{zp,i} * 0$ $,2)$ E m
1	2	3	4	5	6	7
0,0	1,0000	827,5500				
			1	822,7916	28000	0,0047
0,2	0,9885	818,0332				
			2	813,2748	28000	0,0046
0,4	0,9770	808,5164				
			3	788,6552	28000	0,0045
0,6	0,9290	768,7940				
			4	748,9328	28000	0,0043
0,8	0,8810	729,0716				
			5	703,0037	28000	0,0040
1,0	0,8180	676,9359				
			6	650,8681	28000	0,0037
1,2	0,7550	624,8003				
			7	601,4220	32000	0,0030
1,4	0,6985	578,0437				
			8	554,6654	32000	0,0028
1,6	0,6420	531,2871				
			9	512,2535	32000	0,0026
1,8	0,5960	493,2198				
			10	474,1862	32000	0,0024
2,0	0,5500	455,1525				
			11	440,0497	32000	0,0022
2,2	0,5135	424,9469				
			12	409,8441	32000	0,0020
2,4	0,4770	394,7414				
			13	382,9488	32000	0,0019
2,6	0,4485	371,1562				
			14	359,3636	32000	0,0018
2,8	0,4200	347,5710				
			15	338,0542	32000	0,0017
3,0	0,3970	328,5374				
			16	319,0205	32000	0,0016
3,2	0,3740	309,5037				

			17	301,8489	32000	0,0015
3,4	0,3555	294,1940	18	286,5392	32000	0,0014
3,6	0,3370	278,8844	19	272,4708	32000	0,0014
3,8	0,3215	266,0573	20	259,6438	32000	0,0013
4,0	0,3060	253,2303	21	247,8512	32000	0,0012
4,2	0,2930	242,4722	22	237,0931	32000	0,0012
4,4	0,2800	231,7140	23	227,1625	32000	0,0011
4,6	0,2690	222,6110	24	218,0594	32000	0,0011
4,8	0,2580	213,5079	25	209,5770	32000	0,0010
5,0	0,2485	205,6462	26	201,7153	32000	0,0010
5,2	0,2390	197,7845	27	194,4743	32000	0,0010
5,4	0,2310	191,1641	28	187,8539	32000	0,0009
5,6	0,2230	184,5437	29	181,4403	32000	0,0009
5,8	0,2155	178,3370	30	175,2337	32000	0,0009
6,0	0,2080	172,1304	31	169,6478	32000	0,0008
6,2	0,2020	167,1651	32	164,6825	32000	0,0008
6,4	0,1960	162,1998	33	159,9240	5000	0,0051
6,6	0,1905	157,6483	34	155,3725	5000	0,0050
6,8	0,1850	153,0968	35	151,0279	5000	0,0048
7,0	0,1800	148,9590	36	146,8901	5000	0,0047
7,2	0,1750	144,8213	37	142,9593	5000	0,0046
7,4	0,1705	141,0973	38	139,2353	5000	0,0045

7,6	0,1660	137,3733			
			39	135,7182	0,0043
7,8	0,1620	134,0631			
			40	132,4080	0,0042
8,0	0,1580	130,7529			
			41	129,0978	0,0041
8,2	0,1540	127,4427			
			42	125,7876	0,0040
8,4	0,1500	124,1325			
			43	122,6843	0,0039
8,6	0,1465	121,2361			
			44	119,7879	0,0038
8,8	0,1430	118,3397			
			45	117,0983	0,0037
9,0	0,1400	115,8570			
			46	114,6157	0,0037
9,2	0,1370	113,3744			
			47	112,3399	0,0036
9,4	0,1345	111,3055			
			48	110,2710	0,0035
9,6	0,1320	109,2366			
			49	107,9953	0,0035
9,8	0,1290	106,7540			
			50	105,5126	0,0034
10,0	0,1260	104,2713			
			51	103,4438	0,0033
10,2	0,1240	102,6162			
			52	101,7887	0,0033
10,4	0,1220	100,9611			
			53	74,6864	0,0024
10,6	0,0585	48,4117			
			54	72,6175	0,0023
10,8	0,1170	96,8234			
			55	95,9958	0,0031
11,0	0,1150	95,1683			
			56	94,3407	0,0030
11,2	0,1130	93,5132			
			57	92,6856	0,0030
11,4	0,1110	91,8581			
			58	91,0305	0,0029
11,6	0,1090	90,2030			
			59	89,5823	0,0029
11,8	0,1075	88,9616			

			60	88,3410	5000	0,0028
12,0	0,1060	87,7203				
						Σ 0,1687

При побудові вищевказаних епюр отримана наступна картинка:



з якої видно, що при проходженні глибини 12м від підшви фундаменту еюра додаткового напруження перевищує 20% від епюри природнього напруження в ґрунті. Тому збільшуємо ширину підшви фундаменту до 2.0м і повторюємо розрахунок осадки фундаменту.

Середній тиск під підшвою фундаменту:

$$P=(F_v+G)/(b*1.0)=(1058.1+21.1)/(2.0*1.0)=539.6 \text{ кПа.}$$

Глиб ина від під шви фунд а- мент у	α_i $n > 10m$ (стрічковий фундам)	$\alpha_i * (P - \sigma_{P2})$	номе р шару	$G_{zp,i} = 0,5 * (G_{zp,i} - G_{zp,i-1})$	E,кПа	$S_i = \frac{(0,8 * G_{zp,i} * 0,2)}{E_m}$
1	2	3	4	5	6	7
0,0	1,0000	478,9000				
			1	476,1463	28000	0,0027
0,2	0,9885	473,3927				
			2	470,6390	28000	0,0027
0,4	0,9770	467,8853				
			3	456,3917	28000	0,0026
0,6	0,9290	444,8981				
			4	433,4045	28000	0,0025
0,8	0,8810	421,9109				
			5	406,8256	28000	0,0023
1,0	0,8180	391,7402				
			6	376,6549	28000	0,0022
1,2	0,7550	361,5695				
			7	348,0406	32000	0,0017
1,4	0,6985	334,5117				
			8	320,9827	32000	0,0016
1,6	0,6420	307,4538				
			9	296,4391	32000	0,0015
1,8	0,5960	285,4244				
			10	274,4097	32000	0,0014
2,0	0,5500	263,3950				
			11	254,6551	32000	0,0013
2,2	0,5135	245,9152				
			12	237,1752	32000	0,0012
2,4	0,4770	228,4353				
			13	221,6110	32000	0,0011
2,6	0,4485	214,7867				
			14	207,9623	32000	0,0010
2,8	0,4200	201,1380				
			15	195,6307	32000	0,0010
3,0	0,3970	190,1233				
			16	184,6160	32000	0,0009
3,2	0,3740	179,1086				

			17	174,6788	32000	0,0009
3,4	0,3555	170,2490	18	165,8191	32000	0,0008
3,6	0,3370	161,3893	19	157,6778	32000	0,0008
3,8	0,3215	153,9664	20	150,2549	32000	0,0008
4,0	0,3060	146,5434	21	143,4306	32000	0,0007
4,2	0,2930	140,3177	22	137,2049	32000	0,0007
4,4	0,2800	134,0920	23	131,4581	32000	0,0007
4,6	0,2690	128,8241	24	126,1902	32000	0,0006
4,8	0,2580	123,5562	25	121,2814	32000	0,0006
5,0	0,2485	119,0067	26	116,7319	32000	0,0006
5,2	0,2390	114,4571	27	112,5415	32000	0,0006
5,4	0,2310	110,6259	28	108,7103	32000	0,0005
5,6	0,2230	106,7947	29	104,9988	32000	0,0005
5,8	0,2155	103,2030	30	101,4071	32000	0,0005
6,0	0,2080	99,6112	31	98,1745	32000	0,0005
6,2	0,2020	96,7378	32	95,3011	32000	0,0005
6,4	0,1960	93,8644	33	92,5474	5000	0,0030
6,6	0,1905	91,2305	34	89,9135	5000	0,0029
6,8	0,1850	88,5965	35	87,3993	5000	0,0028
7,0	0,1800	86,2020	36	85,0048	5000	0,0027
7,2	0,1750	83,8075	37	82,7300	5000	0,0026
7,4	0,1705	81,6525	38	80,5749	5000	0,0026

2.2. Оцінка класу вогнестійкості та групи розповсюдження полум'я комбінованої бетонної стіни

Мета роботи провести аналіз вогнестійкості та групи розповсюдження полум'я комбінованої бетонної стіни

Задачі дослідження.

Доказати можливість використання комбінованих комплексних бетонних блоків для возведення житлових будівель з точки зору вогнетривкості

Об'єкт дослідження – вогнетривкість комбінованої бетонної стіни.

Метод дослідження – аналіз існуючих методів оцінки вогнестійкості та групи розповсюдження полум'я комбінованої бетонної стіни

Наукову новизну складає: вогнестійкості та розповсюдження полум'я комбінованої бетонної стіни

Вихідні положення

Оцінка класу вогнестійкості несучої кам'яної стіни

Технічне описання стіни

Досліджувана стіна є несучою. Дана стіна зведена на основі бетонних блоків. Матеріалом стін є кладка з керамічної цегли на цементно-піщаному будівельному розчині та оштукатурена цементно-піщаним розчином. На рис. 1 показана конструкція досліджуваної стіни.

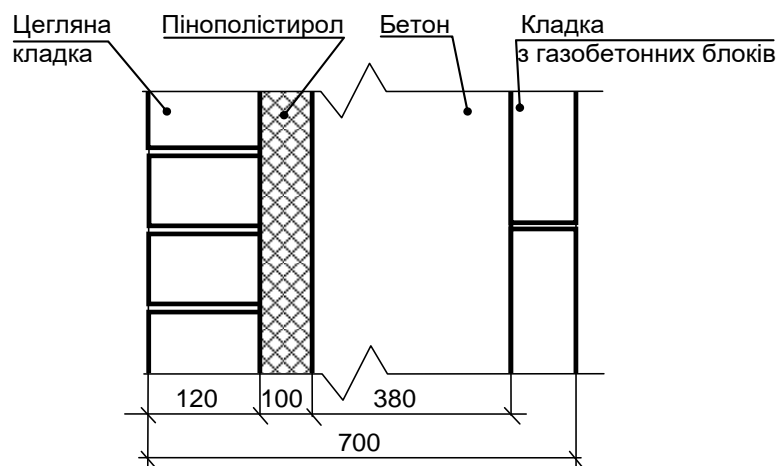


Рисунок 1 – Конструктивна схема несучої стіни СЦН-1

Відповідно до вимог стандартів встановлений клас вогнестійкості для даної стіни. Визначений клас вогнестійкості поданий у табл. 2.2.1

**Функціональне призначення та необхідний клас вогнестійкості
несучої кам'яної стіни**

Таблиця 2.2.1

Елемент конструкції	Позн.	Призначення	Необхідний клас вогнестійкості
Бетонна стіна	СБ-1	Зовнішня несуча стіна	REI 120

Методика розрахунку

Для вивчення розподілень температури по перерізу стіни нами пропонується розрахункова методика, заснована на розв'язку рівняння теплопровідності із граничними умовами (ГУ) III роду встановлена чинними стандартами України і детально описана у роботах [41-45,47, 48].

Відповідно до ДСТУ Б В.1.1-4-98*, ДБН В.1.1-7-2002, ДСТУ-Н Б EN 1996-1-2:2012 критерій теплоізоляційної здатності вважається забезпеченим, коли підвищення середньої температури по всій необігрівній поверхні обмежене 140 °С. При цьому підвищення максимальної температури у будь-якій точці поверхні не перевищує 180 °С. Тому будемо вважати, коли температура на необігрівній поверхні досягає температури 140 °С настає граничний стан втрати теплоізоляційної здатності. Якщо за контрольний час 150 хв стан втрати теплоізоляційної здатності не настає, це означає що за цим станом зовнішня стіна, або залізобетонна плита перекриття відповідає класу вогнестійкості I 150.

Втрата цілісності настає, коли утворюються наскрізні отвори або тріщини через які можуть поширюватись продукти горіння, полум'я і т.п. Стан втрати цілісності контролюється за трьома ознаками: загоряння або тління зі свіченням ватного тампона, що піднесений до необігрівної поверхні зразка в місцях тріщин на відстань від 20 мм до 30 мм протягом проміжку часу не менше ніж 30 с; виникнення тріщини, через яку можна вільно (без додаткових зусиль) ввести в піч щуп діаметром 6 мм і перемістити його вздовж цієї тріщини на

відстань не менше 150 мм; виникнення тріщини (або отвору), через яку можна вільно ввести в піч щуп діаметром 25 мм; полум'я на необігрітій поверхні зразка спостерігається протягом проміжку часу не менше ніж 10 с.

Такі ознаки важко контролювати за розрахунковими даними. Для контролю цілісності розрахунковим шляхом застосовуються непрямі ознаки. До таких ознак відноситься можливість виникнення крихкого руйнування. За відсутності ризику крихкого руйнування для елементів залізобетонних конструкцій настання втрати цілісності відбувається одночасно із настанням стану втрати несучої спроможності.

Початкові дані до розрахунку

Розрахункові схеми

Для вивчення розподілень температури по перерізу стіни нами використана розрахункова методика, заснована на розв'язку рівняння теплопровідності із граничними умовами (ГУ) III роду рекомендована чинними стандартами України і детально описана у роботах [41-45,47, 48]. Крайова задача при цьому була поставлені з використанням розрахункової схеми, яка подана на рис. 2.

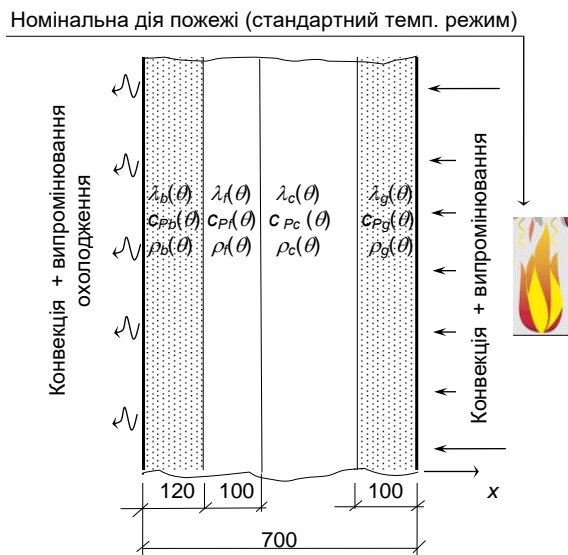


Рисунок 2 – Розрахункова схема при односторонньому нагріву стіни СБ-1

Згідно із розробленою методикою для визначення температурного розподілення у перерізі стіни використаний метод кінцевих різниць. Для його реалізації була складена розрахункова схема, подана на рис. 3.

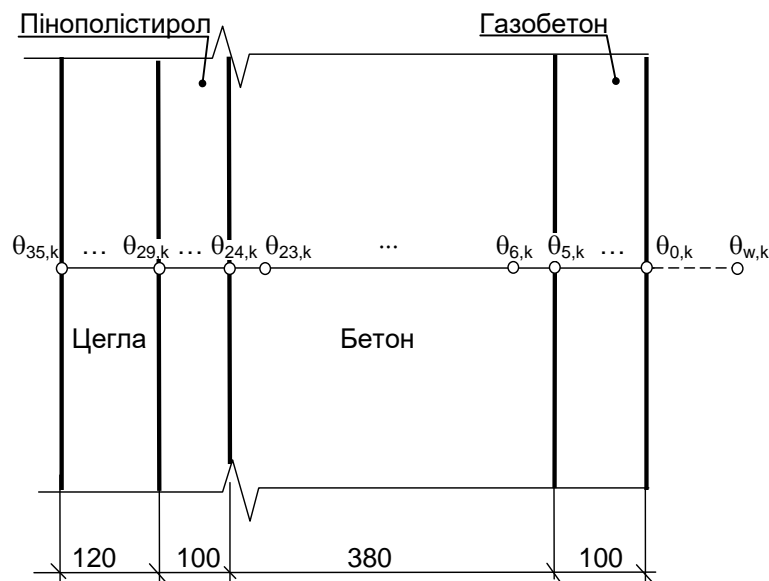


Рисунок 3 – Кінцево-різницеві схеми для розв’язку задачі теплопровідності при визначенні температур у перерізі стіни СБ-1

Для розрахунку також необхідно задати початкову температуру розрахункової області та параметри граничних умов. Параметри граничних умов наведені у табл. 2.2.2.

Параметри граничних умов для кам’яної несучої стіни

Таблиця 2.2.2

Параметр	Позн.	Од.вим.	Вел.	Посилання
Обігрівна сторона				
Конвективна складова коефіцієнту теплообміну	α_c	Вт/(м ² °С)	25	ДСТУ-Н Б EN 1991-1-2:2012
Ступінь чорноти поверхні кам’яної стіни	ϵ		0,8	ДСТУ-Н Б EN 1991-1-2:2012
Необігрівна сторона				
Коефіцієнт теплообміну	α	Вт/(м ² °С)	9	ДСТУ-Н Б EN 1991-1-2:2012

Для розв'язку задачі теплопровідності за методом кінцевих різниць необхідно задатись початковими даними. Згідно із розробленою нами методикою нами були встановлені початкові дані.

Теплофізичні властивості

Для розв'язку рівняння теплопровідності потрібно задати температурні залежності теплофізичних характеристик матеріалів несучої стіни. В табл. 2.2.2 подані теплофізичні характеристики матеріалів необхідних для здійснення розрахунку.

На рис. 4 графіки температурних залежностей теплофізичних характеристик кладки з керамічної цегли.

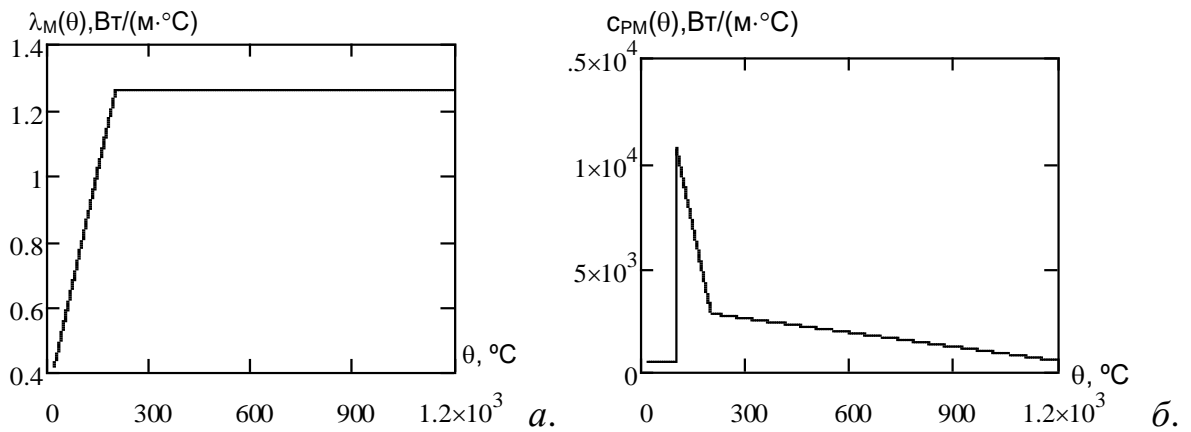


Рисунок 4 – Теплофізичні характеристики кладки з керамічної цегли: *a* – коефіцієнт теплопровідності; *б* – питома теплоємність

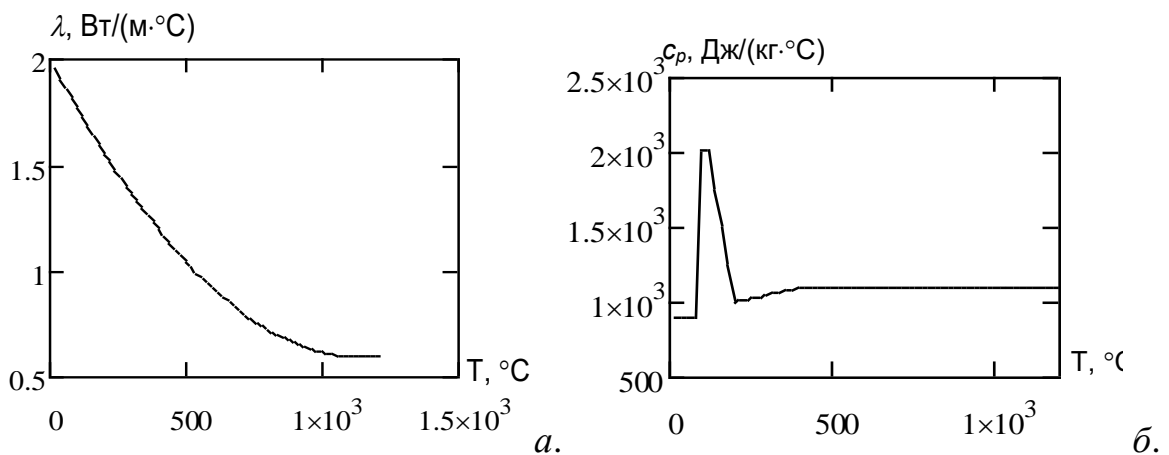


Рисунок 5 – Теплофізичні характеристики важкого бетону на гранітному заповнювачі: *a* – коефіцієнт теплопровідності; *б* – питома теплоємність

Результати теплотехнічного розрахунку

Розрахунок реалізований у програмному середовищі табличного процесору Microsoft Excel 2003. Після виконання розрахунку були отримані результати, які представлені на рис. 6 у вигляді графіку температури нагріву контрольних точок у залежності від часу пожежі.

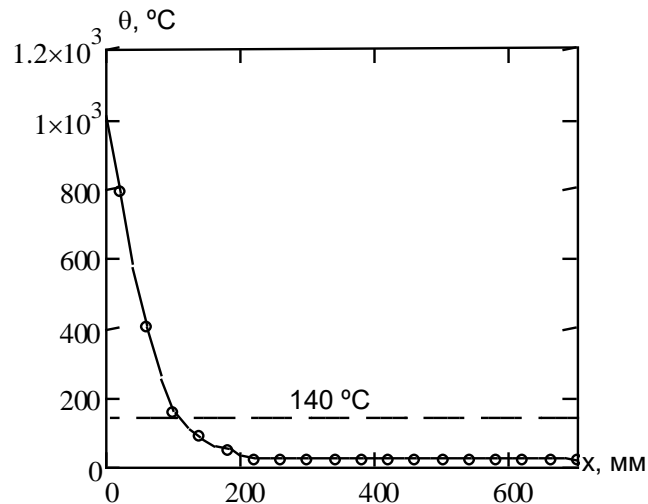


Рисунок 6 – Температурні розподіли по перерізу стіни СБ-1 на 120 хв розвитку пожежі

Аналізуючи дані, подані на графіку рис. 6, можна помітити, що температура на необігрівній стороні стіни протягом контрольного часу не досягає значення 140 °C. Це дає нам змогу стверджувати, що клас вогнестійкості даної стіни є не меншим за необхідний за табл. 1, тобто вона за граничним станом втрати теплоізолювальної здатності відповідає вимогам норм.

Результати розрахунку цілісності та несучої здатності

Стан втрати цілісності контролюється за трьома ознаками: загоряння або тління зі свіченням ватного тампона, що піднесений до необігрівної поверхні зразка в місця тріщин на відстань від 20 мм до 30 мм протягом проміжку часу не менше ніж 30 с; виникнення тріщини, через яку можна вільно (без додаткових зусиль) ввести в піч щуп діаметром 6 мм і перемістити його вздовж цієї тріщини на відстань не менше 150 мм; виникнення тріщини (або отвору), через яку можна вільно ввести в піч щуп діаметром 25 мм; полум'я на

необігрітій поверхні зразка спостерігається протягом проміжку часу не менше ніж 10 с.

Для визначення несучої здатності задана міцність розчину цегляної кладки як для групи 2 за табл. 3.1 EN 1996-1-1: $f_b = 8$ МПа. За додатком D п. D.1 визначена міцність кладки із бетонних блоків $f_k = 3.1$ МПа.

Розрахункова гранична сила, що діє на фрагмент стіни визначається за формулою:

$$N_{Rd} = [0.85 - 0.0011(h_{ef}/t_{ef})] f_k \cdot \gamma_M^{-1} \cdot l \cdot t_{ef} = 660.713 \text{ кН},$$

де $h_{ef} = 3000$ мм – ефективна висота стіни;

$t_{ef} = 380$ мм – ефективна товщина стіни без шарів штукатурки;

$\gamma_M = 1.5$ – коефіцієнт безпеки;

$l \cdot t_{ef} = 380\,000 \text{ мм}^2$ – ефективна площа поперечного перерізу стіни.

Погонне навантаження на стіну з врахуванням сполучення постійних та тривалих тимчасових навантажень складає $N_{Ed,n} = 835$ кН/м. Розрахункове навантаження на фрагмент стіни складає:

$$N_{Ed,fi} = N_{Ed,n} \cdot l \cdot \eta_{fi} = 584.5 \text{ кН},$$

де $\eta_{fi} = 0.7$ – коефіцієнт зниження навантаження при пожежі.

Коефіцієнт навантаження складає:

$$\alpha = N_{Ed,fi} / N_{Rd} = 0.885$$

$$0.6 < \alpha \leq 1$$

Для визначення класу вогнестійкості досліджуваних стін застосовується табличний метод згідно із табл. N.B.1.2. за ДСТУ-Н Б EN 1996-1-2:2012 та табл. 5.3 ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2:2012. Для визначення класу вогнестійкості досліджуваних стін була застосована лінійна інтерполяція. Отримані дані наведені у табл. 2.2.3

Мінімальні розміри та осьові відстані для несучої цегляної стіни

Таблиця 2.2.3

Стандартна вогнестійкість	Мінімальні розміри (мм)
	Товщина стіни w_s
Несуча залізобетонна стіна СБ-1 (односторонній вплив)	
REI 120	190
Необхідний клас вогнестійкості	Реальні розміри (мм)
REI 120	380

Дані табл. 2.2.3 показують, що клас вогнестійкості досліджуваної стіни більший за необхідний, оскільки реальні розміри більші за мінімальні. Тож клас вогнестійкості стіни не менший за REI 120, що відповідає встановленим вимогам.

Результати розрахунку цілісності при крихкому руйнуванні бетону

Для забезпечення цілісності залізобетонної стіни застосовується методика, визначена у джерелах [45, 48]. Згідно із положеннями в даних джерелах цілісність контролюється за спеціальним коефіцієнтом, що визначається за формулою:

$$F = b_c \alpha_{ct} E_{s,\theta} \rho_c / K_1 \lambda_n,$$

де b_c - коефіцієнт пропорційності, рівний $1,16 \cdot 10^{-2} \text{ Вт} \cdot \text{м}^{3/2}$;

$\alpha_{ct} (250 \text{ }^\circ\text{C}) = 9 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ коефіцієнт температурного розширення бетону [ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2:2012];

$E_{c,\theta} = 1,2 \cdot 10^4 \text{ МПа}$ початковий модуль пружності бетону [ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2:2012];

$\rho_c = 2150 \text{ кг/м}^3$ – густина бетону у сухому стані, кг/м^3 , що дорівнює густині бетону природної вологості за відніманням випареної води у кількості 150 кг/м^3 ;

$K_1 = 0,47 \text{ МН} \cdot \text{м}^{3/2}$ - коефіцієнт псевдоінтенсивності напружень у бетоні [41, 42];

$\lambda_n = 1.5 \text{ Вт}\cdot\text{м}\cdot^\circ\text{С}$ – коефіцієнт теплопровідності бетону при температурі 250 °С [ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2:2012].

Використовуючи початкові дані, які подані вище отримаємо параметр F .

$$F = \frac{1.16 \cdot 10^{-2} \cdot 9 \cdot 10^{-6} \cdot 1.2 \cdot 10^4 \cdot 2150}{0.47 \cdot 1.5} = 3.821 \leq 4$$

Параметр менший за 4 це означає, що граничний стан втрати цілісності не настає.

Оцінка класу вогнестійкості несучої стіни та відповідності її вимогам

За даними, які отримані можна зробити висновок що клас вогнестійкості для стіни СБ-1 REI 120 забезпечений.

Оцінка групи розповсюдження полум'я несучої кам'яної стіни

Геометрична схема розташування елементів у будівлі

Для розрахунку небезпечних факторів пожежі використана інтегрована система Pyrosim. Pyrosim - це користувацький інтерфейс для програми Fire Dynamics Simulator (FDS). Польова модель FDS може передбачати поширення диму, температури та інших небезпечних факторів під час пожежі. Результати моделювання використовуються для забезпечення безпеки будинків при проектуванні.

Розрахункова модель FDS і програма для візуалізації Smokeview тісно вбудовані в Pyrosim.

Pyrosim дозволяє інтерактивно вводити вихідні дані й перевіряти правильність вихідного формату файлу для FDS. Крім того, Pyrosim надає зручні інструменти створення геометрії в 2D і 3 D-Режимах, наприклад, діагональні стіни, підкладки для полегшення малювання, угруповання об'єктів, гнучке настроювання відображення, а також копіювання й модифікація об'єктів. Версія Pyrosim, що використана у даній роботі, підтримує версію FDS 6.

На рис. 7-11 наведені геометричні схеми розрахункової області, прорізів для досліджуваної будівлі.

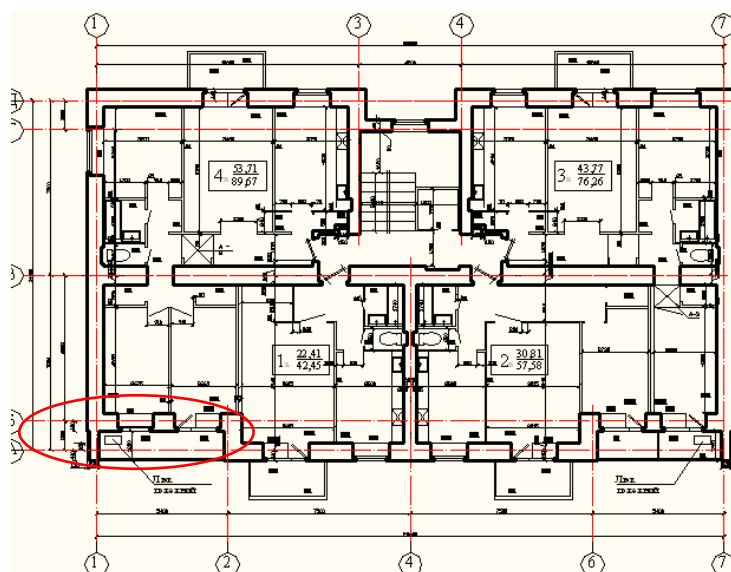


Рисунок 7 – План-схема житлової будівлі з вказанням розрахункової області

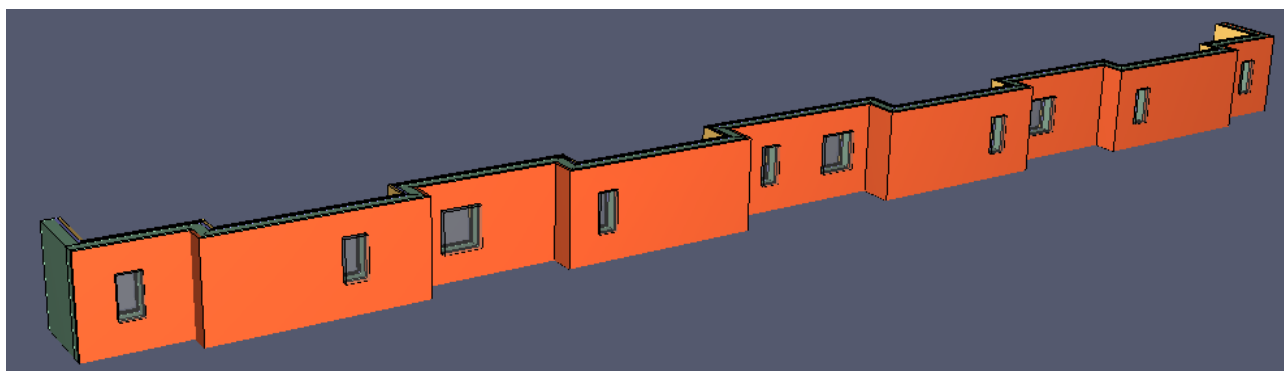


Рисунок 8 – Повна геометрична схема розрахункової області фасаду будівлі

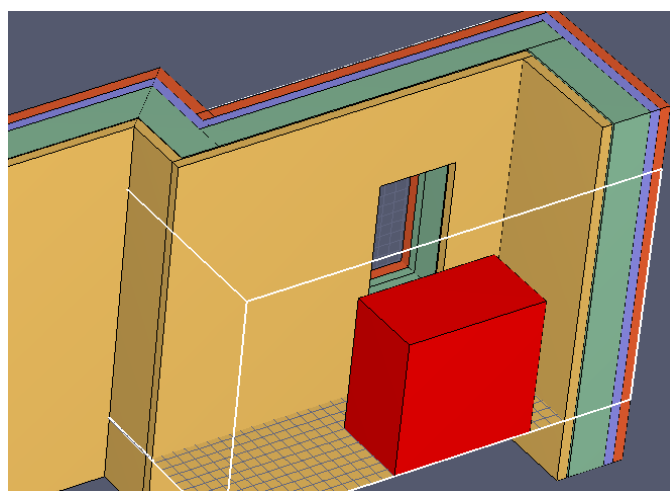


Рисунок 9 – Внутрішня структура розрахункової області конструкцій будівлі

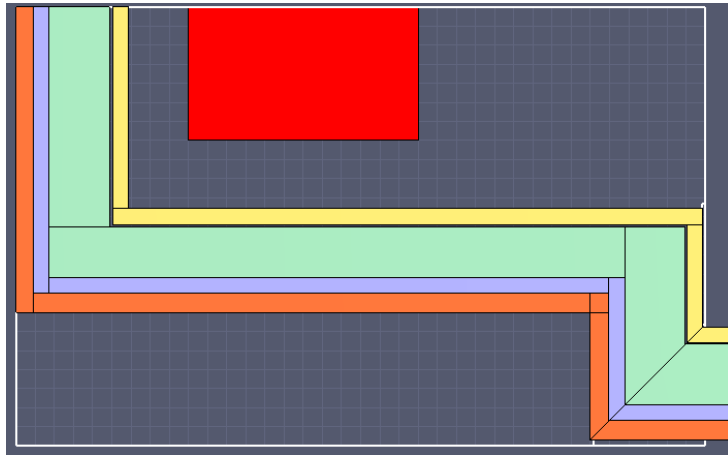


Рисунок 10 – План розташування чотиришарового блока фасаду будівлі

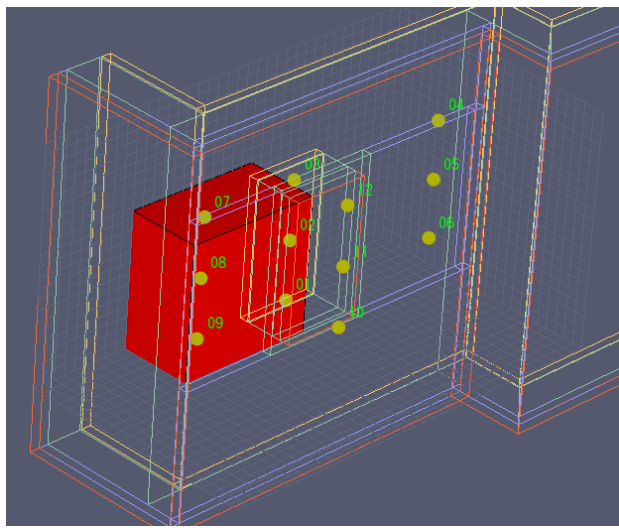


Рисунок 11 – Точки знімання температурних показників поблизу тришарового блока фасаду житлової будівлі (на відстані 100 мм від поверхні блоку)

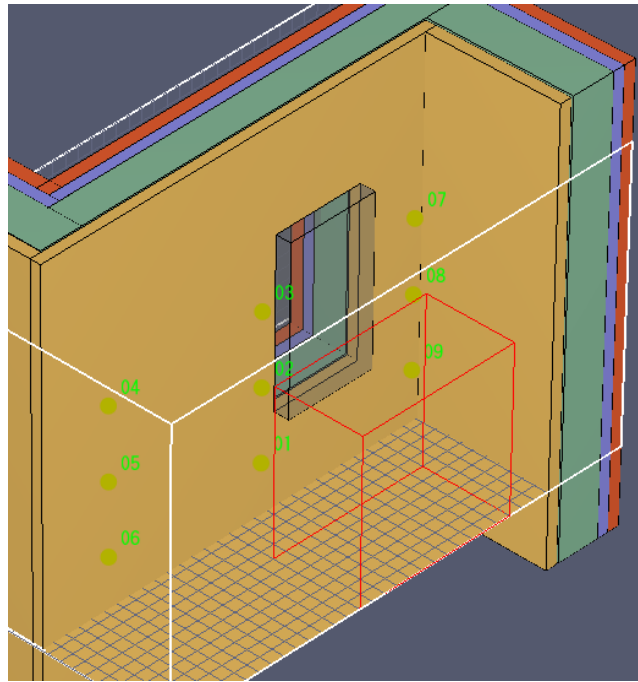






Рисунок 12 – Фрагмент житлової будівлі де розташований осередок пожежі згідно із прийнятим сценарієм

На рис 12 поданий фрагмент житлової будівлі де розташований осередок пожежі згідно із прийнятим сценарієм.

Матеріали, які застосовуються у моделі мають свою номенклатуру і мають свій колір для позначення. У табл. 2.2.4 наведена система позначень відповідних матеріалів, а у табл. 2.2.5. вказані відповідні характеристики матеріалів.

Система позначень матеріалів конструкцій та пожежного навантаження, що застосовані у моделі

Таблиця 2.2.4

Кольорове позначення поверхні матеріалу	Найменування матеріалу
	Газо- бетонний блок марки D 400
	Кладка з керамічного пустотілої цегли марки М-100 на цементно-пісочному розчині марки М-100
	Пінополістирол марки ПСБ-С-25
	Бетон класу С8/10 (М 150)

Характеристики матеріалів, що застосовані у моделі

Таблиця 2.2.5

Параметр	Одиниці виміру	Величина
Газобетонний блок марки D 400		
Густина	кг/м ³	1000,0
Питома теплоємність	Дж/(кг · К)	3,07
Теплопровідність	Вт/(м · К)	7,69·10 ⁻⁴
Коефіцієнт поглинання	1/м	0,65
Дозволити вигорання матеріалу	-	так
Коефіцієнт випромінювання	-	0,9
Кладка з керамічного порожнистої цегли на цементно-пісочному розчині марки М-100		
Густина	кг/м ³	1400,0
Питома теплоємність	Дж/(кг · К)	3,25
теплопровідність	Вт/(м · К)	1,72·10 ⁻³
Коефіцієнт поглинання	1/м	0,55
Дозволити вигорання матеріалу	-	так
Коефіцієнт випромінювання	-	0,9
Пінополістирол марки ПСБ-С-25		
Густина	кг/м ³	25,0
Питома теплоємність	Дж/(кг · К)	5,86
теплопровідність	Вт/(м · К)	1,5·10 ⁻⁴
Коефіцієнт поглинання	1/м	0,44
Дозволити вигорання матеріалу	-	так
Коефіцієнт випромінювання	-	0,9
Температура займання	°С	346,0
Температура самозаймання	°С	491,0
Бетон класу С8/10		
Густина	кг/м ³	2300,0
Питома теплоємність	Дж/(кг · К)	2,6
теплопровідність	Вт/(м · К)	5,49·10 ⁻³
Коефіцієнт поглинання	1/м	0,62
Дозволити вигорання матеріалу	-	так
Коефіцієнт випромінювання	-	0,9

Параметри моделі та початкові дані

Основні параметри та початкові дані щодо моделі, яка застосовується для розрахунку межі поширення полум'я наведено у табл. 2.2.6

Основні параметри моделі та початкові дані

Таблиця 2.2. 6

Параметр	Одиниці виміру	Величина
Початкові параметри		
Температура оточуючого середовища	°С	20
Атмосферний тиск	кПа	101.325
Масова доля кисню	кг/кг	0,232378
Масова доля чадного газу в атмосфері	кг/кг	$5,95 \cdot 10^{-4}$
Відносна вологість повітря	%	40
Константа Смагоринського	-	0.2
Число Шмідта	-	0.5
Число Прадтля	-	0.5
Початкова незмішана доля	-	1.0
Коефіцієнт випромінювання факелу пожежі	-	0.9
Параметри осередку пожежі		
Тепловиділення	кВт/м ²	200.0
Температурний датчик		
Діаметр спая	мм	1.0
Коефіцієнт випромінювання поверхні спая	-	0.85
Густина спая	кг/м ³	8908.0
Питома теплоємність спая	кДж/(кг·К)	0.44
Положення по висоті колони	м	0.6, 1.3, 1.9

На рис. 13 наведена робоча сіткова модель розрахункової області

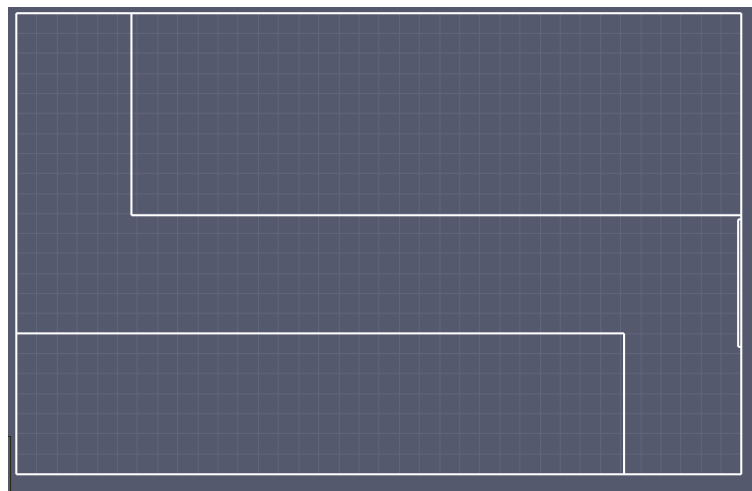
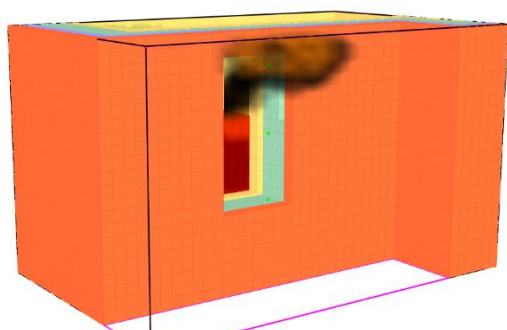


Рисунок 13 – Сіткова модель розрахункової області

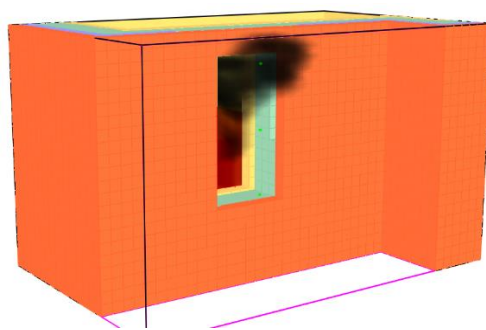
Результати розрахунку межі поширення полум'я по чотиришаровому блоку

У результаті розрахунку були отримані розподіли температури у площині на висоті 0.6, 1.3, 1.9 м від підлоги та отримані межі поширення полум'я по конструкціям з їх поступовим вигоранням. Отримані результати наведені на рис. 14. В таблиці 2.2.7 наведені результати для випадку шар пінополістиролу неізолюваний від теплового впливу факелу пожежі та випадку коли він ізолюваний бетонним прошарком 60 мм.

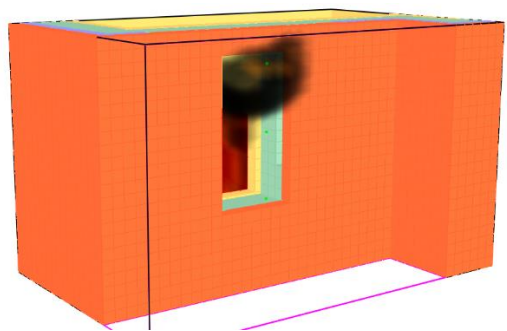
600 с.



1600 с.



2600 с.



3600 с.

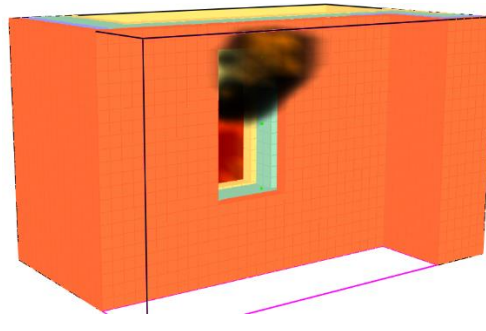
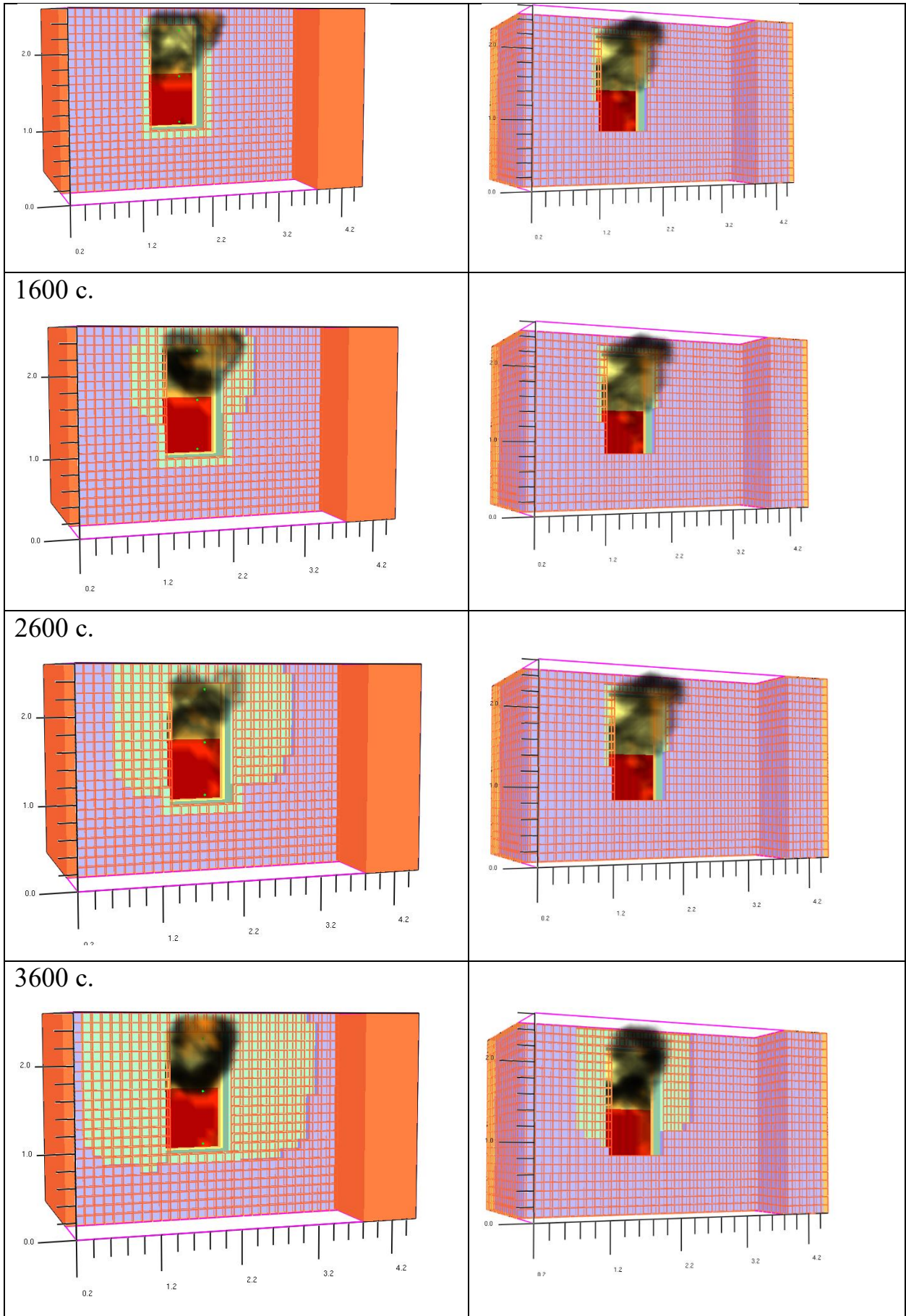


Рисунок 14 – Положення факелу полум'я пожежі у віконному прорізі фасаду будівлі у різні моменти часу її розвитку

Вигорання конструкцій тришарового блоку із зовнішнім облицювальним шаром

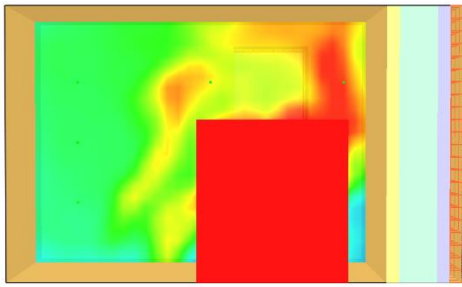
Таблиця 2.2.7

Шар пінополістиролу неізолюваний	Шар пінополістиролу ізолюваний
600 с.	

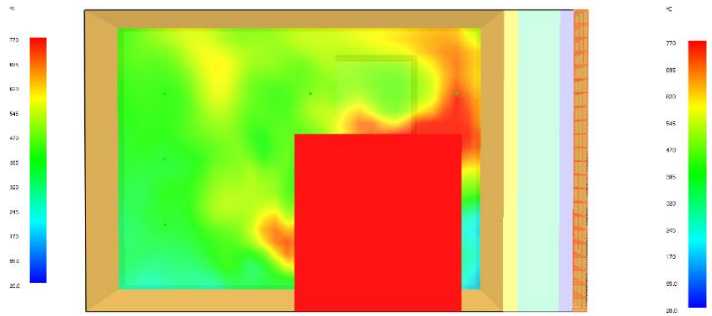


На рис. 15 –16 наведений температурний розподіл у визначеній площині приміщення у відповідні моменти часу.

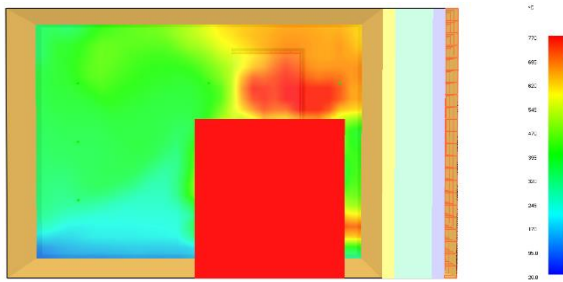
600 с.



1600 с.



2600 с.



3600 с.

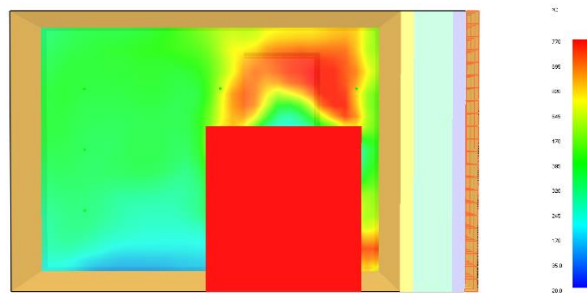
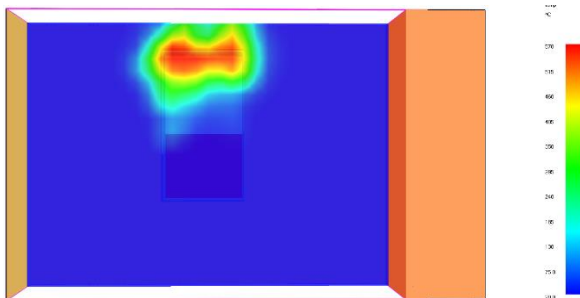
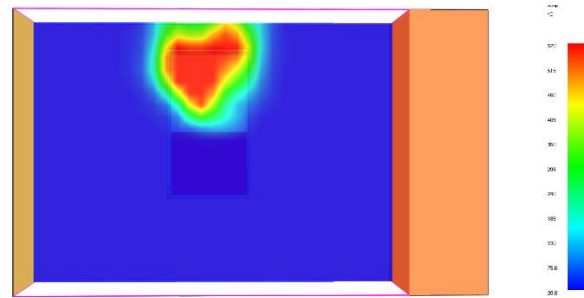


Рисунок 15 – Температурний розподіл у площині в поперечному перерізі приміщення біля віконного прорізу у відповідні моменти часу

600 с.



1600 с.



2600 с.

3600 с.

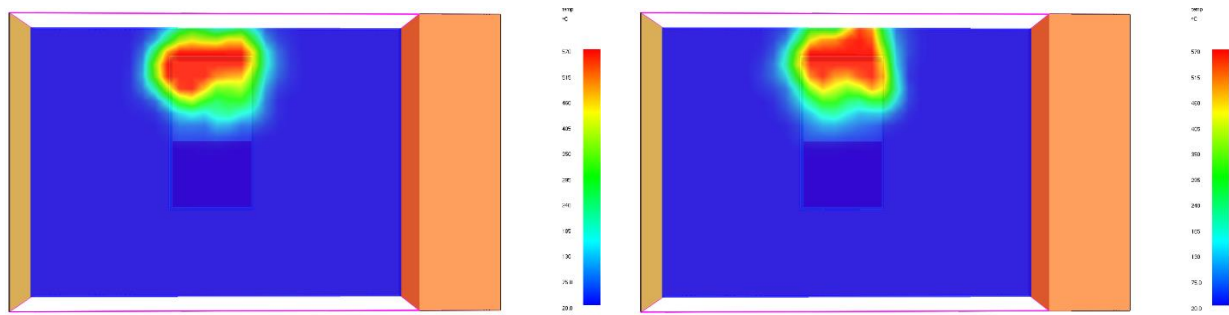


Рисунок 16 – Температурний розподіл у площині в поперечному перерізі, яка розташована зовні приміщення в 100 мм від віконного прорізу приміщення у відповідні моменти часу

Відповідно до температурних датчиків, що були встановлені поблизу стіни, були отримані графіки залежності температури від часу.

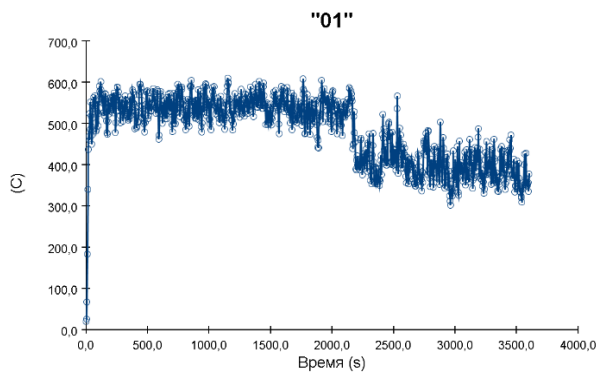


Рисунок Б.1 – Залежність температури від часу на 01 температурному датчику

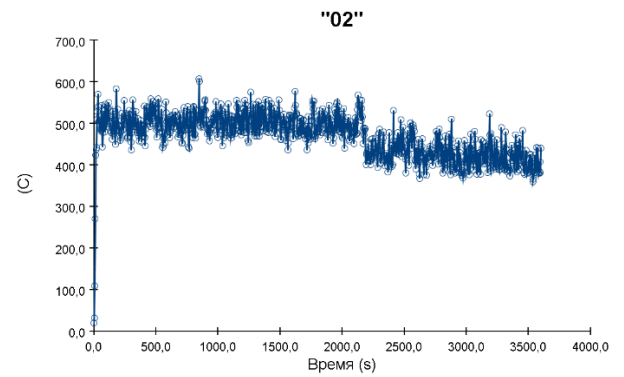


Рисунок Б.2 – Залежність температури від часу на 02 температурному датчику

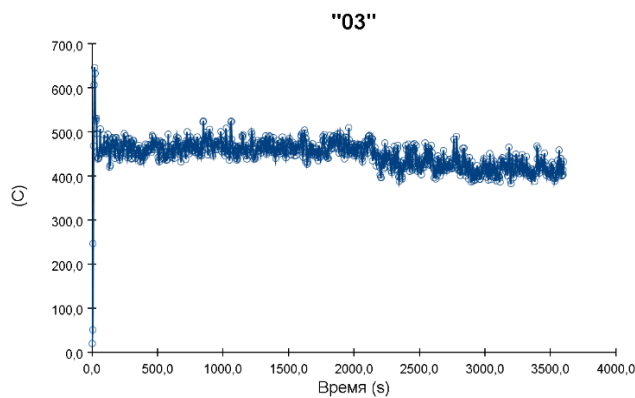


Рисунок Б.3 – Залежність температури від часу на 03 температурному датчику

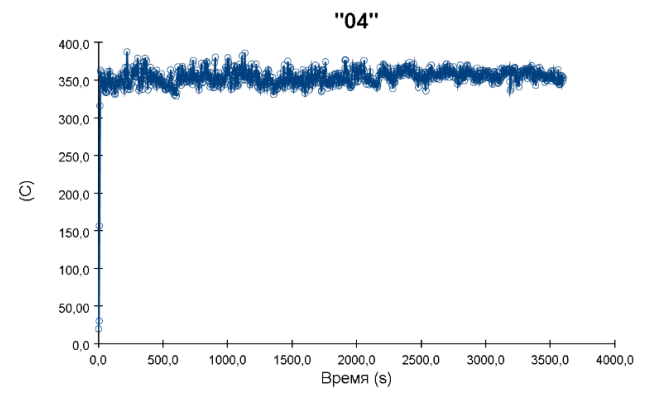


Рисунок Б.4 – Залежність температури від часу на 04 температурному датчику

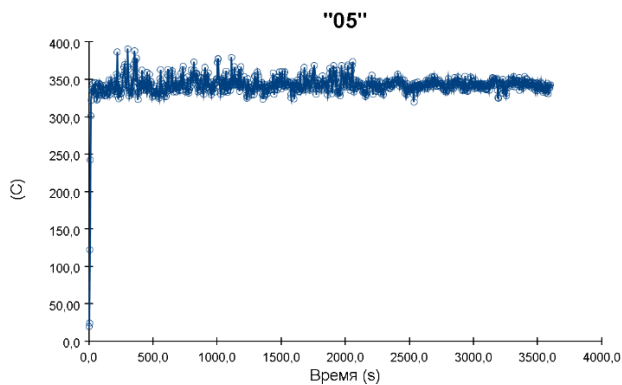


Рисунок Б.5 – Залежність температури від часу на 05 температурному датчику

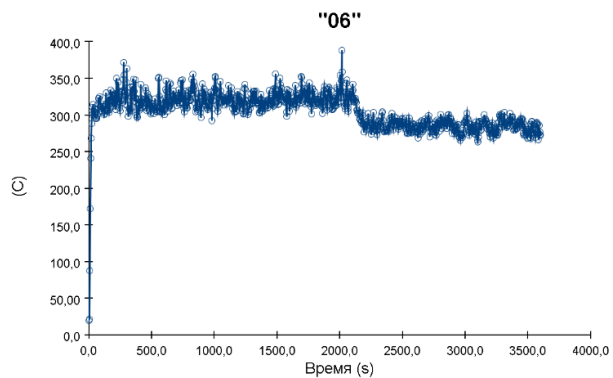


Рисунок Б.6 – Залежність температури від часу на 06 температурному датчику

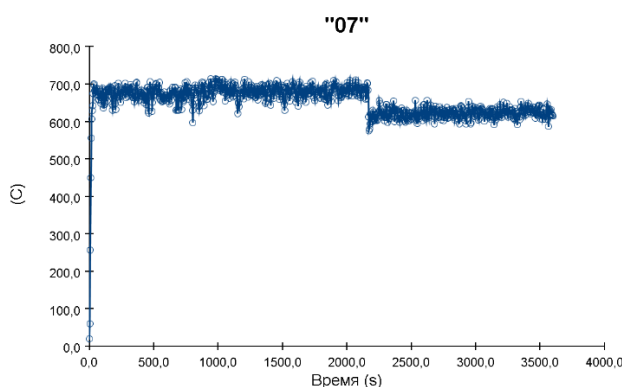


Рисунок Б.7 – Залежність температури від часу на 07 температурному датчику

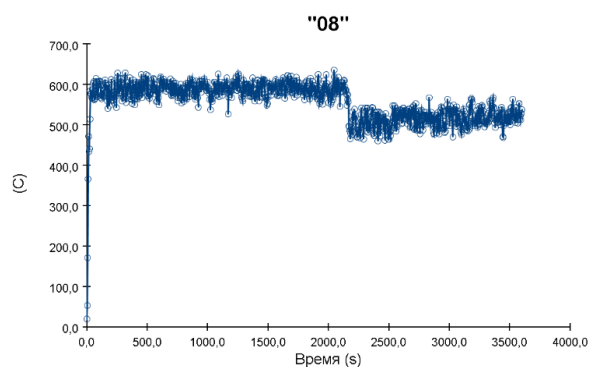


Рисунок Б.8 – Залежність температури від часу на 08 температурному датчику

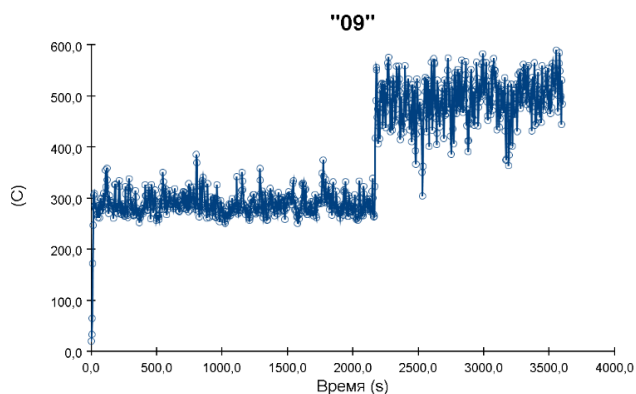


Рисунок Б.9 – Залежність температури від часу на 09 температурному датчику

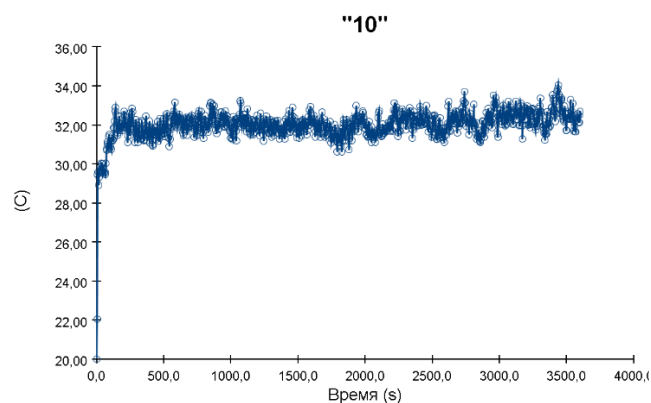


Рисунок Б.10 – Залежність температури від часу на 10 температурному датчику

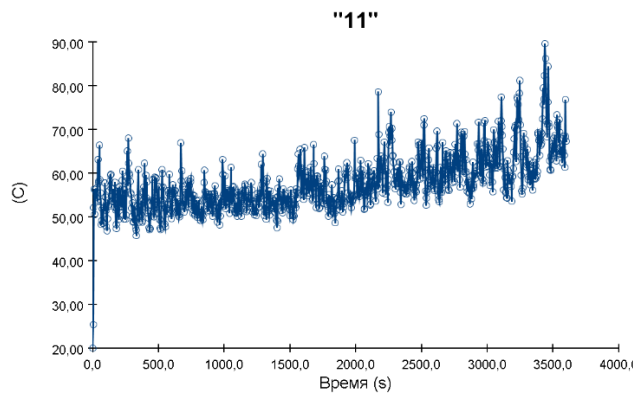


Рисунок Б.11 – Залежність температури від часу на 11 температурному датчику

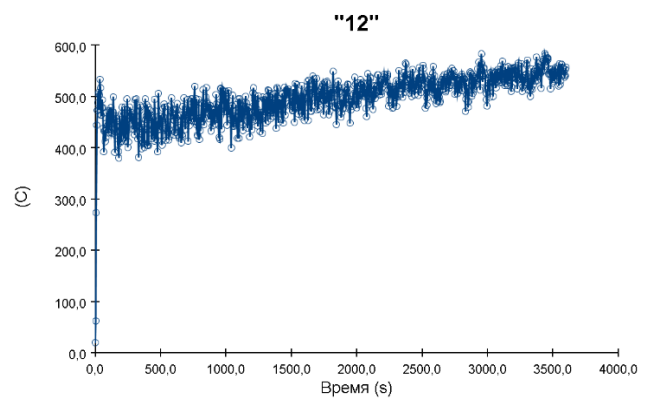


Рисунок Б.12 – Залежність температури від часу на 12 температурному датчику

З огляду на наведені результати, що наведені на рис. 11 можна зробити висновок за додатком Г ДБН В.1.1.7 : 2016 що при неізольованому шару пінополістиролу у віконному прорізі протягом $15 \text{ хв} \pm 0.5 \text{ хв}$ відбувається поширення полум'я по ньому і дана конструкція не відповідає групі горючості М0, тоді як за умови коли шар пінополістиролу ізольований прошарком бетону завтовшки 60 мм у віконному проїмі поширення полум'я протягом $15 \text{ хв} \pm 0.5 \text{ хв}$ не відбувається, тож за таких умов дана стіна відповідає групі поширення полум'я М0, що відповідає вимогам норм.

Для перевірки відповідності комбінованої бетонної стіни встановленим вимогам виконані розрахунки щодо оцінки її класу вогнестійкості. Розрахунки відповідають методикам, встановленим у чинних стандартах України, і других частин стандартів Євросоюзу, Eurocode 1 та Eurocode 6. Також були виконані розрахунки групи поширення полум'я по матеріалу стіни шляхом застосування методів комп'ютерної газогідродинаміки.

За результатами розрахунків встановлено, що комбінована бетонна стіна відповідає класу вогнестійкості REI 120 і за умови ізоляції утеплювального шару пінополістиролу бетонним прошарком завтовшки 60 мм у віконному прорізі дана стіна відповідає групі поширення полум'я М0,

що у свою чергу відповідає вимогам до залізобетонних плит будівель II ступеня вогнестійкості згідно із класифікацією вогнестійкості будівельних конструкцій за ДБН В. 1.1-7:2016.

Розділ 3. Технологічно-організаційний

3.1. Підготовка об'єкта будівництва.

Будівельний майданчик знаходиться в межах міста. Підвіз ґрунту на будмайданчик проводиться з відстані до 15 км, піску – до 20 км. Відстань до найближчої залізничної станції 5 км, доставки залізобетонних конструкцій та бітуму – до 7 км.

Вертикальне планування ділянки вирішено у відповідності з рельєфом. Враховувались природні умови сусідніх району, ув'язуючи з існуючими будівлями та дорогами з твердим покриттям.

Вертикальне планування вирішена способом горизонталей.

При будівництві враховані будівельні та технологічні вимоги. Вертикальне планування створює сприятливі умови для безпечного під'їзду та підходу до будівлі, а також безперешкодного відводу поверхневих вод.

Відвід поверхневої та талої води з ділянки будівництва прийнятий поверхневий.

Розрахункова зимова температура -24°C . Розрахункова глибина промерзання ґрунту 1.2м.

Забезпечення будівельними матеріалами та машинами здійснюється матеріально-технічною базою генерального підрядчика будівництва.

Обґрунтування термінів будівництва.

Нормативну тривалість будівництва визначено ДБН-А43-5-96. Для житлового будівництва (9 поверхові житлові будівлі) загальна нормативна тривалість будівництва складає 30 місяців. З них на монтаж устаткування відводиться до 10% часу. Таким чином нормативна тривалість будівництва даного об'єкту складає $30 \cdot (1 - 0.1) = 27$ місяців. Розрахункову тривалість будівництва одержана при розробці календарного плану і складає 23 місяці. Розрахункова тривалість, менша за нормативну за рахунок раціональної організації, суміщення потоків та ін. заходів.

Вибір методів виконання робіт.

В підготовчий період проводиться підготовка території будівництва:
- геодезична розбивка доріг,

- геодезична розбивка інженерних сіток,
- зведення тимчасових та постійних будівель і споруд, необхідних потреб будівництва.

Основний період будівництва об'єднує всі види робіт по будівництву:

- будівництво підземної та надземної частин споруди
- оздоблювальні роботи
- монтаж обладнання.

В кожній стадії будівельні процеси групуються в спеціалізовані потоки, які виконують відповідні бригади з допустимим зближенням в часі.

Вибір екскаватора.

При глибині котловану $h = 2.5$ м приймаємо екскаватор із прямою лопатою й обсягом ковша 2.5 м^3 . Для порівняння розглядаємо два екскаватори: ЭО-3322А [$C_{PC}=56.07$ тис.грн. $C_{MC}=42.70$ грн] і ЭО-7111С [$C_{PC}=68.27$ тис.грн. $C_{MC}=45.40$ грн].

Приведені витрати:

$$Z_{\text{П}} = Z + E_{\text{Н}} * \text{ДО};$$

де: Z – вартість розробки 1 м^3 ґрунту:

$$Z = 1.17 * C_{\text{MC}} / \text{ПЭ};$$

де: C_{MC} – вартість однієї машино зміни.

1.17 – коеф. обліку накладних витрат.

$E_{\text{Н}}$ – нормативний коеф. ефективності капіталовкладень ($E_{\text{Н}}=0.15$).

K – питомі капіталовкладення на розробку 1 м^3 ґрунту:

$$\text{ДО} = (1.07 * C_{\text{PC}}) / (\text{ПЭ} * N_{\text{ГОД}});$$

де: C_{PC} – інвентарно-розрахункова (балансова) вартість машини.

$N_{\text{ГОД}}$ – нормативне число змін роботи механізму за рік

(при двозмінному режимі роботи $N_{\text{ГОД}}=408$).

ПЭ – змінна експлуатаційна продуктивність машини:

$$\text{ПЭ} = 60 * Z * q_{\text{КЭ}} * n_{\text{T}} * k_{\text{В}} * k_{\text{I}};$$

де: Z – тривалість робочої зміни $Z=8.2$.

$q_{\text{КЭ}}$ – ємність ковша екскаватора

n_T – технічне число циклів екскаватора в хвилину:

$$n_T = 60/t_{ЦЭ};$$

де: $t_{ЦЭ}$ – тривалість одного циклу

k_B - коеф. використання машини за часом $k_B = 0.76$

k_1 ; - коеф. наповнення ковша екскаватора ґрунтом у щільному тілі:

$$k_1 = k_H/k_{ПР};$$

де: k_H – коеф. наповнення ковша пухким ґрунтом $k_H = 1.13$

$k_{ПР}$ – коеф. первісного розпушення ґрунту $k_{ПР} = 1.28$

$$k_1 = 1.13/1.28 = 0.883$$

Екскаватор ЭО-3322А:

$$n_T = 60/22 = 2.73$$

$$ПЭ = 60 * 8.2 * 2.5 * 2.73 * 0.76 * 0.833 = 2253.4 \text{ м}^3/\text{див}$$

$$До = (1.07 * 56070) / (2253.4 * 408) = 0.0652 \text{ грн}$$

$$З = 1.17 * 42.7 / 2253.4 = 0.0222 \text{ грн}$$

$$З_{П} = 0.0222 + 0.15 * 0.0652 = 0.032 \text{ грн}$$

Екскаватор ЭО-7111С:

$$n_T = 60/22 = 2.73$$

$$ПЭ = 60 * 8.2 * 2.5 * 2.73 * 0.76 * 0.833 = 2253.4 \text{ м}^3/\text{див}$$

$$До = (1.07 * 68270) / (2253.4 * 408) = 0.0794 \text{ грн}$$

$$З = 1.17 * 45.4 / 2253.4 = 0.0236 \text{ грн}$$

$$З_{П} = 0.0236 + 0.15 * 0.0794 = 0.035 \text{ грн}$$

Прийнято екскаватор ЭО-3322А з ємністю ковша 2.5 м³ на гусеничному ході.

Основні технічні характеристики одноковшового екскаватора

ЭО-3322А обладнаного прямою лопатою:

№ п/п	Технічна характеристика	Значення
1	Місткість ковша. м ³	2.5
2	Радіус копання. м: - найбільший - найменший	12 4.3
3	Радіус вивантаження. м: - найбільший - найменший	10.8 6.8
4	Найбільша висота вивантаження. м	7

5	Найбільша висота копання. м	6.4
6	Тривалість циклу. с	22
7	Продуктивність при навантаженні ґрунту в транскравці засобу м ³ /ч. при ґрунті II групи	142
8	Потужність двигуна. квт	160
9	Швидкість пересування. км/год	1.28
10	База. м	5.17
11	Радіус хвостової частини. м	5.0
12	Маса. т	9.4

Підбор автотранспортних засобів і їхньої кількості.

При обсязі ґрунту, що вивозиться, 2970 м³ і відстані до відвала до 8 км по дорозі з асфальтовим покриттям. приймаємо самосвальний автопоїзд у складі автомобіля-самоскида і причепа-самоскида з подачею однієї машини під навантаження (при щільності ґрунту (глини) $\rho_{ГР}=1.7\div 1.8$ т/м³). Приймаємо автосамосвал КрАЗ 25661 з вантажопідйомністю $m=12.5$ т і обсягом кузова $P=6$ м³. і причіп-самоскид СПП-1-8 з $m=22$ т і $P=13$ м³. Перевірка умови:

$$m/P=(12.5+22)/(6+13)=1.81\text{т/м}^3\approx\rho_{ГР}.$$

Кількість ковшів екскаватора. завантажуються в автопоїзд:

$$n=P/(q*k_1)=(6+13)/(2.5*0.833)=9\text{шт.}$$

Коеф. впливу транспорту. при кількості ковшів, що завантажуються, $n=9$ $k=0.9$.

Розрахункова тривалість одного транспортного циклу:

$$t_{Ц}=t_n+(120*L_{ТР})/v_{СР}+t+t_m;$$

де: $L_{ТР}$ – відстань транспортування ґрунту (3км)

$v_{СР}$ – середня швидкість руху (38 км/ч)

t – час розвантаження (2 хв)

t_m – час маневру автопоїзда при навантаженні і розвантаженні (3 хв)

t_n – тривалість навантаження

$$t_n=n/(n*k)=9/(2.73*0.9)=3.66\text{ хв}$$

$$t_{Ц}=3.66+120*3/38+2+3=18.13\text{ хв.}$$

Необхідна кількість автопоїздів:

$$N=t_{Ц}/t_n=18.13/3.66=4.95\text{ шт.}$$

Прийнято 5 автопоїздів.

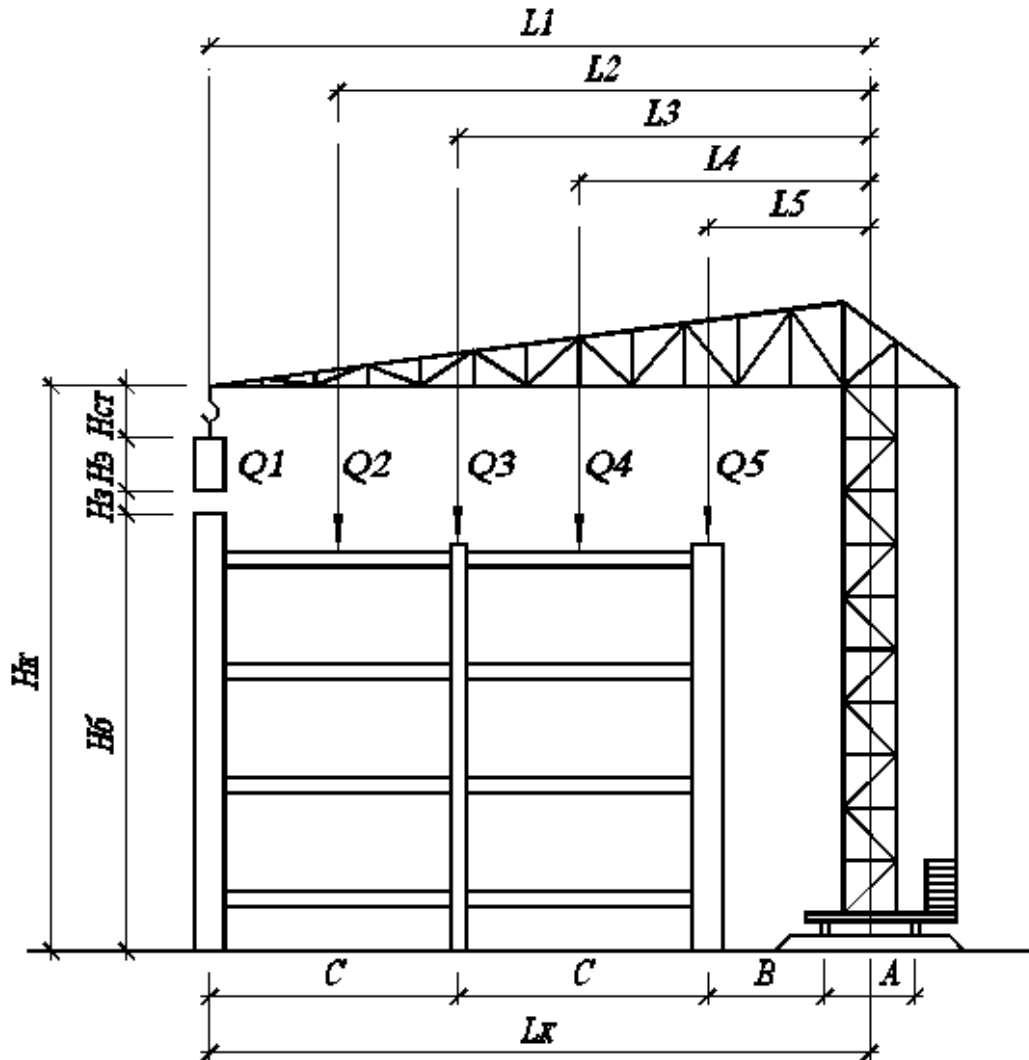
Основні технічні характеристики комплекту

транспортних засобів.

№ п/п	Показники	Автомобіль КрА325661	Причіп СПП-1-8
1	Вантажопідйомність. т	12.5	22
2	Власна маса. т	10.85	15.8
3	Обсяг кузова. м ³	6	13
4	Кут перекидання. °	60	60
5	Час перекидання. с	20	15
6	Максимальна швидкість. км/год	68	-
7	Напрямок розвантаження	назад	назад
8	Базовий автомобіль	Краз25661	-
9	Автомобіль, що рекомендується	-	Краз25661
10	Габарити. мм:		
	- довжина	8100	13850
	- ширина	2640	2700
	- висота	2730	2750
11	Навантажувальна висота. мм	1685	1685

Вибір крану.

Для монтажу будівельних конструкцій і зведення будівлі прийнято баштовий кран. При ширині рейок 6 м, відстані від першої рейки до стіни будівлі 2 м та ширині будівлі $16.5+2*0.5=17.5$ м виліт стріли повинен бути не



меншин ніж $17.5+2+6/2=22.5$ м. Висота будівлі ≈ 35 м. Максимальна вага монтажнього елемента (плита перекриття 6×1.5 м) - 2.8 т.

Висота підйому гаку:

$$H_{\text{під.}} = h_{\text{ел.}} + h_3 + h_{\text{стр.}} + h_{\text{буд}}$$

де: $h_{\text{ел.}} = 0.3$ м – висота елемента

$h_3 = 0.5$ м – висота запасу

$h_{\text{стр.}} = 1.6$ – висота стропа

$h_{\text{буд}} = 35$ м – висота будівлі

$$H_{\text{під.}} = 0.3 + 0.5 + 1.6 + 35 = 37.4 \text{ м.}$$

Підбір вантажопідйомності кранів обчислюється за формулою:

$$\Theta = m_a + m_c + m_{oc}$$

За технічними параметрами для монтажу приймаємо кран КБ-160.2 (КБ-308) із наступними технічними характеристиками:

Виліт стріли	максимальний	25 м
	мінімальний	13 м
Висота підйому гаку	на мінімальному вильоті	55 м
	на максимальному вильоті	40.5 м
Вантажопідйомність	при мінімальному вильоті стріли	8 т
	при максимальному вильоті стріли	5.5 т
Швидкість	підйому вантажу	15 м/хвилину
	повороту стріли	0.6 обертів/хвилину
	руху	19.7 м/хвилину
Потужність електродвигуна	58 кВт	
Ширина колії	6000 мм.	

3.2. Технологія виконання будівельних процесів

Технологічна карта на влаштування покрівлі з наплавляемого руберойду способом розрідження.

Область застосування.

Дана технологічна карта призначена для організації праці робітників, що виконують роботи по виконанню робіт на влаштування покрівлі з наплавленого руберойду. Упровадження даної карти в будівельне виробництво дозволить на 100м² 3-х шарової рулонної покрівлі, в порівнянні з застосуванням покрівель на бітумних мастиках, скоротити витрату бітуму на 0.29 т, підвищити культуру виробництва, полегшити працю покрівельників, скоротити трудовитрати на 2 люд-години. Приклейка наплавляемого руберойду методом розрідження збільшує експлуатаційну довговічність покрівлі не менше ніж на 30-35% у порівнянні з покрівлями наклеєними шляхом високотемпературної обробки цих матеріалів. Дана технологічна карта призначена для влаштування покрівель на

культурно-побутових, житлових, сільськогосподарських і промислових будинках.

Організація і технологія будівельного процесу.

До початку наклейки рулонного килима основа очищається від сміття і пилу. Обезпилення поверхні основи виконується стисненим повітрям від компресора установки БПУ. Поверхня основи під наклеювану покрівельного килима, повинна бути рівною. Просвіти під 3-х метровою рейкою, покладеної впоперек схилу допускається до 10 мм на 1м² основи (СНиП 3-8,12-69). Основою під рулонний килим може бути монолітна стяжка чи поверхня залізобетонних плит покриття. Стяжка, що вирівнює, повинна бути виконана з цементно-піщаного розчину марок 50-100 чи гарячого дрібнозернистого піщаного асфальтобетону, міцність на стиск якого не менш 5 кг/см². Товщина стяжок по бетонній основі повинна бути рівною 10-15 мм, по сипучих і нежорстких утеплювачах 25-30 мм. Після очищення основи наносять шар ґрунту установкою БПУ. Ґрунтувати цементно-піщані стяжки потрібно бітумом марки 5, розчиненим у гасі чи в іншому розчиннику в співвідношенні 1:2 з розрахунку 800 г на 1м², а асфальтобетонні стяжки чистим бітумом. Готування ґрунту виконується заздалегідь в установці БПУ. Влаштування покрівлі починають із нижніх ділянок. При ухилі даху менш 15% полотнища рулонних матеріалів розгортають і наклеюють на основну площину покриття перпендикулярно напрямку стоку води, а при ухилі більш 15% за стоком води. На дахах з ухилом 2.5% і більш величина нахлестки рулонних полотнищ повинна складати по ширині у внутрішніх шарах 10 мм, у зовнішніх 100 мм ; по довжині у всіх шарах не менш 100 мм. На плоских дахах з ухилом менше 2.5% величина нахлестки полотнищ у всіх шарах (по ширині і довжині) застосовуються не менш 100 мм. Нахлестка в стиках полотнищ зовнішнього шару виконується по напрямку пануючих вітрів. При великих площах покриття всі шари наплавленого руберойду наклеювати треба одночасно. Спочатку наклеюють смуги 330 мм (1/3 ширини рулонного матеріалу при тришаровій покрівлі). Для одержання тришарової покрівлі зверху смуги шириною 330 мм

наклеюють смугу шириною 670 мм, а на неї повномірне полотнище шириною 1000 мм. Подовжня здвижка наступних повномірних полотнищ складе : першого 300 мм, другого і третього 330 мм. Таким чином, у будь-якому подовжньому напрямку килима буде по три, а в місцях нахлесток по чотири шари рулонного матеріалу. Процес наклейки полотнищ килима складається з декількох операцій, число яких залежить від довжини рулону. При довжині 10 м його розгортають на місці наклейки і складають. Потім на основу і половину полотнища наносять розчинник за допомогою фарбувального агрегату СО-5. Один покрівельник бере за кінець змазану половину, а другий, з метою фіксації полотнища, стає на його середину. Потім аналогічним способом вони приклеюють другу половину полотнища. У залежності від температурних умов прикочування наклеєного килима починають робити через 15-20 хв диференціальним катком. Витрата розчинника складає 45-60 г на 1 м² поверхні. Витратити розчинник менш 45 г/м² поверхні не дозволяється, так як можуть з'явитися не приклеєні місця. Витрата розчинника більш 60 г/м² може привести до утворення здуттів. Влаштування покрівель з наплавляемого руберойду без вогневим способом можна вести при температурі зовнішнього повітря не нижче 5⁰С. Перед наклейкою килима повинний бути складений акт на скриті роботи. Для влаштування рулонних покрівель з наплавляемого руберойду застосовують руберойд марок РМ-500-2 ; РК-500-2 ; РМ-420-1 ; РК-420-1 ; РМ-350-1 ; РК-350-1. Наплавляемий руберойди марок РМ-420-1, РМ-350-1 варто очищати від мінеральних посипок а руберойди для верхніх шарів повинна бути очищена також від грубозернистого посипання на ширину нахлестки полотнищ. Як розчинники шару, що накриває, з бітуму застосовують гас (ДСТ-513-18) при температурі зовнішнього повітря 5-14⁰С, уайт-спирит (ДСТ 3134-74)-і14-18⁰С, лак (ДСТ 1573-75) 18-25⁰С.

Техніка безпеки.

1. Будівля, на якій виконуються покрівельні роботи, повинна бути огорожена для запобігання доступу людей в зону можливого падіння матеріалів, інструментів, а також стікання мастики і т.п.

2. Кожний, знову поступивший на роботу покрівельник, повинен бути освідченим медичною комісією для допуску роботи на покрівлі.
3. Незалежно від виробничого стажу, покрівельник повинен пройти ввідний (загальний) інструктаж безпосередньо на робочому місці. Крім того, робітники повинні навчатися безпечним методам роботи по 6-10 годинній програмі і після перевірки знань отримати спеціальне посвідчення.
4. Для виконання робіт покрівельники повинні бути забезпечені брезентовими штанами, бавовняно-паперовими куртками, рукавицями і індивідуальними захисними засобами.
5. Покриття карнизних спусків, жолобів, парапетів повинна виконуватися з підмостей, випускних лісів або люльок.
6. Допуск робочих на покрівлю для виконання робіт дозволяється тільки після перевірки надійності несучої основи. При влаштування покрівлі, робітники повинні бути забезпечені запобіжними поясами.
7. Виконання робіт під час ожеледиці, густого туману, вітру (більше 6 балів), проливної дощу та сильного снігопаду – забороняється.
8. Зберігання розчинників, бітумних ґрунтовок і мастик, а також тари із під них допускається в пристосованих для цього приміщеннях і обладнаних справною вентиляцією.
9. При огрунтовці способом розпилення, покрівельники повинні знаходитися з підвітряного боку та надіти наголовний щиток ЩН-7 або захисні окуляри.
10. Складування на покрівлі штучних матеріалів, інструментів та тари з мастикою допускається лише після прийняття мір проти їх падіння (ковзання) по скату або здуванню вітром.
11. По закінченню зміни усі частки матеріалів, пристроїв і інструментів повинні бути прибрані з покрівлі.
12. Підігрів бітумних мастик повинен виконуватися при постійному догляді варщика.

13. В неробочий час та під час чистки і ремонту покрівлі всі машини та механізми повинні знаходитись в положенні, що виключає можливість їх пуску сторонніми особами, для чого пускові пристрої слід вимкнути та замкнути.

Калькуляція трудових витрат.

№ п/п	Основа ЄНіР типова калькуляція	Найменування робіт	Один вим	На одиницю		На будівлю		
				Норма часу люд-год	Розцінка грн	об'єм робіт	Трудовитрати люд-год	Вартість грн
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		Підготування холодної бітумної мастики	Т	5.92	14-22	2.05	12.12	75-94
2		Очистка основи від сміття та пилу	100 м ²	1.05	2-52	6.09	6.4	39-98
3		Ґрунтування основи	100 м ²	4.20	10-09	6.09	25.6	160-08
4		Догляд за механізмами і інструментами	100 м ²	0.15	0-36	6.09	0.91	5-70
5		Подача та розноска рулонних матеріалів по даху	Т	1.12	2-69	4.35	4.87	30-48
6		Улаштування 4-х шарової рулонної покрівлі	100 м ²	24.8	59-59	6.09	151.3	945-03
		Разом					200.93	1257-52

При виконанні робіт в одну зміну бригадою покрівельщиків з 4 чоловік приведений обсяг робіт буде виконаний за:

$$200.93/(4*8.2)=6.13 \text{ днів} \approx 7 \text{ днів}$$

де: 8.2 - тривалість однієї зміни в година

Література

1. ДБН А. 2.2.-3-2012 «Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва»
2. ДБН Б.1.1-15-2012 « Склад та зміст генерального плану населених пунктів».
3. ДБН В.1.2-14-2009 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ»
4. ДБН А.3.1-5-2009 "Організація будівельного виробництва".
5. ДБН В.1.2-2-2006 " Навантаження і впливи " .
6. ДБН В.2.6-98-2009 « Бетонні та залізобетонні конструкції»
7. ДБН В.2.2-9-2009 « Громадські будівлі та споруди».
8. ДБН В.2.5-74:2013 "Водопостачання. Зовнішні мережі й спорудження".
9. ДБН В. 2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі й спорудження".
10. ДБН В.2.5-28:2006 "Природне й штучне висвітлення"
11. ДБН В.2.5.-67-2013» «Опалення, вентиляція і кондиціонування».
12. НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорії приміщень будинків та зовнішніх установок за вибухонебезпечною небезпекою» .
13. РЕКН. Збірка 1. Земляні роботи
14. РЕКН. Збірка 7. Залізобетонні конструкції.
15. РЕКН. Збірка 11. Підлоги.
16. РЕКН. Збірка 12. Покрівля.
17. РЕКН. Збірка 15. Опоряджувальні роботи.
28. Байков В.Н. "Залізобетонні конструкції", М., Будвидав -1987 р
19. Беловол В.В. " Нормування праці і кошториси в будівництві" Суми: ВВП "Мрія" ЛТД.
20. Берлінов М.В. "Приклади розрахунку основ і фундаментів" Д.: Будвидав -1986.
21. Долматов Б.І. "Механіка ґрунтів, основи і фундаменти", М.Будвидав -1981
22. Лопатто А.Е. "Розрахунок перерізів і конструювання елементів залізобетонних конструкцій", Київ -1981 р.
23. Літвінов О.О."Технологія будівельного виробництва",Київ -1972 р.

24. Луцкой С.Я. "Довідник. Технологія будівельного виробництва", М, Вища школа -1991 р.
25. Маклакова Т.Г. "Конструкції цивільних будівель", М. - 1986 р.
26. Мандріков .Н. "Приклади розрахунку залізобетонних конструкцій", М., Будвидат -1989 р.
27. Онуфрієв І.А. "Будівельне виробництво". Довідник. Том 2.
28. ДСТУ БВ. 2.6-65:2008 «Палі залізобетонні».
29. ДСТУ Б.В-176:2008 « Суміші бетонні і залізобетонні.
30. ДСТУ БВ.2.6-15-99 «Вікна і двері полівілхлорідні».
31. ДСТУ БВ.2.6-16-2000 «Двері дерев'яні».
32. ДСТУ Б.В.2.6-62:2008 «Марші та сходові площадки залізобетонні»
33. ДСТУ Б В.2.4-2009 « Правила виконання архітектурно будівельних креслень.
34. ДСТУ БВ.2.7-2011 « Руберойд».
35. ДСТУ 4848-2007 « Бітуми нафтові».
36. ДСТУ 2.7-118-2002 « Плитки керамічні»
37. ДСТУ Б В.2.7-2010 « Вироби паркетні».
38. ДСТУ Б А. 1.1-18-94 « Лінолеум. Терміни та визначення».
39. ДСТУ Б.А.3.1-22:2013 «Визначення тривалості будівництва об'єктів.
40. ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013 Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва

41. Правила по обеспечению огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций. СТО 36554501-006-2006 – [Введен в действие 1996-01-01] – М.: Стройиздат, 2006. – 77 с.
42. Бартелеми Б. Огнестойкость строительных конструкций / Бартелеми Б., Крюппа Ж. – М.: Стройиздат, 1985. – 216 с.
43. Яковлев А.И. Расчет огнестойкости строительных конструкций. – М.: Стройиздат, 1988. – 144 с.

44. Франчук А.У. Таблицы теплотехнических показателей строительных материалов, М.: НИИ строительной физики, 1969 - 142 с.
45. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: Учебное пособие. – М.: Академия ГПС МВД России, 2000.
46. ООО «СИТИС». TP-5078. Перевод технической документации к программе Fire Dynamics Simulator (FDS) Версия 6. Техническое руководство к программе моделирования динамики пожара. Математическая модель.
47. Жуков В.В. Взрывообразное разрушение бетона / Жуков В.В., Гуляева В.Ф., Сорокин А.Н. // Огнестойкость строительных конструкций. – Вып. 4. – 1976. – С. 42–57.
48. Леннон Т., Мур Д.Б., Ван Ю.К., Бейли К.Г. Руководство для проектировщиков к EN 1991-1-2:2002, EN 1992-1-2:2002, EN 1993-1-2:2002 и EN 1994-1-2:2002 : справочник по проектированию противопожарной защиты стальных, сталежелезобетонных и бетонных конструкций зданий и сооружений в соответствии с Еврокодами : пер. с англ. / Т. Леннон и др.; ред. Серии Х. Гульванесян; М-во образования и науки Росс. Федерации, ФГБОУ ВПО «Моск. гос. строит. ун-т» ; науч ред. пер. В.М. Ройтман, И.А. Кириллов, А.И. Плотников; 2-е изд., Москва – МГСУ, 2013. – 196 с.