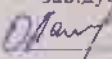


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АРХІТЕКТУРИ, БУДІВНИЦТВА ТА ДИЗАЙНУ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ БУДІВНИЦТВА
ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ АЕРОПОРТІВ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач випускової кафедри

 Олександр ЛАПЕНКО
"11" листопада 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

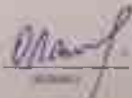
ВИПУСКНИКА ОСВІТЬНОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР
ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 192 «БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ»
ОСВІТЬНО-ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА
«ПРОМИСЛОВЕ І ЦИВІЛЬНЕ БУДІВНИЦТВО»

Тема: «Оцінка теплотехнічних характеристик стінових огорожуючих
конструкцій каркасних будівель»

Виконавець: студент гр. ЦБ-204М Добровольський Максим Ігорович 
(студент групи, прізвище та ім'я по батькові)

Керівник: к.т.н., доцент Скрєбнєва Світлана Миколаївна 
(науковий ступінь, ім'я та прізвище, ім'я по батькові)

Консультант розділу «Охорона праці»:



Федина В.П.
(ПІБ)

Консультант розділу

«Охорона навколишнього середовища»:



Радомська М.М.
(ПІБ)

Нормоконтролер:



Родченко О.В.
(ПІБ)

Київ 2022

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет архітектури, будівництва та дизайну

Кафедра комп'ютерних технологій будівництва та реконструкції аеропортів

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітньо-професійна програма: «Промислове і цивільне будівництво»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олександр ЛАПЕНКО

27 серпня 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи

Добровольський Максим Ігорович

(ПІ.Б. вивісника)

1. Тема роботи «Оцінка теплотехнічних характеристик стінових огорожуючих конструкцій каркасних будівель»

затверджена наказом ректора від « 29 » серпня 2022р. № 1583/ст.

2. Термін виконання роботи: з 19 жовтня 2022р. по 30 листопада 2022р.

3. Вихідні дані роботи: Запроскувати виставковий центр розмірами в плані 48.000 м x 49.500 м, висотою 13.2 м Конструктивна система будівлі - каркасна. Фундамент будівлі – монолітні фундаменти, які влаштовуються під колони. Матеріал головних конструкцій: бетон класу С 25/30, матеріал для зовнішніх стін – навісні «сандвіч-панелі» з утеплювачем завтовшки 100 мм, внутрішні стіни виконані з цегли (380 мм), перегородки між приміщеннями з гіпсобетону (100 мм).

4. Зміст пояснювальної записки:

Реферат

4.1. Науково-дослідницька частина.....

4.2. Архітектурний розділ.....

4.3. Розрахунково-конструктивний розділ.....

4.4. Основи і фундаменти.....

4.5. Технічна експлуатація будинку.....






4.6. Охорона праці.....

4.7. Охорона навколишнього середовища.....

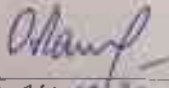

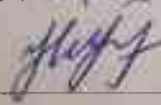

Список використаної літератури.....

5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу: таблиці, рисунки, діаграми, графіки.


6. Календарний план-графік


№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1.	Науково-дослідницька частина: провести огляд експериментально-теоретичних досліджень з розрахунку та конструюванню стін із легких сталевих тонкостінних конструкцій та оцінити їх теплову надійність з використанням різних видів утеплювачів.	серпень 2022– вересень 2022	
2.	Розробити об'ємно-планувальні рішення будівлі, конструктивну форму, архітектурно-конструктивні рішення, основні будівельні конструкції.	вересень 2022– жовтень 2022	
3.	Виконати розрахунок і конструювання оболонки купольного покриття та колони.	жовтень 2022– листопад 2022	
4.	Оцінити інженерно-геологічні умови майданчика, визначити глибину закладання фундаментів, ширину підшови стрічкових фундаментів, розмірів підшови стовбчастих фундаментів.	жовтень 2022– листопад 2022	
5.	Розроблення заходів щодо подальшої експлуатації та поточного ремонту будівлі виставкового центру.	листопад 2022	

7. Консультація з окремих розділів:

Назва розділу	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н., доцент Федина В.П.		
Охорона навколишнього середовища	к.т.н., доцент Радомська М.М.	24.08.2022 	24.08.2022 

8. Дата видачі завдання: « 29 » серпня 2022 р.

Керівник кваліфікаційної роботи:  к.т.н., доцент Скрєбнєва С.М.

Завдання прийняв до виконання:  Добровольський М.І.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	___
РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА.....	___
1.1. Конструктивні рішення стін із легких сталевих тонкостінних конструкцій	___
1.2. Методи визначення теплотехнічних властивостей неоднорідних огорожувальних конструкцій.....	___
1.2.1. Методика розрахунку термічно неоднорідних стінових конструкцій....	___
1.2.2. Нормовані параметри стінових огорожувальних конструкцій ...	___
1.3. Аналіз традиційних теплоізоляційних матеріалів, які використовуються при технології будівництва з ЛСТК.....	___
1.3.1. Утеплювачі на основі мінеральної сировини.....	___
1.3.2. Спінені полімерні матеріали.....	___
1.4. Актуальність завдання отримання нових ефективних конструкційних і теплоізоляційних матеріалів.....	___
1.5. Чисельне моделювання стінових моделей із ЛСТК.....	___
1.6. Висновки по розділу.....	___
РОЗДІЛ 2. АРХІТЕКТУРНА ЧАСТИНА.....	___
2.1. Архітектурно-будівельне рішення виставкового центру.....	___
2.2. Конструктивні рішення	___
РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА.....	___
3.1. Короткий опис об'єкту проектування.....	___
3.2. Металева сітчаста оболонка.....	___
3.2.1. Початкові дані для розрахунку.....	___
3.2.2. Збір навантажень.....	___
3.2.3. Результати розрахунку.....	___
3.2.4. Підбір конструктивних елементів.....	___
3.3. Збірна залізобетонна оболонка.....	___
3.3.1. Початкові дані для розрахунку.....	___

3.3.2. Збір навантажень.....	___
3.3.3. Результати розрахунку.....	___
3.3.4. Підбір конструктивних елементів.....	___
3.4. Аналіз результатів та висновки.....	___
РОЗДІЛ 4. ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ.....	___
4.1. Геологічні умови району будівництва.....	___
4.2. Визначення фізико-механічних характеристик ґрунтів основи.....	___
4.2.1. Визначення глибини закладання фундаменту.....	___
4.3. Розрахунок стовпчастого фундаменту.....	___
РОЗДІЛ 5. ТЕХНІЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ.....	___
5.1. Цілі та задачі технічної експлуатації.....	___
5.2. Дефекти та пошкодження сталевих конструкцій і рекомендації з їхнього захисту.....	___
5.3. Захист металевих конструкцій від атмосферної корозії.....	___
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	___
6.1. Небезпечні та шкідливі чинники, що діють на будівництві об'єкта виставкового центру в м. Харків.....	___
6.2. Технічні та організаційні заходи для зменшення рівня впливу небезпечних та шкідливих виробничих чинників.....	___
6.3. Інструкція з охорони праці для монтажника	___
РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	___
7.1. Аналіз проблем підвищення енергоефективності будівель.....	___
7.2. Екологічні наслідки низької енергоефективності житла.....	___
7.3. Енергозберігаючі рішення для будівель та споруд.....	___
7.3.1. Системи автономного опалення будівель.....	___
7.3.2. Утеплення огорожуючих конструкцій будівель.....	___
ВИСНОВКИ.....	___
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	___
ДОДАТКИ.....	___

АНОТАЦІЯ

Оцінка теплотехнічних характеристик стінових огорожуючих конструкцій каркасних будівель

Проведено аналіз використання легких сталевих тонкостінних конструкцій при зведенні будівель, запропоновано сучасну енергозберігаючу систему теплозахисту огорожувальних конструкцій з теплоізоляційним матеріалом «ПЕРВОЛІН».

Мета і задачі дослідження. Метою роботи було проведення огляду експериментально-теоретичних досліджень з розрахунку та конструюванню стін із легких сталевих тонкостінних конструкцій та оцінка їх теплотехнічних характеристик з різними видами утеплювачів.

Об'єкт дослідження – легкі сталеві тонкостінні конструкції.

Предмет дослідження – теплотехнічні характеристики стін із легких сталевих тонкостінних конструкцій.

РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

1.1. Конструктивні рішення стін із легких сталевих тонкостінних конструкцій

Стінові конструкції з використанням легких сталевих тонкостінних профілів за своєю конструктивною схемою та способом влаштування поділяються на тришарові клеєні заводського виготовлення («седвіч»-панелі) та панелі поелементної збірки.

1.2. Методи визначення теплотехнічних властивостей неоднорідних огорожувальних конструкцій

Процес теплопередачі теплопровідністю в огорожувальній конструкції супроводжується зміною температури як в просторі, так і в часі, тобто

$$t = f(x, y, z, T), \quad (1.1)$$

де t – температура огорожувальної конструкції;

x, y, z – координати точки;

T – час.

Функція (1.1) визначає температурне поле в огорожувальній конструкції. Якщо температура огорожувальної конструкції це функція координат і часу, то температурне поле огорожувальної конструкції буде нестационарним, тобто буде залежати від часу:

$$t = f(x, y, z, T); \quad \frac{\partial t}{\partial T} \neq 0. \quad (1.2)$$

Таке поле відповідає несталому тепловому режиму теплопровідності.

Якщо температура огорожувальної конструкції це функція тільки координат і не змінюється з плином часу, то температурне поле огорожувальної конструкції буде стаціонарним:

$$t = f(x, y, z, T); \frac{\partial t}{\partial T} = 0. \quad (1.3)$$

Для проходження теплоти через будь-яку огорожувальну конструкцію необхідна наявність різниці температур в різних точках перерізу огорожувальної конструкції.

Зв'язок між кількістю теплоти dQ , що проходить через елементарну площадку dF , яка знаходиться на ізотермічній поверхні, за проміжок часу dT і температурним градієнтом ($grad t = \frac{dt}{dx}$) встановлюється гіпотезою Фур'є, згідно з якою

$$dQ = -\lambda dF grad t dT = -\lambda dF dT \frac{\partial t}{\partial x}, [Дж]. \quad (1.4)$$

де λ – коефіцієнт теплопровідності середовища, ($Вт/м \cdot К$).

Мінус у правій частині показує, що в напрямку теплового потоку температура зменшується і величина $grad t$ є величиною від'ємною. Рівняння (1.4) є основним законом теплопровідності, або законом Фур'є.

Кількість теплоти, яка проходить через одиницю ізотермічної поверхні за одиницю часу – це густина, або вектор, теплового потоку:

$$q = -\frac{dQ}{dF dT}, \text{ або } q = -\lambda \frac{\partial t}{\partial x}, [Вт/м^2]. \quad (1.5)$$

Вектор теплового потоку направлений по нормалі до ізотермічної поверхні в бік зниження температури. Вектори q і $grad t$ лежать на одній прямій, але направлені в протилежні сторони.

Кількість теплоти, яка проходить за одиницю часу через ізотермічну поверхню F – це тепловий потік:

$$Q = \int_F q dF = - \int_F \lambda dF \frac{\partial t}{\partial x}, [Вт]. \quad (1.6)$$

Стінові огороження з легких сталевих тонкостінних конструкцій відносяться до огорожувальних конструкцій з теплопровідними включеннями. Теплопровідні включення у вигляді несучих сталевих профілів

мають досить великий коефіцієнт теплопровідності, тому вони знижують температуру внутрішньої поверхні стіни.

Треба зазначити, що в огорожувальних конструкціях з ЛСТ профілів найбільш вразливим місцем, з точки зору тепловтрат, є сам профіль. Він являє собою теплопровідне включення, так званий «місток холоду». Досить значні тепловтрати огорожувальних конструкцій відбуваються через віконні та дверні прорізи. Дані конструкції неоднорідні. Розрахунки теплотехнічних показників двох різних вікон, одне з яких дерев'яне зі склопакетом, а інше металопластикове, показали, що обидві світлопрозорі огорожувальні конструкції забезпечують мінімально допустиме значення опору теплопередачі для всіх температурних зон України.

1.2.1. Методика розрахунку термічно неоднорідних стінових конструкцій

Згідно з ДБН «Теплова ізоляція будівель» [3], приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної непрозорої огорожувальної конструкції розраховується за формулою:

$$R_{\Sigma np} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{j=1}^J \frac{F_j}{\alpha_e + R_j + \frac{1}{\alpha_s}}}, \quad (1.7)$$

де α_e, α_s – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, $Вт/(м^2 \cdot К)$, (приймаються згідно з додатком Е [3]);

R_j – термічний опір термічно однорідної зони, що визначається експериментально або на підставі розрахунків двовірного (тривірного) температурного поля й розраховується за формулою:

$$R_j = \frac{\overline{\tau_{ej}} - \overline{\tau_{zj}}}{q_j}. \quad (1.8)$$

де $\overline{\tau_{ej}}$; $\overline{\tau_{zj}}$ – середні температури внутрішньої і зовнішньої поверхонь термічно однорідної зони відповідно, °C;

q_j – густина теплового через термічно однорідну зону, $Вт/м^2$;

F_j – площа j -ї термічно однорідної зони, $м^2$;

F_{Σ} – площа огорожувальної конструкції, $м^2$.

Для конструкцій з визначеними значеннями лінійного коефіцієнта теплопередачі теплопровідних включень, k_j , $Вт/(м \cdot К)$, (відповідно до табл. И.3 [3]) приведений опір теплопередачі розраховується за формулою:

$$R_{np} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{R_{\Sigma i}} F_i + \sum_{j=1}^m k_j L_j}, \quad (1.9)$$

де k_j – лінійний коефіцієнт теплопередачі, $Вт/(м \cdot К)$, j -го теплопровідного включення огорожувальної конструкції, що не включені в таблицю И.3 [3], значення цього показника визначаються результатами розрахунків двомірних (тримірних) температурних полів згідно порядку визначення лінійного коефіцієнта теплопередачі;

L_j – лінійний розмір, $м$, j -го теплопровідного включення за внутрішньою поверхнею термічно неоднорідної огорожувальної конструкції.

Порядок визначення лінійного коефіцієнта теплопередачі, k_j , $Вт/(м \cdot К)$.

Визначається густина теплового потоку $\overline{q_1}$ і $\overline{q_2}$, $Вт/м^2$, через кожний вузол (стик) конструкції огороження, утворений перетином суміжних термічно однорідних конструкцій, протяжністю L , $м$, з відомими теплотехнічними характеристиками (рис. 1.6).

Густина теплового потоку, що проходить через огорожувальну конструкцію з теплопровідним включенням, q_{zag} , $Вт/м^2$, визначають на підставі результатів розрахунків двомірного температурного поля. Середнє значення густини теплового потоку, що проходить через теплопровідне включення (вузол, стик), $\overline{q_{mv}}$, $Вт/м^2$, визначають за формулою:

$$\overline{q_{m\theta}} = q_{заг} - (\overline{q_1} + \overline{q_2}).$$

(1.10)

Лінійний коефіцієнт теплопередачі визначають за формулою:

$$k = \frac{\overline{q_{m\theta}} \cdot A}{t_в - t_з},$$

(1.11)

де A – ширина теплопровідного включення, м;

$t_в, t_з$ – відповідно внутрішня та зовнішня температури повітря, °С.

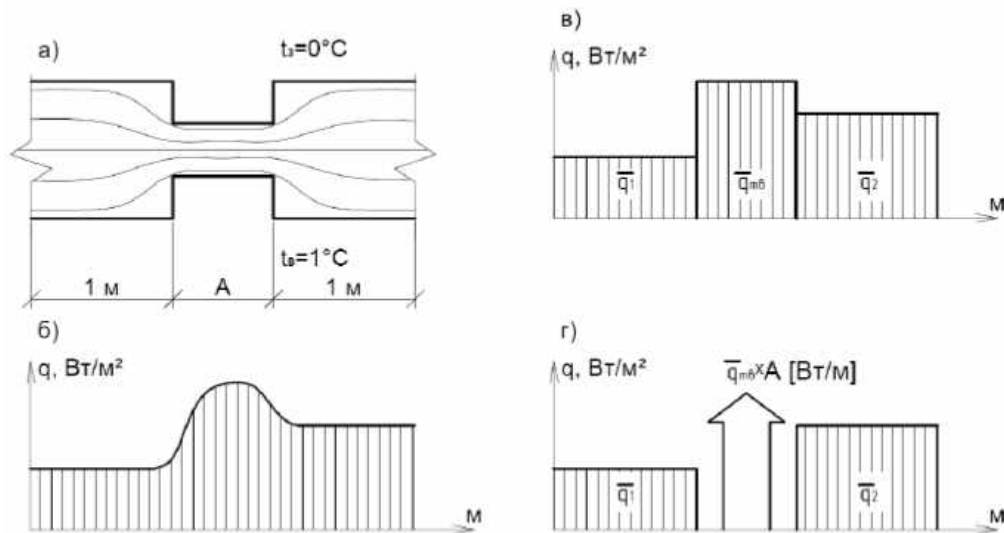


Рис. 1.6. Принципи моделювання при визначенні лінійного коефіцієнта теплопередачі [3]:

- а) температурне поле вузла; б) еюра густини теплового потоку вузла;
в) модель визначення густини теплового потоку вузла; г) густина теплового потоку з використанням поняття лінійного коефіцієнта теплопередачі

Загальні втрати тепла через огорожувальну конструкцію з теплопровідним включенням визначаються за формулою:

$$Q_{заг} = \left(\sum_{i=1}^3 \frac{F_j}{R_{\Sigma i}} + k_j L_j \right) (t_в - t_з),$$

(1.12)

де $R_{\Sigma j}, F_j$ – опір теплопередачі та площа j -го фрагмента основного поля конструкції.

1.2.2. Нормовані параметри стінових огорожувальних конструкцій

На сьогоднішній день в Україні проектування теплоізоляційної оболонки будинків за теплотехнічними показниками її елементів регламентовано ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель зі Зміною №1 від 1 липня 2013 року» [3, 4].

Згідно з [3] для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалюваних будинків та споруд обов'язкове виконання умов формули 1.13, 1.14, 1.15:

$$\overline{R_{\Sigma np}} \geq R_{q_{\min}},$$

$$\Delta t_{np} \leq \Delta t_{ce},$$

$$\tau_{e \min} > t_{\min},$$

де $R_{\Sigma np}$ – приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції (для термічно однорідних огорожувальних конструкцій визначається опір теплопередачі), $m^2 \cdot K / Bm$;

$R_{q_{\min}}$ – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, $m^2 \cdot K / Bm$;

Δt_{np} – температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, $^{\circ}C$;

Δt_{ce} – допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, $^{\circ}C$;

$\tau_{e \min}$ – мінімальне значення температури внутрішньої поверхні в зонах теплопровідних включень в огорожувальній конструкції, $^{\circ}C$;

t_{min} – мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні при розрахункових значеннях температур внутрішнього й зовнішнього повітря, °С.

При виконанні основних умов (1.13)-(1.15), зазвичай всі інші умови, які зазначаються в [3] та необхідні при проектуванні або розрахунку огорожувальної конструкції, виконуються.

Мінімально допустиме значення $\min R_{qmin}$ опору теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій житлових і громадських будинків встановлюється згідно [4] залежно від температурної зони експлуатації будинку (табл. 1.1).

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції Δt_{ce} встановлюється згідно [3] залежно від призначення будинку і виду огорожувальної конструкції (табл. 1.2).

Таблиця 1.1

Мінімально допустиме значення R_{qmin} опору теплопередачі стін [4]

№ поз.	Вид огорожувальної конструкції	Значення R_{qmin} , м ² ·К/Вт, для температурної зони	
		I	II
1	Зовнішні стіни	3,3	2,8

Таблиця 1.2

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні стін [3]

Призначення будинку	Стіни (зовнішні, внутрішні)
Житлові будинки, дитячі установи, школи, інтернати	4,0

Громадські будинки, крім зазначених вище, адміністративні та побутові, за винятком приміщень з вологим або мокрим режимом експлуатації	5,0
Виробничі будинки з сухим та нормальним режимом експлуатації	7,0
Виробничі будинки з вологим та мокрим режимом експлуатації	$t_b - t_p$
Виробничі будинки з надлишками тепла (більше 23 Вт/м ³)	12

Мінімально допустима температура внутрішньої поверхні t_{\min} непрозорих огорожувальних конструкцій у зонах теплопровідних включень, у кутах і укосах віконних і дверних прорізів при розрахунковому значенні температури зовнішнього повітря, прийнятому залежно від температурної зони експлуатації будинку згідно з [3], повинна бути не менше ніж температура точки роси t_p за розрахунковими значеннями температури й відносної вологості внутрішнього повітря, які приймаються залежно від призначення будинку.

Виконання умов за формулами (1.13)-(1.15) для огорожувальної конструкції, що проектується чи обстежується, перевіряється за результатами визначення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій за ДСТУ Б В.2.6-101 [14] акредитованими лабораторіями або за результатами розрахунків теплотехнічних показників конструкцій методами математичного моделювання теплових процесів та згідно [3].

Розрахункові умови експлуатації при розрахунках опору теплопередачі огорожувальних конструкцій приймаються залежно від розрахункового вологісного режиму експлуатації приміщення та конструктивного рішення огорожувальної конструкції. Розрахункові значення теплофізичних характеристик матеріалів приймаються згідно норм проектування.

Температурний перепад між температурою внутрішнього повітря та температурою внутрішньої поверхні стіни визначається за формулою:

$$\Delta t_{np} = t_e - \tau_e, \quad (1.16)$$

$$\tau_{\epsilon} = t_{\epsilon} - \frac{t_{\epsilon} - t_3}{R_{\Sigma} \alpha_{\epsilon}} \quad (1.17)$$

де
Підставивши (1.17) у (1.16) отримаємо

$$\Delta t_{np} = \frac{t_{\epsilon} - t_3}{R_{\Sigma} \alpha_{\epsilon}} \quad (1.18)$$

Температура внутрішньої поверхні термічно неоднорідної огорожувальної конструкції у зонах теплопровідних включень τ_{min} при перевірці виконання умови за формулою (1.15) визначається на підставі розрахунків двомірних або тримірних температурних полів.

1.3. Аналіз традиційних теплоізоляційних матеріалів, які використовуються при технології будівництва з ЛСТК.

Найпоширеніші теплоізоляційні матеріали, які використовуються при технології будівництва з ЛСТК – пінополістирол, мінеральна вата, гіпсокартон та OSB. Загальні характеристики теплоізоляційних матеріалів наведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3

Загальні характеристики теплоізоляційних матеріалів

Теплоізоляційний матеріал	Густина матеріалу (очікувана), $кг/м^3$	Теплопровідність (очікувана), $Вт/м \cdot К$	Розміри листа, $мм$	Товщина листа, $мм$
Пінополістирол (ПП)	25	0,038	1000×600	50
Мінеральна вата (МВ)	135	0,037	1000×600	50
Гіпсокартонний лист (ГКЛ)	800	0,21	2500×1200	12,5
Орієнтовано-стружкова плита (OSB)	600	0,13	2500×1250	10

На будівельний ринок країни ринув потік матеріалів, що імпортуються з-за кордону або виготовлених на спільних виробництвах теплоізоляційних матеріалів і виробів, будівельних технологій теплового захисту будівель, основу яких складали ефективні, але дорогі спучені пластмасові і волокнисті мінеральні матеріали, інші виробничі вироби органічної хімії і складаються з них конструкції утеплення будівель.

1.3.1. Утеплювачі на основі мінеральної сировини.

В Україні найбільш поширеним утеплювачем, завдяки задовільним теплоізоляційним властивостям, доступності та порівняльній дешевизні, є мінеральна вата і вироби на її основі. Матеріал є біологічно стійким та пожегобезпечним, якщо при його виготовленні не використовуються сполучні матеріали на основі бітуму та інших органічних речовин.

Якісні теплоізоляційні матеріали та вироби одержують із супертонкого базальтового волокна діаметром близько 3 мкм з використанням мінеральних в'язучих. Його зазвичай виготовляють з базальтової руди за допомогою дуплекс-процесу. Суть цього процесу полягає в тому, що спочатку отримують первинну базальтову нитку за допомогою платино-родієвої філь'єри (маса філь'єри 2,5 кг). При цьому з однієї філь'єри можна отримати близько 50 т нитки в рік, а її стійкість (міжремонтний термін) становить не більше 3 місяців. Ремонт філь'єр вимагає додаткової витрати платино-родієвого сплаву. Далі базальтові нитки переробляються в тонке волокно. У звичайних установках, де для плавлення використовують природний газ, не можна підняти температуру вище 1500 ° С без кисневого дуття, тому недосяжно і одержання низької в'язкості розплаву. Відповідно діаметр таких волокон дорівнює 10-15 мкм, що в кілька разів більше діаметру супертонких волокон.

Виробництво волокон методом ШХТ є більш економічним за питомим споживанням енергоносіїв приблизно в 2 рази в порівнянні з виробництвами, що використовують дуплекс-процес. Наявне незначне зниження якості базальтового волокна завдяки більшій частині неволокнистих включень цілком припустимо для будівельних цілей.

Хоча щільність проміжного продукту (базальтової вати) мала - 50 кг/м^3 , щільність готових виробів - базальтоволоконистого утеплювача у вигляді плит, набагато вище, вона дорівнює 250 кг/м^3 при $\lambda = 0,05 \text{ Вт/(м К)}$. Це пояснюється присутністю у виробі мінерального в'язучого, а також сильним ущільненням виробів при виготовленні. Ущільненням досягається відносно висока для волоконистих матеріалів межа міцності на стиск, яка при 10% деформації дорівнює $0,9 \text{ МПа}$. Перевагою зазначених виробів є висока допустима температура експлуатації теплоізоляції без усадки, яка дорівнює $700 \text{ }^\circ \text{C}$. Тому такий матеріал може використовуватися в якості зовнішнього шару теплоізоляції в електротермічному устаткуванні. До мінераловатних виробів близькі за властивостями вироби на основі скляного штапельного волокна. Зазвичай їх щільність нижча, ніж у виробів, отриманих переробкою металургійних шлаків або природного каменю. До кращих з цього типу матеріалів можна віднести теплоізоляційні вироби на основі штапельного мінерального волокна марки "URSA". Теплоізоляційний виріб випускається у вигляді матів і плит. Теплопровідність виробів знаходиться в інтервалі $0,037\text{-}0,048 \text{ Вт / (м К)}$ при щільності від 10 до 75 кг/м^3 , сорбційна вологість не перевищує 4%. З іншого боку важливо, що ці вироби одночасно є ефективними звукоізоляційними матеріалами, що забезпечується високою повітропроникністю. Плити, призначені для теплоізоляції зовнішніх стін будівель, піддаються додатковій гідрофобізації. Вироби можуть поставлятися з захисним покриттям - крафтпапером або алюмінієвою фольгою, можуть комплектуватися парозахисними поліетиленовими плівками, самоприлипною стрічкою, закріплюючими виробами і т.д.. Великий обсяг виробів на основі мінеральних і скляних волокон виробляється з використанням в'язучого на основі фенолформальдегідних смол, які здебільшого не відповідають сучасним санітарно-гігієнічним нормам.

1.3.2. Спінені полімерні матеріали.

Вважають, що в даний час один з кращих теплоізоляційних матеріалів для будівництва - це пінопласт. Дійсно, деякі зразки пінопластів мають

коефіцієнт теплопровідності $0,027 \text{ Вт / (м К)}$ при щільності не більше 40 кг/м^3 . Зазвичай вживаний у будівництві пінопласт має теплопровідність трохи вище - $0,04-0,05 \text{ Вт / (м К)}$. Пінопласт при товщині плити 3 см за теплоізоляційної ефективності відповідає цегляній кладці в дві цеглини (51 см). Наприклад, для забезпечення необхідної величини теплового опору зовнішньої стіни з цегляної кладки товщиною 38 см в будівлях групи А в кліматичних умовах Київської області необхідний шар утеплювача складає завтовшки $4-5 \text{ см}$ з плит пінополістиролу. Пінополістирол (ППС) у вигляді плит зручний в роботі і легко вбудовується в різні конструктивні схеми утеплення огорожувальних конструкцій. Однак цей матеріал, навіть з введенням полум'япоглинаючих добавок, не знімає проблему його горючості, а вихідні матеріали для його виробництва дорогі. Крім того, зростання випуску пінопластів в Україні стримується нестачою полімерної сировини та обладнанням для його переробки. Основна частка імпортного полістиролу надходить в Україну з закордону (23%). Великими постачальниками є також Китай (18%) і Польща (16%). Приблизно 30% у загальному обсязі імпортованого полістиролу – це продукція, що поставляється з Франції (6%), Кореї (6%), Німеччини (8%) та Бельгії (9%). Сукупна частка інших країн в імпорті полістиролу на територію України становить 13% . Таких країн нараховується більше 20 . Головним виробником полімеру в Україну є ВАТ «Концерн «Стирол». Відзначимо, що ППС, отриманий екструзійним методом, має гарний показник $\lambda = 0,039-0,04 \text{ Вт / (м К)}$, а також ряд інших переваг, які неможливо отримати, наприклад, безпресовим способом отримання пінополістиролу. Він має закритопористу монодисперсну структуру з розмірами вічок $100-110 \text{ мкм}$, число яких досягає 85% від їх загального числа. Це визначає низьке водопоглинання екструдованого ППС і прирівнює його за якістю до кращих зарубіжних зразків.

Карбамідні пінопласти. Перший пінопласт карбаміду («міпора») був отриманий в 1944 році. Для отримання самого легкого і дешевого газонаповненого пінопласту водний розчин карбамідної смоли змішували зі спіненим водним розчином нафтових сульфокислот або їх солей. Отриману

піну отверджували в формах протягом декількох діб. В кінці 70-х років для приготування заливних карбамідних пінопластів стали застосовувати нові смоли та технологічне обладнання. Через істотні недоліки, притаманні карбамідним пінопластам, такі як виділення вільного формальдегіду, крихкість, погана адгезія до внутрішніх поверхонь заповнюваних порожнин, високе водопоглинання та ін., в останнє десятиліття відбулося зниження обсягів його застосування.

Технічні параметри поліпшеного пінопласту, що отримав назву «піноізол», наведені в табл. 1.2. Відповідно до ДСТУ Б В.2.7-38-95 випробування піноізолу проводилися по номенклатурі показників якості, відповідної даній групі теплоізоляційних матеріалів.

Таблиця 1.4

Фізико-механічні властивості піноізолу

Показники	Величини
Щільність кг/м ³	8-20
Теплопровідність, Вт/(м К)	0,035-0,047
Границя міцності, кгс/см ² :	
на стиск (при 10 % лінійному деформуванні)	0,07-0,5
на згин	0,10-0,25
на розтяг	0,05-0,08
Водопоглинання за 24 год , % за об'ємом	10-25
Сорбційне зволоження через 24год., % за масою	10,5-20
Вологість, % за масою	5-14,5
Діапазон робочих температур, °С	-50 до +120

При виробництві пінопласту його первісне затвердіння відбувається за 10 - 15 хв., для подальшого затвердіння необхідно 4-6 год.

Остаточна полімеризація та сушіння при нормальних умовах займає 2-3 дні. Його застосування доцільно для теплоізоляції 1-2-поверхових споруд типу ангарів, критих майданчиків, складів, гаражів, а також при ремонті

житлових і виробничих будівель для ізоляції дахів, стін, перекриттів і т.д. Випробовуваннями піноізолу на горючість встановлено, що за середніми і максимальними значеннями температури димових газів, тривалості самостійного горіння, ступеня пошкодження зразків за масою, піноізол відноситься до групи важкогорючих матеріалів, тобто його пожежна небезпека нижче в порівнянні з пінополіуретаном і пінополістиролом. Поряд з розглянутими позитивними властивостями піноізолу необхідно відзначити його суттєві недоліки:

а) зниження теплоізоляційних властивостей піноізолу при збільшенні відносної вологості повітря і попаданні вологи в теплоізоляцію. Ця особливість характерна для багатьох теплоізоляторів із сполученими порами, але в піноізолі вона виявляється особливо помітно;

б) сильне виділення токсичного формальдегіду при змішуванні компонентів піноізолу, його заливці в порожнини, полімеризації і сушці. Процес виділення формальдегіду продовжується тривалий час у процесі експлуатації будівлі, що зростає при збільшенні вологості навколишнього повітря. Постійне виділення формальдегіду полегшується великою питомою поверхнею пінопласту. Формальдегід - подразнюючий газ, що володіє загальною токсичністю і здатністю пригнічувати дію ряду життєво важливих ферментів в організмі. Ця речовина особливо сильно діє на центральну нервову систему. Хронічне отруєння формальдегідом характеризується захворюванням верхніх дихальних шляхів і нервової системи;

в) недостатня пожежна безпека піноізолу. При термічному впливі відбувається виділення не тільки діоксиду та оксиду вуглецю, але і більш токсичних продуктів термоокислювальної деструкції піноізолу, коли температура впливу на матеріал знаходиться в інтервалі 350-800 ° С.

г) в інформаційних і рекламних матеріалах і виробках на піноізол не вказується тип полімерної смоли і склад модифікаторів. Це можна пояснити бажанням розробників зберегти технічні секрети з виробництва вдосконаленої модифікації піноізолу. З іншого боку, відсутність згаданих

відомостей не дозволяє потенційним споживачам піноізолу зробити власні висновки про ступінь санітарно-гігієнічної безпеки нової модифікації теплоізоляційного виробу.

За проведеним оглядом теплоізоляційних матеріалів і виробів будівельного призначення можна відзначити наступні їх характерні особливості. Величини коефіцієнтів теплопровідності розглянутих теплоізоляторів знаходяться в досить широкому інтервалі значень – від 0,021 Вт/(м К) (для кращих марок пінополістиролу) до 0,1-0,3 Вт/(м К) (для легковагих теплоізоляційних вогнестійких виробів).

1.4. Актуальність завдання отримання нових ефективних конструкційних і теплоізоляційних матеріалів.

Враховуючи, що практично всі теплоізоляційні матеріали є по суті композиційними або сумішевими, величина їх коефіцієнта теплопровідності, як і інші важливі характеристики (щільність, міцність і ін.), в основному визначаються правилом адитивності - теплопровідність теплоізоляторів в значній мірі залежать від кількісного співвідношення складових компонентів і їх індивідуальних коефіцієнтів теплопровідності та інших властивостей. Тому постійно ведеться робота по поліпшенню властивостей будівельних теплоізоляційних матеріалів за рахунок оптимізації їх складу, макро- і мікроструктури, а також рішенням складних технологічних і техніко-економічних проблем їх виробництва. Аналізуючи існуючі в даний час способи використання пористих і волокнистих заповнювачів, можна відзначити, що значна частина від загальної кількості спученого перліту, що випускається, і базальтового волокна використовується в якості низькоефективних засипок і набивання. Існуюча номенклатура теплоізоляційних матеріалів на основі спученого перліту не забезпечує вимоги сучасної техніки і будівництва у зв'язку з низькими міцнісними характеристиками.

Широке розповсюдження виробів на основі базальтових волокон стримується складністю технології і високою вартістю волокон.

Розробка екологічно чистої композиції на основі недефіцитної сировини, що включає пористий і волокнистий заповнювачі і неорганічне в'язуче, таким чином створено новий теплоізоляційний матеріал, що дозволяє зберегти основні переваги матеріалів на основі спученого перлітового піску: низьку щільність, високі теплозахисні функції, широкий температурний діапазон застосування при одночасному поліпшенні міцнісних характеристик. Для отримання зазначених характеристик при розробці технології необхідно максимально зберегти початкову структуру спученого перлітового піску, досягти рівномірного розподілу волокон за об'ємом матеріалу.

Вказані вище вимоги зумовлюють використовувати як спосіб формування матеріалу методом вакуумування гідромаси.

Досвід виготовлення виробів на основі волокнистих і пористих заповнювачів доводить ефективність даної технології при виготовленні подібних матеріалів.

Наявність у складі маси компонентів з високою водоутримуючою здатністю дозволяє отримати високопористу структуру матеріалу після видалення води у процесі сушки. Каркас, що утворюється з пористих і волокнистих заповнювачів, які входять до складу гідромаси, перешкоджає великій усадці матеріалу, внаслідок чого формується висока пористість, характер якої визначається в основному видом каркасоутворюючих матеріалів.

Розробка матеріалів, що мають широкий температурний діапазон застосування і головне – водостійкість, дозволяє можливість підбору в'язучого, здатного зберігати структуру матеріалу при значному перепаді температур, контакті з водою і водяною парою.

Таблиця 1.5

Фізико-технічні показники водостійких перлітоволоконистих виробів
(дослідна партія)

Найменування показників	Норми за марками	
	175	250
Щільність, кг/м ³	до 175	176-250
Теплопровідність, Вт/(м К), не більше при середній температурі 25 ± 5 ⁰ С	0,038	0,042
Границя міцності при розтягу, МПа, не менше	0,23	0,28
Вологість %, не більше	0	0
Сорбційне зволоження %, не більше	3	3
Горючість	не згоряють	

Таблиця 1.6

Техніко-економічне порівняння варіантів теплоізоляції

№	Назва теплоізоляційного матеріалу	Коефіцієнт теплопровідності, λ_p , Вт/(м·К)	Щільність матеріалу, кг/м ³	Розміри, м	Вартість виробу (плита), USD
1.	Мінеральна вата на полімерному в'язучему	0,036-0,04	100	1x1x0,5	7,283
2.	Пінопласт	0,04-0,05	40	1x1x0,5	4,862
3.	«ПЕРВОЛІН»	0,042-0,045	250	1x1x0,5	6,494

Із приведеної таблиці слідує, що мінеральна вата за собівартістю є найдорожчою, але використання нестійких фенолформальдегідних смол, що мають обмежене використання і підлягають постійній деструкції з виділенням шкідливих компонентів в довкілля, робить її токсичною, також мінеральна вата є сгоряємим матеріалом.

Пінопласти, як утеплювачі, мають найменшу щільність, але, самий великий їх недолік як показала практика будівництва, – це горючість. При підвищенні температури виділяються високотоксичні компоненти в атмосферу (ціаніди). Пінопласти мають низьку водостійкість з набряком і втратою фізико-технічних характеристик, температуростійкість – відсутня. Якщо врахувати той фактор, що «ПЕРВОЛІН» є екологічно чистим

матеріалом, не горить, не піддається деструкції в конструкціях при підвищених температурах до 700 °С, водостійкий, то деяку економію при виробництві матеріалу можна отримати за рахунок уточнення складу суміші. Використання «ПЕРВОЛІНУ» при будівництві ефективних енергозберігаючих огорожувальних конструкцій житлових будинків і споруд є конкурентоспроможним і перспективним.

В конструкціях легких сталевих тонкостінних конструкцій при зведенні будівель та споруд пропонується використовувати утеплювач «ПЕРВОЛІН», виготовлений з природних матеріалів на основі базальтового супертонкого волокна, вспученого перліту та бентонітового в'язучого. Композиційний матеріал «ПЕРВОЛІН» характеризується високими фізико-технічними характеристиками: об'ємна маса $\rho=130-180$ кг/ м³; границя міцності при розтягу $P= 0,23-0,28$ МПа; теплопровідність при $t 25^{\circ} \text{C} - \lambda_p = 0,042-0,048$ Вт/(м·К); температурний діапазон застосування $- 260^{\circ} \text{C} - +900^{\circ} \text{C}$.

1.5. Чисельне моделювання стінових моделей із ЛСТК

На сьогоднішній день для розрахунку огорожувальних конструкцій на дію температурних впливів методом скінченних елементів існує досить багато комп'ютерних програм з досить розширеними можливостями.

THERM – сучасна комп'ютерна програма, що функціонує під управлінням операційної системи Microsoft Windows™, розроблена в Лоуренс Берклі Лабораторії (LBNL) Каліфорнійського університету (США) для використання виробниками будівельних конструкцій, інженерами, педагогами, студентами, архітекторами, і всіх, хто цікавиться вивченням процесу теплопередачі [23]. Використовуючи THERM, можна моделювати двовимірну теплопередачу в компонентах будівлі, таких як вікна, стіни, підлоги, дахи і двері. Аналіз теплопередачі за допомогою програми THERM дозволяє оцінити енергетичну ефективність огорожувальних конструкцій та локальні температури вузлів, що дозволяють вирішити питання, пов'язані з конденсацією, вологістю матеріалу утеплювача і його герметичністю.

Двовимірний аналіз теплопередачі програми THERM заснований на методі скінченних елементів, який може моделювати складні конфігурації огорожувальних конструкцій. Графічний інтерфейс програми дозволяє малювати поперечні перерізи конструкцій або їх компоненти для подальшого теплотехнічного розрахунку. Для створення поперечних перерізів є можливість трасування (обведення) імпортованих файлів в DXF або растровому форматі, або безпосереднє креслення геометрії конструкції за відомими розмірами. Кожен поперечний переріз представляє комбінацію багатокутників. Задаються властивості матеріалів для кожного багатокутника і умови навколишнього середовища, під впливом якого розраховується огорожувальна конструкція, визначаючи тим самим граничні умови, що оточують поперечний переріз. Після задання моделі, подальші кроки розрахунку (створення розрахункової сітки і розрахунків теплопередачі) виконуються автоматично. Результати розрахунку можна переглядати в різній формі, включаючи U-фактор (коефіцієнт теплопередачі), ізотерми, вектори теплового потоку і локальні температури. Створення кожної математичної моделі – поетапний процес.

Кожна конструктивна схема складається з трьох шарів: гіпсокартонного листа товщиною 12,5 мм, утеплювача товщиною 150 мм та профільованого настилу товщиною 0,5 мм (при моделюванні він не враховується). Так як кожна схема незмінна по всій товщині, то моделювання виконувалося як для плоскої задачі.

У результаті проведення розрахунків методом скінченних елементів за допомогою комп'ютерних програм були отримані розподіл температур на внутрішній поверхні стінових моделей із ЛСТК; розподіл теплових потоків по довжині стінових моделей із ЛСТК; розподіл температури в перерізі для кожної стінової моделі із ЛСТК. Також був досліджений вплив конструктивних параметрів на теплопровідність стін із ЛСТК.

1.6. Висновки з розділу

У результаті теоретичних досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Для експериментальних досліджень приймаються найпоширеніші теплоізоляційні матеріали, які використовуються при технології ЛСТК – пінополістирол, мінеральна вата, гіпсокартон, OSB та полістиробетон різної густини.

2. Розроблено необхідні конструктивні рішення з використанням «ПЕРВОЛІНУ» дозволяють успішно застосовувати їх в конструкціях стін із ЛСТК для каркасних будівель.

3. Впровадження в огороджувальні конструкції «ПЕРВОЛІНУ» відповідає вимогам, що ставляться до них за міцністю, довговічністю, пожежною безпекою, екологічністю, повністю відповідає вимогам, що ставляться до ефективних теплоізоляційних огороджувальних конструкцій.

4. Результати техніко-економічних розрахунків показали конкурентоспроможність даної конструктивної системи, але вважаючи, що інші матеріали шкідливі для життя людей і в недалекому майбутньому можуть бути забороненими для застосування в житлових будинках і спорудах, то розробки такого матеріалу, як «ПЕРВОЛІН» є перспективними.

5. Широко застосовуються в будівництві полімерні теплоізоляційні матеріали, що відрізняються недостатньою довговічністю і пожежобезпекою, а також більш низькою екологічністю в порівнянні з бетонами і стіноювою керамікою, що використовується в якості основних конструкційних матеріалів при зведенні будинків.

Для використання в практиці проєктування і будівництва важливим є питання проєктування енергоефективних будівель та їх конструкцій, виконаних із місцевих матеріалів.

6. Проведено аналіз стану питання визначення теплової надійності огороджувальних конструкцій. Для каркасних будівель, огороджувальні конструкції яких мають багато температурних включень, актуальним питанням є визначення ймовірності теплової відмови за трьома

теплотехнічними критеріями відмови – приведеним опором теплопередачі, перевищенням значень перепаду температур між приведеною температурою внутрішньої поверхні конструкції та температурою внутрішнього повітря над значеннями температури, допустимими за санітарно-гігієнічними вимогами.

РОЗДІЛ 2. АРХІТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1. Архітектурно-будівельне рішення виставкового центру

Район будівництва виставкового центру - м. Харків. Загальний вид будівлі представлено на рис. 2.1.

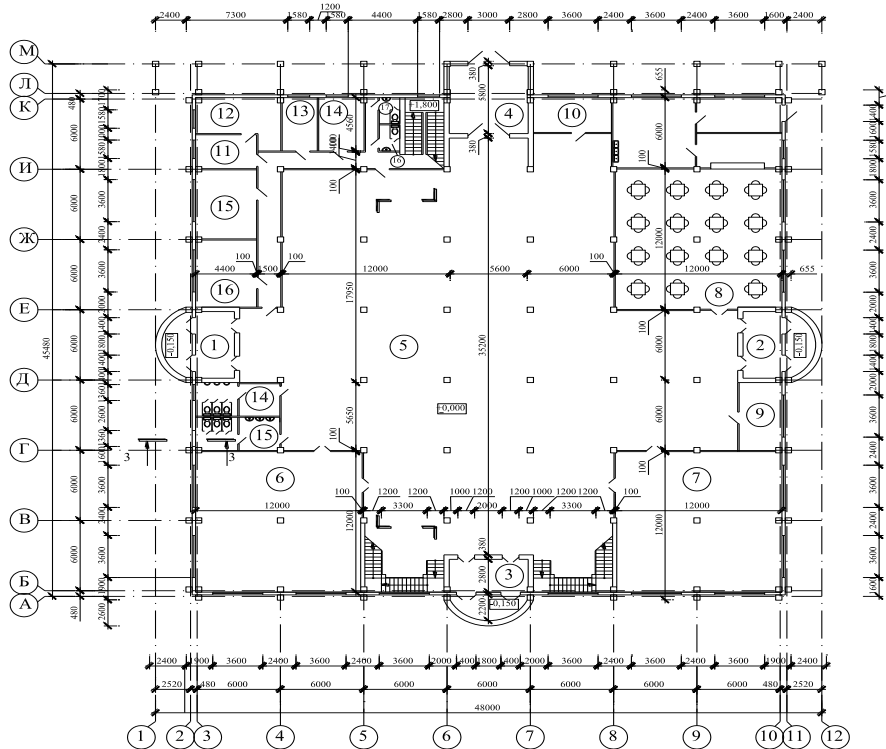


Рис. 2.1. План виставкового центру

Поряд з майданчиком будівництва проходять існуючі міські мережі газо-електро-, тепло-, водопостачання, що дозволяє з найменшими витратами підключити будівлю, що будується, до міських комунікацій.

Просторові резерви вибраної ділянки для будівництва максимально використовуватимуться без збитку для інсоляції навколишніх будинків, насаджень і асфальтованих проїздів прилеглої території.

Район будівництва відноситься до I температурної зони, зона вологості нормальна.

Будівля виставкового центру відноситься до II класу капітальних будівель.

Ступінь довговічності – II.

Об'ємно-планувальна структура будівлі - зального типу. Вона побудована на підпорядкуванні відносно невеликого числа допоміжних приміщень головному зальному, яке і визначає функціональне призначення будівлі в цілому.

Габаритні розміри будівлі в плані

у осях 1-12 - 48000 мм.

у осях А-М - 45900 мм.

Будівля двоповерхова з висотою першого поверху 4.2 метра. Другий поверх утворюється внутрішнім об'ємом просторової конструкції (оболонкою), що перекриває усю будівлю. Загальна висота будівлі від землі до верху оболонки - 13.2 м.

Вхід у будівлю здійснюється через тамбур у зв'язку з вимогами до теплоізоляції.

Зв'язок між поверхами здійснюється за допомогою сходів. Для безпеки шляхів евакуації сходи розташовані в замкнутих об'ємах - сходових клітинах, конструкція яких виконана з матеріалу (цегла), що не згорає. Сходи мають природне бічне освітлення. Основні прольоти несучих конструкцій - 6 м.

2.2. Конструктивні рішення

Конструктивна система будівлі - каркасна. Конструктивна схема - безригельна.

Просторова жорсткість і стійкість будівлі забезпечується жорстким затисканням колон в стакани фундаментів, з'єднанням плит перекриттів між собою і колонами за допомогою зварювання заставних деталей і їх наступним замонолічуванням, зварюванням і замонолічуванням стиків колон, контурних брусів і приконтурних плит, а також жорстким з'єднанням плит покриття між собою не менше ніж по трьом сторонам.

Фундаменти. Глибина закладення фундаментів прийнята залежно від глибини промерзання ґрунтів, яка в районі будівництва дорівнює 1.1 м.

У цьому проекті глибина закладення фундаментів прийнята 1.650 м. В запроектованій будівлі для рядових колон прийнято окремі монолітні фундаменти з розмірами підшов 3000x3000 мм., а для спарених колон по контуру будівлі фундаменти влаштовуються загальними з розмірами підшови 4.200x4.200 мм. Висота фундаментів - 1500 мм.

Відмітка підшови фундаменту відносно чистої підлоги складає 2.100 м.

Колони. Колони запроектовані перерізом 450x450 мм. Рядові колони мають висоту 5.4 м і затискаються в стакани фундаментів на 0.800 м.

Колони контура будівлі мають поетажну розрізку, причому колони другого поверху, призначені для спирання контурних брусів оболонки, мають змінну висоту від 3.0 до 4.2 м.

Стіни і перегородки. Матеріалом для зовнішніх стін прийняті навісні сендвіч-панелі з пінополіуретановим утеплювачем завтовшки 100 мм. Вузол кріплення навісної сендвіч-панелі до стінового ригеля зображен на рис.2.2.

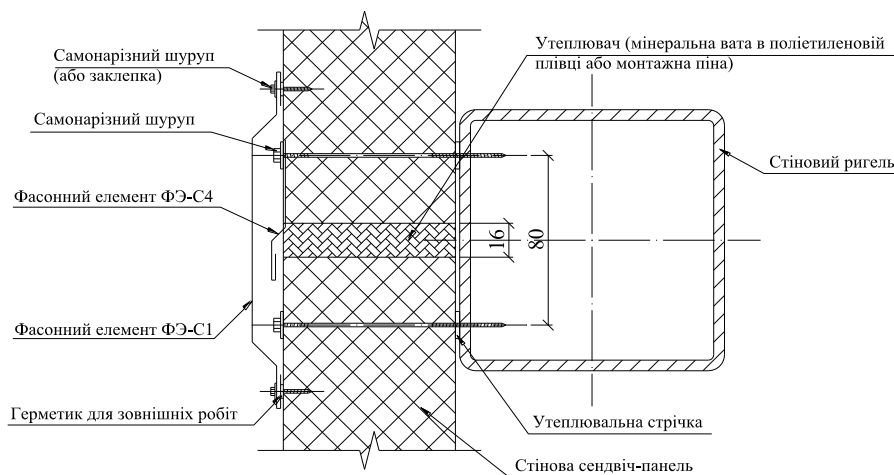


Рис. 2.2. Вузол кріплення навісної сендвіч-панелі до стінового ригеля

Внутрішні стіни виконані з цегли завтовшки 380 мм.

Перегородки між приміщеннями у будівлі виконані з гіпсобетону завтовшки 100 мм.

Перекрыття і підлоги. В якості міжповерхового перекрыття прийнято безбалочне збірне перекрыття. Конструкція збірного безбалочного перекрыття складається з трьох основних елементів: капітелі, надколонною панелі і пролітної панелі. В цілях створення жорсткості надколонні панелі закріплюють зверху зварюванням заставних деталей. Пролітна панель спирається по чотирьох сторонах на надколонні панелі, що мають полиці. Панелі перекрыття виконані ребристими.

План перекрыття представлений на рис. 2.3.

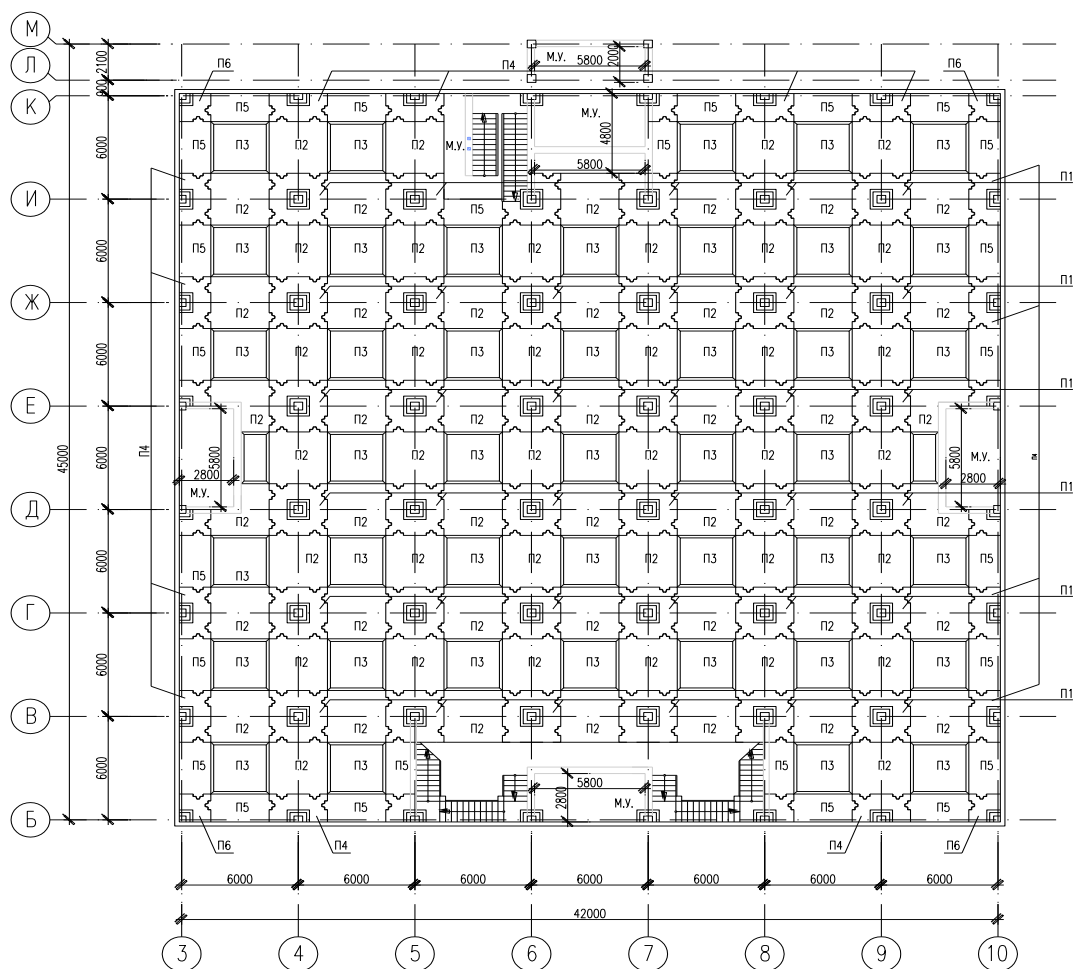


Рис. 2.3. План безбалкового перекрыття

Підлоги на першому поверсі будівлі виконані безпосередньо по ґрунту, на другому поверсі настелені по перекрыттю.

Відповідно до функціонального процесу, пов'язаного з дією на поверхню підлоги великої кількості людей і машин, що виставляються, у виставкових залах, магазинах, кафе запроектовані мозаїчні підлоги. У адміністративних приміщеннях запроектовані підлоги з лінолеуму, а в санітарних вузлах, кухні і технічному приміщенні - із плитки.

Покриття і покрівля. Запроектована будівля перекривається пологою оболонкою позитивної гаусовської кривизни. Контур оболонки виконаний у вигляді полігонального поясу зі збірних ригелів завдовжки 6 м, що спираються на колони змінної висоти (рис. 2.4).

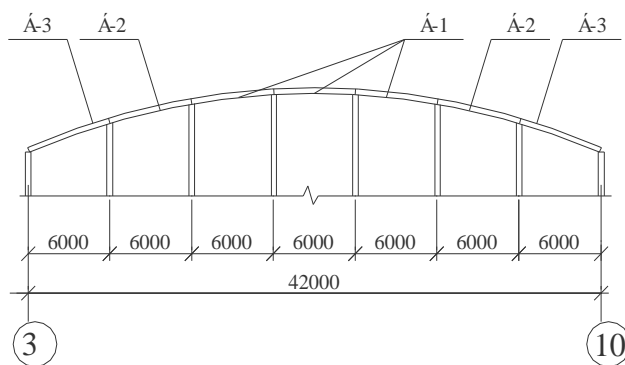


Рис. 2.4. Схема спирання контурних балок на колони

Оболонка запроектована з плит, що криволінійних у напрямі більшої сторони і мають контурні і поперечні ребра. Плити діляться на основні і доборні. Основні плити оболонки мають розмір 3.0x6.0 м. Форми і конструкції доборних плит набути з урахуванням виготовлення їх в опалубних формах основних плит.

У кутах плит передбачені згори і знизу заставні деталі для з'єднання елементів між собою за допомогою стикових накладок у вигляді стрижнів. Плити оболонки спираються на контурні елементи згори. Для з'єднання в плитах і контурних елементах передбачені заставні деталі. Вузол спирання плити оболонки на контурну балку показано на рис 2.5.

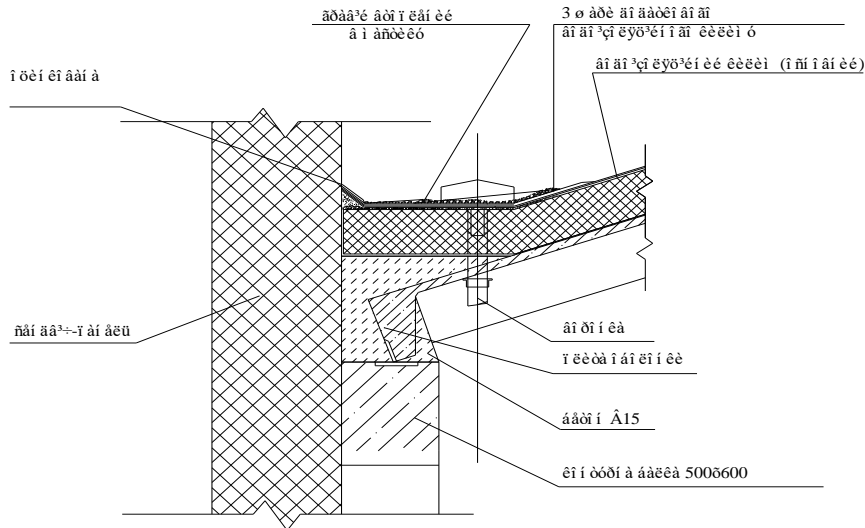


Рис. 2.5. Вузол спирання плити оболонки на контурну балку

Просторові покриття - це системи, що складаються з тонкостінних оболонок (тонких плит) і контурних конструкцій (бортових елементів, опорних кілець, діафрагм у вигляді балок, арок і т. п.). Усі ці елементи пов'язані між собою і працюють як єдине ціле. Це знижує витрату матеріалу і масу покриття, робить його економічнішим і дозволяє перекривати великі площі без проміжних опор. Крім того, просторові покриття відрізняються особливою архітектурною виразністю.

Тонкостінні просторові покриття застосовують в першу чергу для ангарів, спортивних залів, критих ринків, виставкових павільйонів, вокзалів, видовищних підприємств, виробничих будівель і інших подібних споруд, в яких небажані або недопустимі проміжні колони.

Оболонкам надають контури криволінійних поверхонь або многогранників. Основними типами просторових покриттів є зведення, куполи, циліндричні оболонки, складчасті конструкції, оболонки двоякої кривизни, покриття із складеними оболонками і підвісні покриття (рис 1.1).

У будівельній практиці знаходять застосування і інші різновиди тонкостінних просторових покриттів, вибір типу яких залежить від

заставних деталей на стінах сходових клітин. Ширина сходових маршів 1.35 м, ширина сходового майданчика 1.2 м ухил сходів 1:1.75. Висота ступеня міжповерхових сходів - 150 мм., ширина - 300 мм.

Для безпеки руху сходів обладнані вертикальними обгороджуваннями.

Вікна, двері і ворота. Для забезпечення природної освітленості приміщень і можливості візуального контакту з довкіллям у будівлі запроектовані як стандартні вікна марки : ОР 15-12, ОР 15- 13.5, так і вітражі розмірами 2.1х3.5м. При проектуванні враховувалися експлуатаційні вимоги по захисту великих світлопрозорих поверхонь від конденсату і обмерзання (скляний простір вентилується зовнішнім повітрям через невеликі отвори у верхніх обв'язуваннях зовнішньої палітурки), і передбачено обдування внутрішнього скління струменем теплого повітря.

Двері служать для зв'язку приміщень один з одним і зв'язку будівлі з вулицею і пішохідною галереєю. Марки дверей : ДН 21-12, ДГ 21-10, ДГ 21-8, ДО 21-12. Розміри в'їзних воріт 3.5х3.5м.

Пішохідна галерея і естакади. Пішохідна галерея перекривається залізобетонними плитами з розмірами сторін 3х6м. Плити спираються на ряд консольних колон, розташованих з кроком 6.0м.

Галерея захищена екранами із залізобетону заввишки 1.2м.

Естакади передбачені внаслідок необхідності доставки машин, що виставляються, на другий поверх будівлі. Естакади спираються на ряд цегляних стовпів. Естакади також захищені екранами із залізобетону заввишки 1.2м.

Санітарно-технічне і інженерне устаткування. Санітарне оснащення запроектованої будівлі включає систему опалювання, трубопроводи холодної і гарячої води, каналізаційні пристрої і газові прилади. У будівлі прокладені електричні і телефонні мережі. Передбачено підключення цих інженерно-технічних систем до найближчих мереж міських комунікацій.

У будівлі передбачена система штучної (у приміщеннях залів, магазинах, кафе, адміністрації) і природної вентиляції через вентиляційні канали в санітарних вузлах.

РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

3.1. Короткий опис об'єкту

В даному проєкті розглядається виставковий центр, основним елементом якого є оболонка покриття дwoякої кривизни.

Розміри оболонок в плані 42 х 42м. Розглядаються два варіанти оболонок: металева сітчаста та збірна залізобетонна. Висота металевої оболонки - 7,25 м, залізобетонної - 9 м. Інші конструктивні розміри наведені на рис. 3.2. та рис. 3.12.

3.2. Металева сітчаста оболонка

3.2.1. Початкові дані для розрахунку

Оскільки ухил покрівлі будівлі досить великий 24° , тому принята наступна конструкція покрівлі. Елементом несучої покрівлі є прогони, на які укладаються двокамерний склопакет завтовшки 30 мм . Кріплення покриття виконано в контурних вузлах. В якості опорної діафрагми оболонки запроектовані металеві ферми з широкополочних двутаврів прогоном 42 м. Загальний підйом оболонки $f_{об}=f_{сп}+f_{к}=2+5.25=7.25$ м.

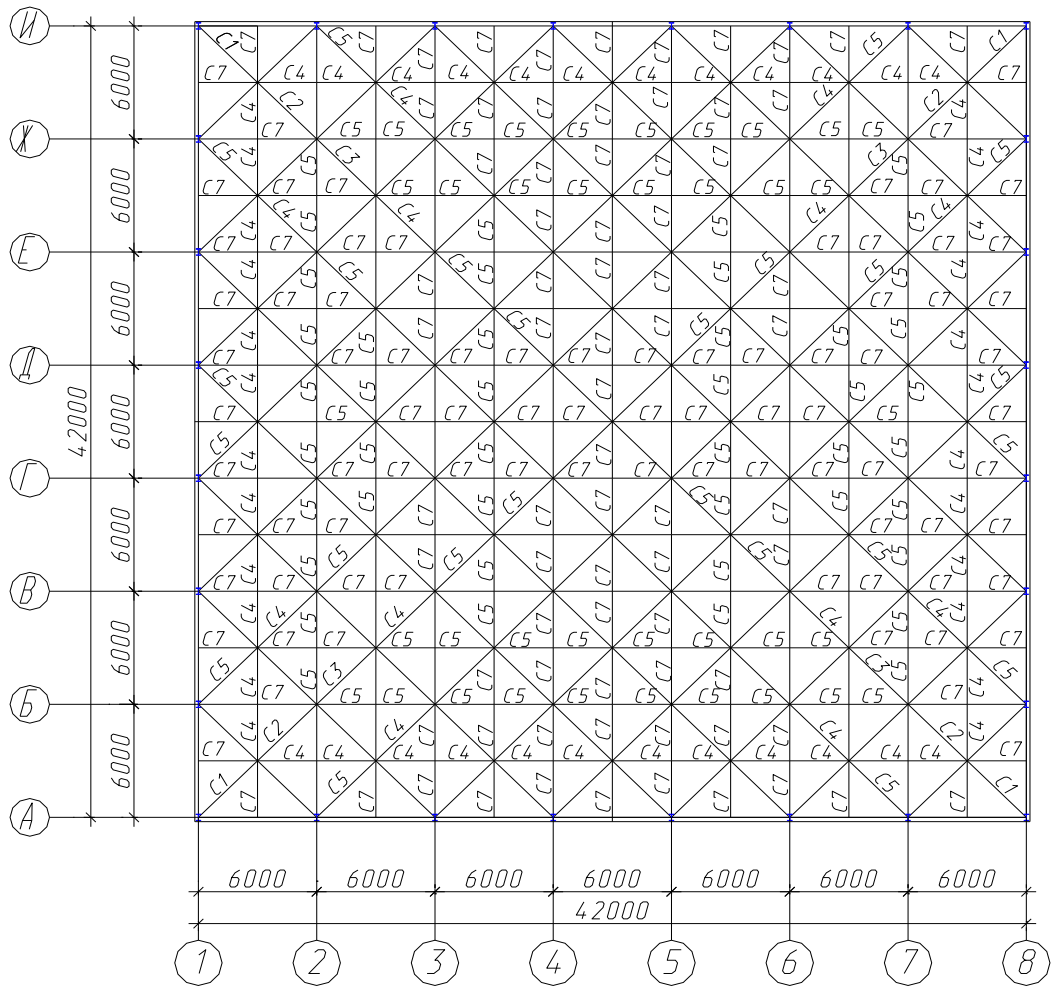


Рис 3.2. Схема стрижнів металевої оболонки

Матеріал ферми і оболонки - сталь С245 : $R_y = 24 \text{ кН/см}^2$. Верхній і нижній пояси проектуємо без зміни перерізу. В якості перерізів елементів оболонки приймаються труби сталеві безшовні гарячекатані.

Схеми навантажень від власної ваги та від ваги покрівлі представлені на рис. 3.3 і 3.4.

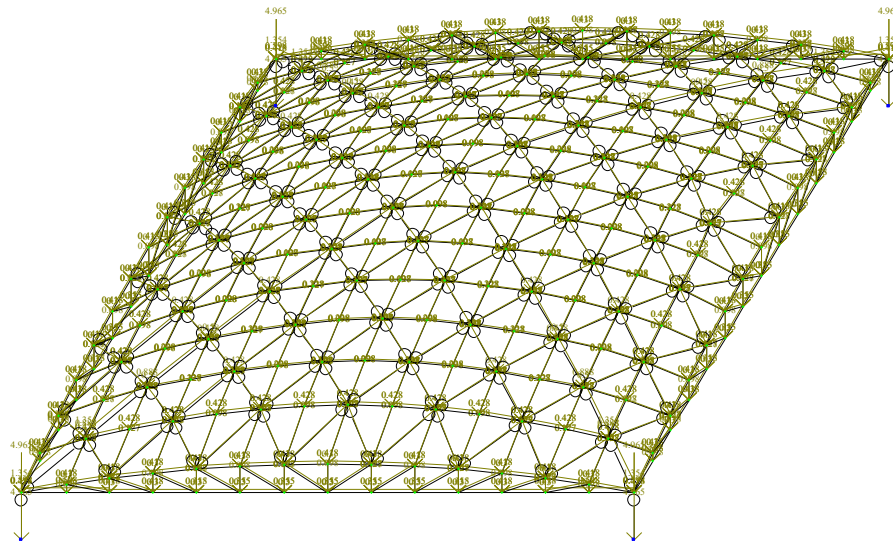


Рис 3.3. Схема навантаження від власної ваги

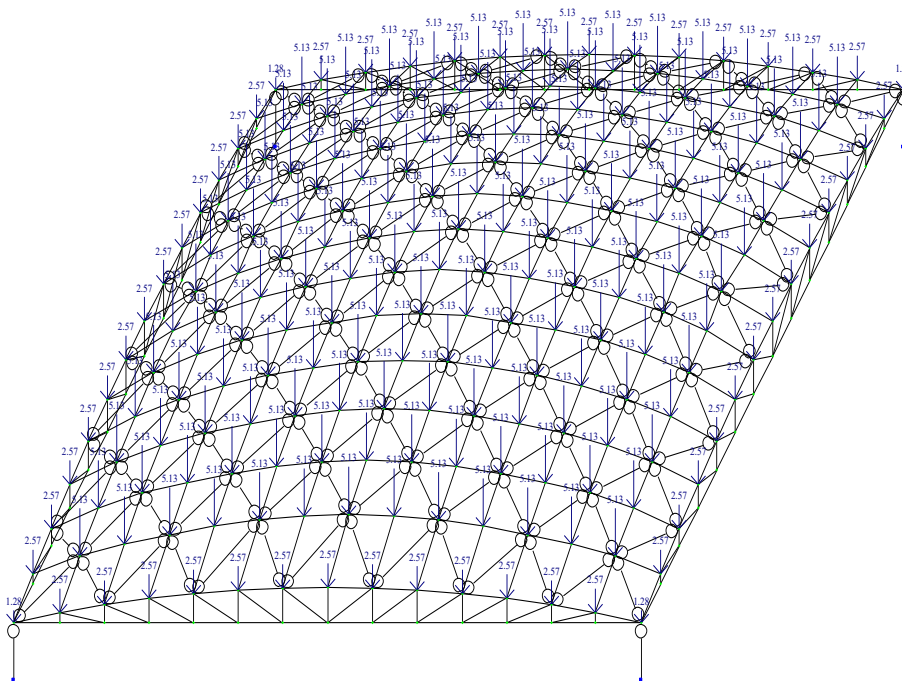


Рис 3.4. Схема навантаження від ваги покрівлі

3.2.2. Збір навантажень

Для розрахунку будемо використовувати навантаження: постійні, тимчасові. До постійних навантажень відноситься власна вага конструкцій та навантаження від ваги шарів покриття. Розрахунок здійснюється в ПК ЛІРА,

в якому власна вага несучих конструкцій задається автоматично, то в таблиці вираховуємо лише навантаження від шарів покриття.

Тимчасове навантаження утворює вага снігового покриву та тиск від вітру. Для визначення снігових та вітрових навантажень будемо використовувати ДБН В.1.2-2:2006 (Навантаження і впливи).

Таблиця 3.1

Збір навантажень на 1 м² покриття, кН/м²

Навантаження	Нормативна	γ_f	Розрахункова
1. Постійне			
1). двакамерний склопакет завтовшки 30 мм	0,4	1,1	0,44
2) Від підвісного обладнання	0,1	1,3	0,13
Всього Постійне:	0,5		0,57
2. Тимчасове Снігове	1,55	1	1,55
Всього:	1,571		2,1

Снігове навантаження

Розрахункове значення ваги снігового покриву для м. Харків (V сніговий район) $S_0 = 1,55 \text{ кН/м}^2$.

Тоді розрахункове значення снігового навантаження на м² покрівлі

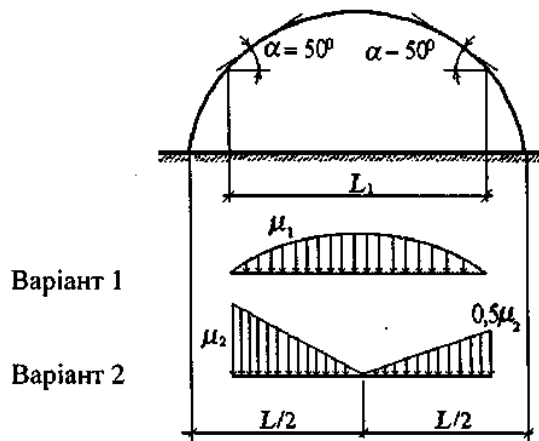
$$S_m = \gamma_{fm} S_0 \cdot \mu C_e C_{alt}, \text{ де}$$

$\gamma_{fm} = 1$ - коефіцієнт надійності, приймаємо за табл. 8.1 ДБН.

Коефіцієнт C_{alt} враховує висоту H розміщення будівельного об'єкта над рівнем моря = 1.

Коефіцієнт C_e враховує вплив особливостей режиму експлуатації на накопичення снігу на покрівлі=1.

Коефіцієнт μ визначається за додатком Ж залежно від форми покрівлі і схеми розподілу снігового навантаження (Схема 2. Будинки зі склепінчастими та близькими до них за обрисом покриттями).



$$\mu_1 = \cos 1,8\alpha$$

$$\mu_2 = 2,4 \sin 1,4\alpha$$

де α – кут нахилу покриття, град

Зосереджені сили визначаємо з урахуванням вантажних площ на які діє навантаження.

Від постійного: $F_n = G \cdot A$

Від снігового: $F_s = \gamma_{fn} S_0 \cdot \mu C_e C_{alt} \cdot A$, де A -вантажна площа.

Розрахунок навантаження зведемо в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2. Визначення снігового та постійного навантажень

№ вузла	Кут α	Коеф. μ_1	Коеф. μ_2	Вантажна площа, м ²	Fs, кН		Fп, кН
					Варіант 1	Варіант 2	
207	10.2	0.949096	0.591986	2.25	3.31	2.06	1.28
205	8.4	0.965382	0.48915	4.5	6.73	3.41	2.57
1	6.9	0.976597	0.402723	4.5	6.81	2.81	2.57
33	5.6	0.984564	0.327377	4.5	6.87	2.28	2.57
254	4.4	0.990461	0.257533	4.5	6.91	1.80	2.57
256	2	0.998027	0.117239	4.5	6.96	0.82	2.57
257	1.7	0.998574	0.099665	4.5	6.97	0.70	2.57
209	0	1	0	4.5	6.98	0.00	2.57
44	16.7	0.865501	0.952386	4.5	6.04	6.64	2.57
61	12	0.929776	0.693676	9	12.97	9.68	5.13
31	9.6	0.954865	0.557825	9	13.32	7.78	5.13
62	8.7	0.96288	0.506361	9	13.43	7.06	5.13
38	6	0.982287	0.350599	9	13.70	4.89	5.13
200	4.1	0.991716	0.240035	9	13.83	3.35	5.13
41	2	0.998027	0.117239	9	13.92	1.64	5.13
138	0	1	0	9	13.95	0.00	5.13
63	19.5	0.81815	1.100759	4.5	5.71	7.68	2.57

29	16	0.876307	0.914569	9	12.22	12.76	5.13
48	10.4	0.947098	0.603345	9	13.21	8.42	5.13
47	9.9	0.952023	0.574921	9	13.28	8.02	5.13
37	6.9	0.976597	0.402723	9	13.62	5.62	5.13
43	5	0.987688	0.292486	9	13.78	4.08	5.13
46	1.9	0.998219	0.111382	9	13.93	1.55	5.13
45	0	1	0	9	13.95	0.00	5.13
248	21.8	0.774503	1.218814	4.5	5.40	8.50	2.57
64	17.6	0.850994	1.000597	9	11.87	13.96	5.13
49	12.5	0.92388	0.721694	9	12.89	10.07	5.13
67	10.3	0.948102	0.597667	9	13.23	8.34	5.13
36	8.3	0.966196	0.483408	9	13.48	6.74	5.13
66	5.7	0.98401	0.333186	9	13.73	4.65	5.13
50	2	0.998027	0.117239	9	13.92	1.64	5.13
65	0	1	0	9	13.95	0.00	5.13
69	23.5	0.739631	1.303619	4.5	5.16	9.09	2.57
51	18.2	0.840945	1.03247	9	11.73	14.40	5.13
68	15	0.891007	0.860083	9	12.43	12.00	5.13
52	11.2	0.938734	0.648635	9	13.10	9.05	5.13
35	7.7	0.970884	0.448892	9	13.54	6.26	5.13
53	7.2	0.974527	0.420055	9	13.59	5.86	5.13
70	1.3	0.999166	0.076223	9	13.94	1.06	5.13
26	0	1	0	9	13.95	0.00	5.13
246	26.4	0.675333	1.443018	4.5	4.71	10.07	2.57
28	19.3	0.821746	1.090324	9	11.46	15.21	5.13
30	15.3	0.886688	0.876484	9	12.37	12.23	5.13
32	11.3	0.937646	0.654279	9	13.08	9.13	5.13
54	7.7	0.971632	0.44313	9	13.54	6.26	5.13
55	7.6	0.970884	0.448892	9	13.55	6.18	5.13
40	2.29	0.997413	0.134223	9	13.91	1.87	5.13
25	0	1	0	9	13.95	0.00	5.13
17	28	0.637424	1.51687	4.5	4.45	10.58	2.57
27	20	0.809017	1.126732	9	11.29	15.72	5.13
56	15.3	0.886688	0.876484	9	12.37	12.23	5.13
57	11.7	0.933205	0.676816	9	13.02	9.44	5.13
34	8.8	0.962028	0.512091	9	13.42	7.14	5.13
58	6.8	0.977268	0.39694	9	13.63	5.54	5.13
59	2.8	0.996134	0.164073	9	13.90	2.29	5.13
60	0	1	0	9	13.95	0.00	5.13
242	26	0.684547	1.424205	4.5	4.77	9.93	2.57
24	20.4	0.801567	1.147389	9	11.18	16.01	5.13
23	16.1	0.874789	0.919988	9	12.20	12.83	5.13
22	12.3	0.926266	0.7105	9	12.92	9.91	5.13
79	10.3	0.948102	0.597667	9	13.23	8.34	5.13
42	6.4	0.979855	0.373788	9	13.67	5.21	5.13
39	3.4	0.994301	0.199157	9	13.87	2.78	5.13
71	0	1	0	9	13.95	0.00	5.13

Схеми снігового навантаження представлені на рис 3.5. і 3.6.

Завантаження 3

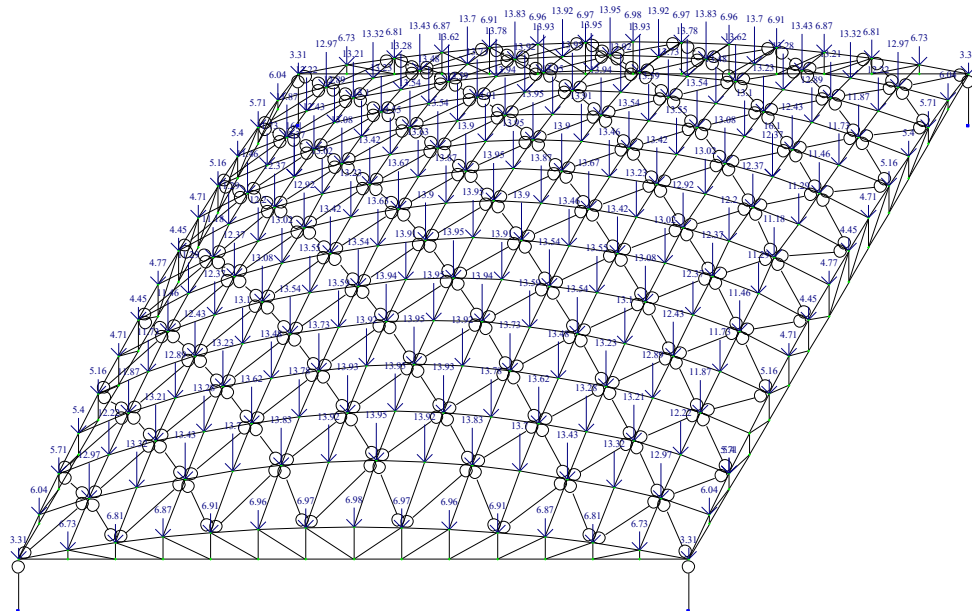


Рис 3.5. Схема снігового навантаження (варіант 1)

Завантаження 4

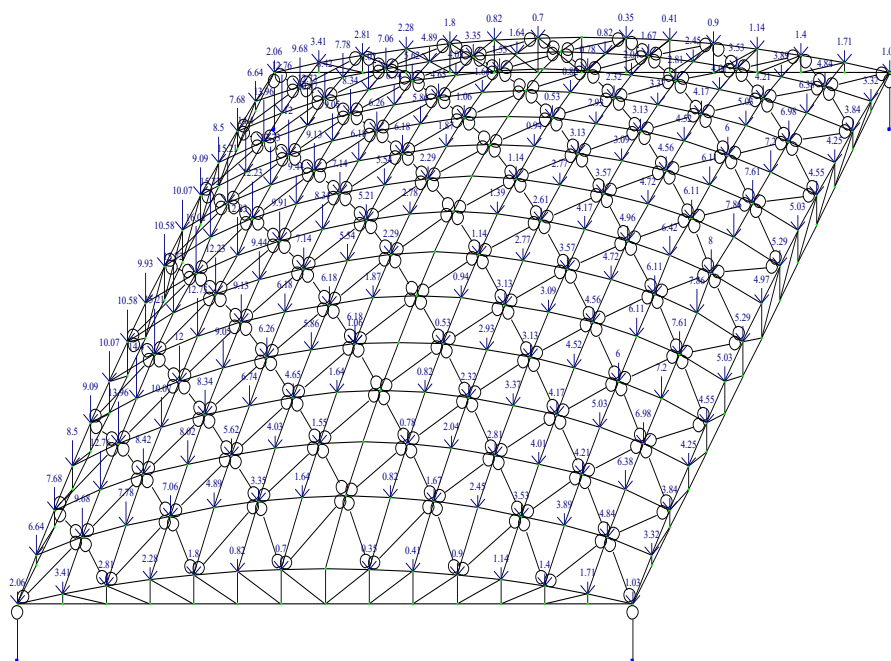


Рис. 3.6. Схема снігового навантаження (варіант 2)

Отримані величини навантажень задаємо відповідним конструкціям, виконуємо розрахунок і генеруємо Розрахункові сполучення навантажень.

Основні сполучення навантажень представлені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3. Основні сполучення розрахункових навантажень

Назва навантаження	Комбінація навантажень 1	Комбінація навантажень 2	Комбінація навантажень 3	Комбінація навантажень 4	Комбінація навантажень 5	Комбінація навантажень 6
Власна вага	+	+	+	+	+	+
Вага покрівлі	+	+	+	+	+	+
Снігове навантаження (варіант 1)	-	+	-	-	+	-
Снігове навантаження (варіант 2)	-	-	+	-	-	+

3.2.3. Результати розрахунку

Результати статичного розрахунку будівлі при дії розрахункових сполучень навантажень представлені на рис. 3.7. - 3.11.

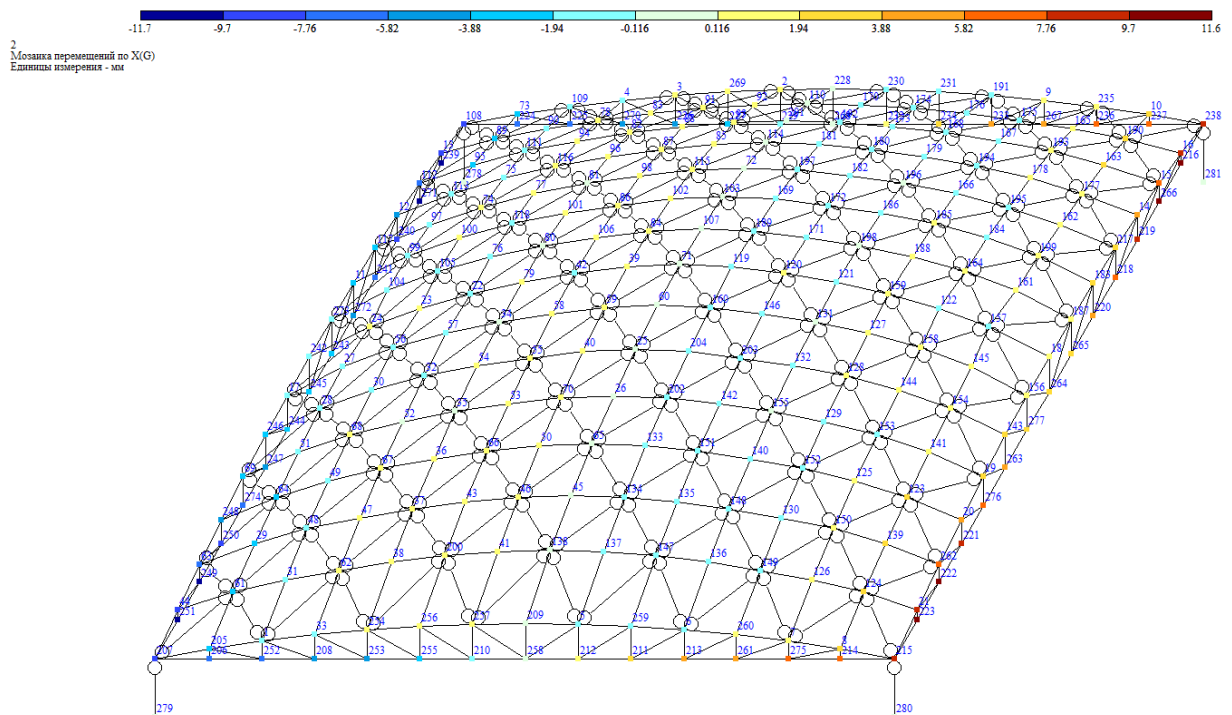


Рис. 3.7. Розподіл переміщень по X

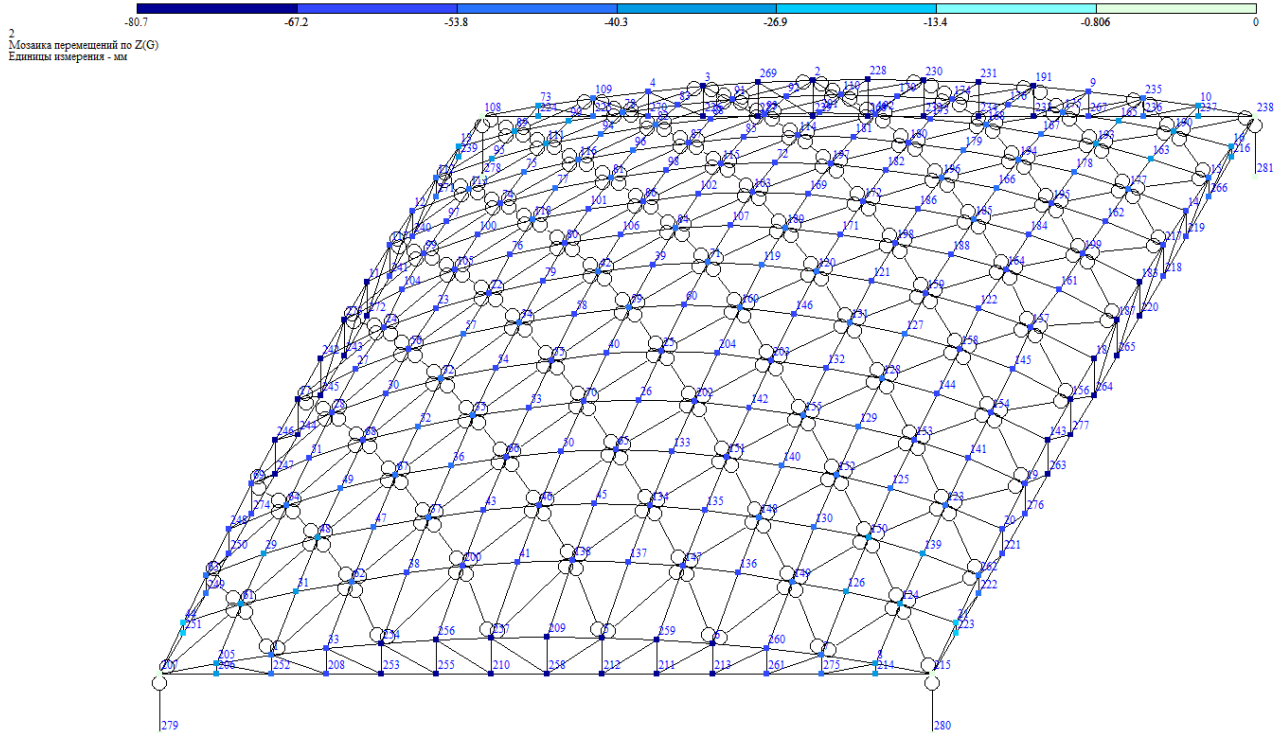


Рис. 3.8. Розподіл переміщень по Z

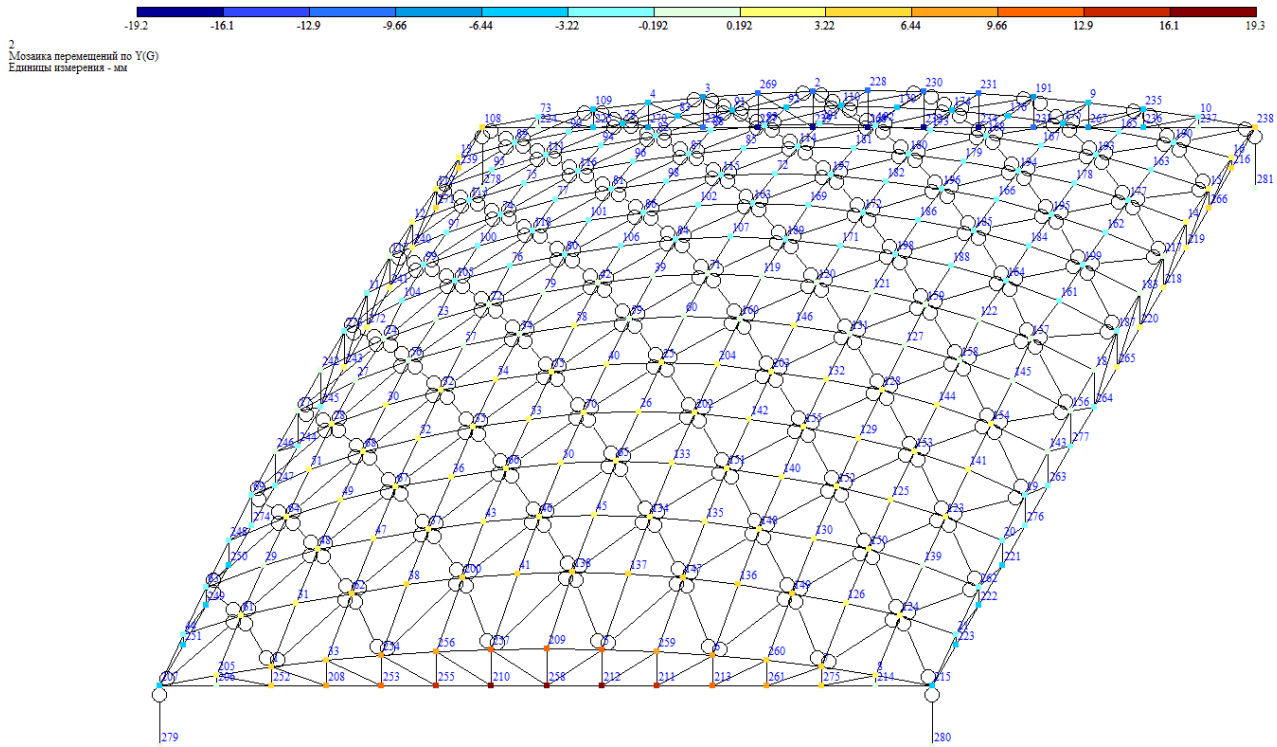


Рис. 3.9. Розподіл переміщень по Y

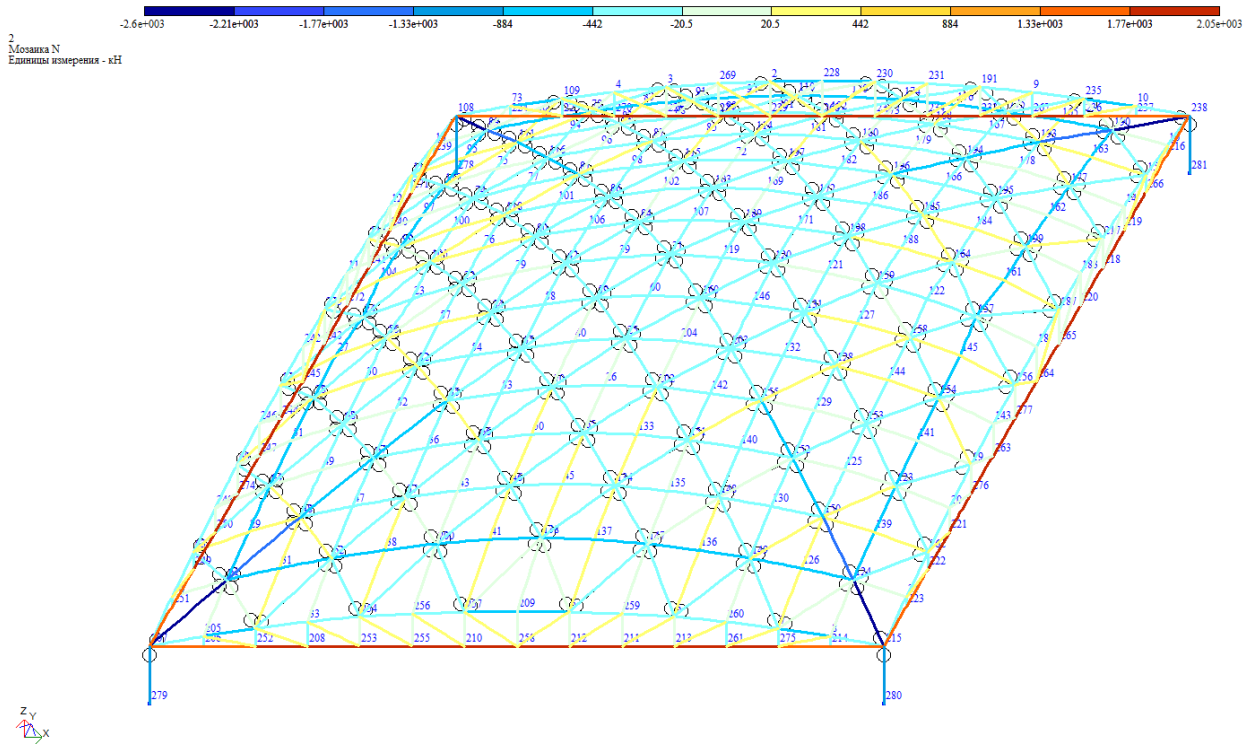


Рис. 3.10. Розподіл напружень по N

3.2.4. Підбір конструктивних елементів

Проміжний елемент оболонки С1: $N_{C1} = -2576$ кН. Для стиснутих елементів поясу $[\lambda_{x,y}] = 180 - 60\alpha$ [СНиП II-23-81, табл. 19*], $\gamma_c = 0,95$ [4, табл. 6*]; $\mu_{x,y} = 1$ [СНиП II-23-81, табл. 11]; $l_{ef,x} = l_{ef,y} = 4,24$ м. Задаємося гнучкістю $\lambda = 80$. Тоді згідно [СНиП II-23-81, табл. 72] $\varphi = 0,686$.

$$A = \frac{N}{\varphi R_y \gamma_c} = \frac{-2576}{0,686 \cdot 24 \cdot 0,95} = 164,7 \text{ см}^2.$$

Приймаємо переріз $\text{Ø}180 \times 40$ с $A = 175,8 \text{ см}^2$, $i_x = i_y = 5,15 \text{ см}$.

Гнучкість стержня

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{424}{5,15} = 82,3; \varphi_x = 0,671$$

$$\alpha_x = \frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} = \frac{2538}{0,671 \cdot 175,8 \cdot 24 \cdot 0,95} = 0,94$$

$$[\lambda_x] = 180 - 60\alpha_x = 180 - 60 \cdot 0,671 = 139,7; \lambda_x = 82,3 < [\lambda_x] = 139,7.$$

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{min} A} = \frac{2576}{0,671 \cdot 175,8} = 21,8 \text{ кН / см}^2 < R_y \gamma_c = 24 \cdot 0,95 = 22,8 \text{ кН / см}^2;$$

Умова виконується.

Розрахункові зусилля в стержнях елементів оболонки і отримані перерізи приведені в табл. 3.4.

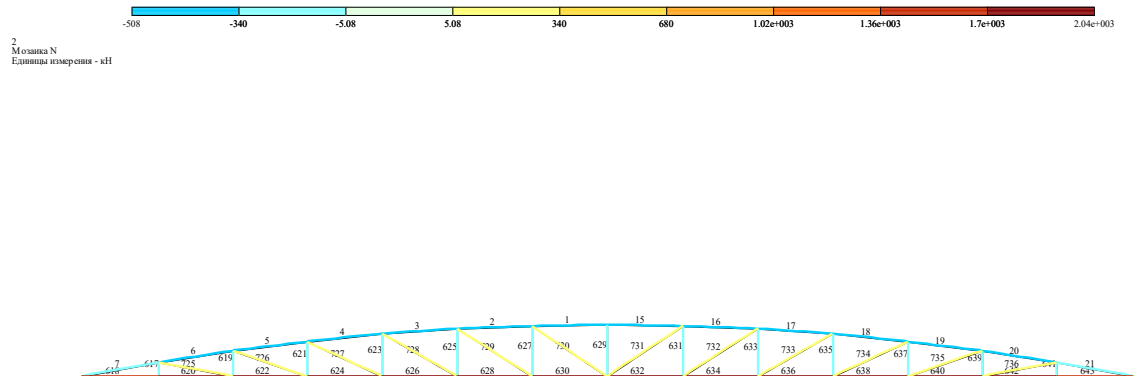


Рис. 3.11. Зусилля в елементах ферми

Розрахункові зусилля в стержнях елементів ферми і отримані перерізи приведені в табл. 3.5.

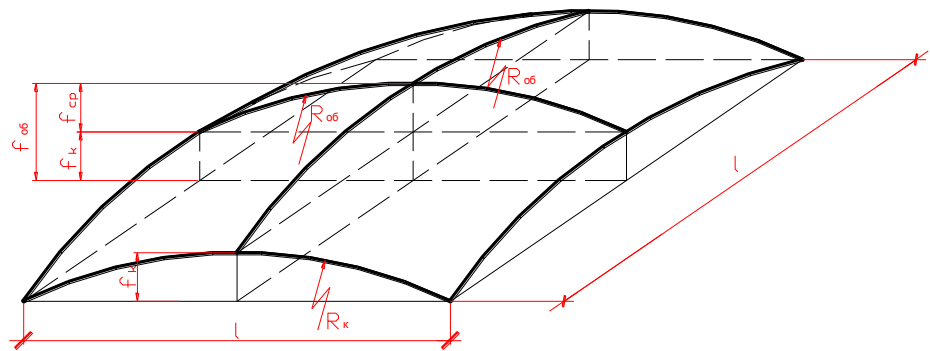
Таким чином загальна маса металевої сітчастої оболонки становить 63098 кг.

3.3. Збірна залізобетонна оболонка

3.3.1. Початкові дані для розрахунку

Оболонка позитивної гаусової кривизни. Контур оболонки виконаний у вигляді полігонального поясу зі збірних ригелів завдовжки 6 м, перерізом 50х60 см, що спираються на колони змінної висоти.

Оболонка запроектована з плит, що криволінійні у напрямі більшої сторони і мають контурні і поперечні ребра. Плити діляться на основні і добірні. Основні плити оболонки мають розмір 3.0х6.0 м. Форми і конструкції добірних плит набула з урахуванням виготовлення їх в опалубних формах основних плит. Бетон класу С25/30, $R_b=17,0$ МПа, $R_{bt}=1,2$ МПа, $E_b=32,5 \cdot 10^3$ МПа.



Оболонка квадратна в плані з розмірами сторін $l = 42$ м. (рис 3.12). Сферична поверхня її має радіус $R_{об} = 53,5$ м.

Рис. 3.12. Геометрична схема залізобетонної оболонки

Визначаємо геометричні параметри оболонки. Підйом оболонки

$f_{об}=f_{cp}+f_k$, де

$$f_{cp} = R_{об} - \sqrt{R_{об}^2 - (l/2)^2} = 53.5 - \sqrt{53.5^2 - (42/2)^2} = 4.294 \text{ м.}$$

Радіус контуру оболонки $R_k = R_{об} - f_{ср} = 53,5 - 4,294 = 49,206$ м. Підйом оболонки на контурі

$$f_k = R_k - \sqrt{R_k^2 - (l/2)^2} = 49,206 - \sqrt{49,206^2 - (42/2)^2} = 4,706 \text{ м.}$$

Загальний підйом оболонки $f_{об} = f_{ср} + f_k = 4,294 + 4,706 = 9$ м.

Визначаємо геометричні характеристики плити (рис.3.13).

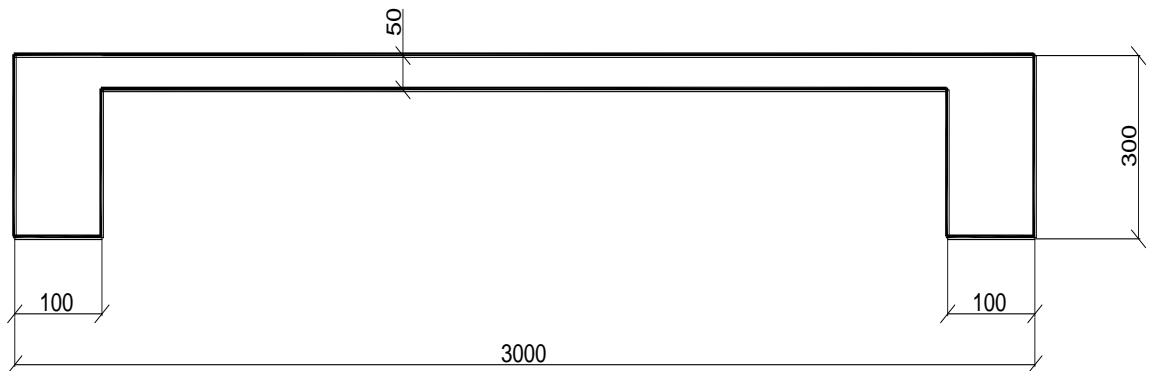


Рис. 3.13. Геометрична схема плити залізобетонної оболонки

Схеми навантажень від власної ваги та від ваги покрівлі представлені на рис 3.14 і 3.15.

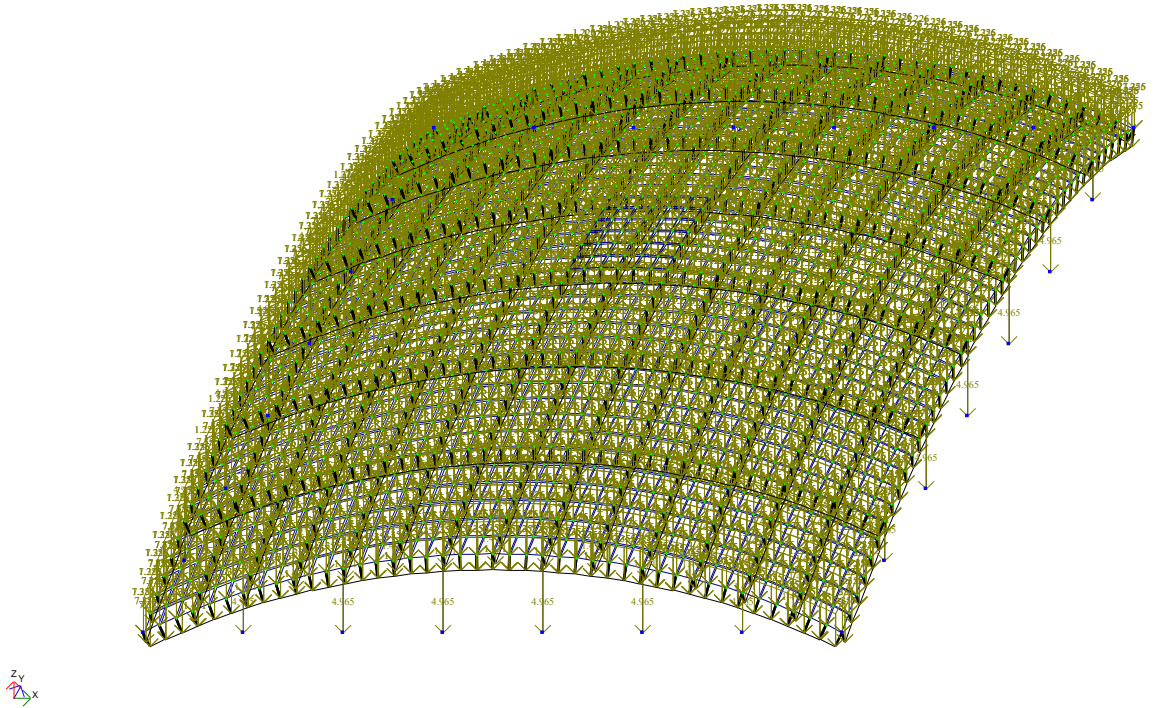


Рис. 3.14. Схема навантаження від власної ваги

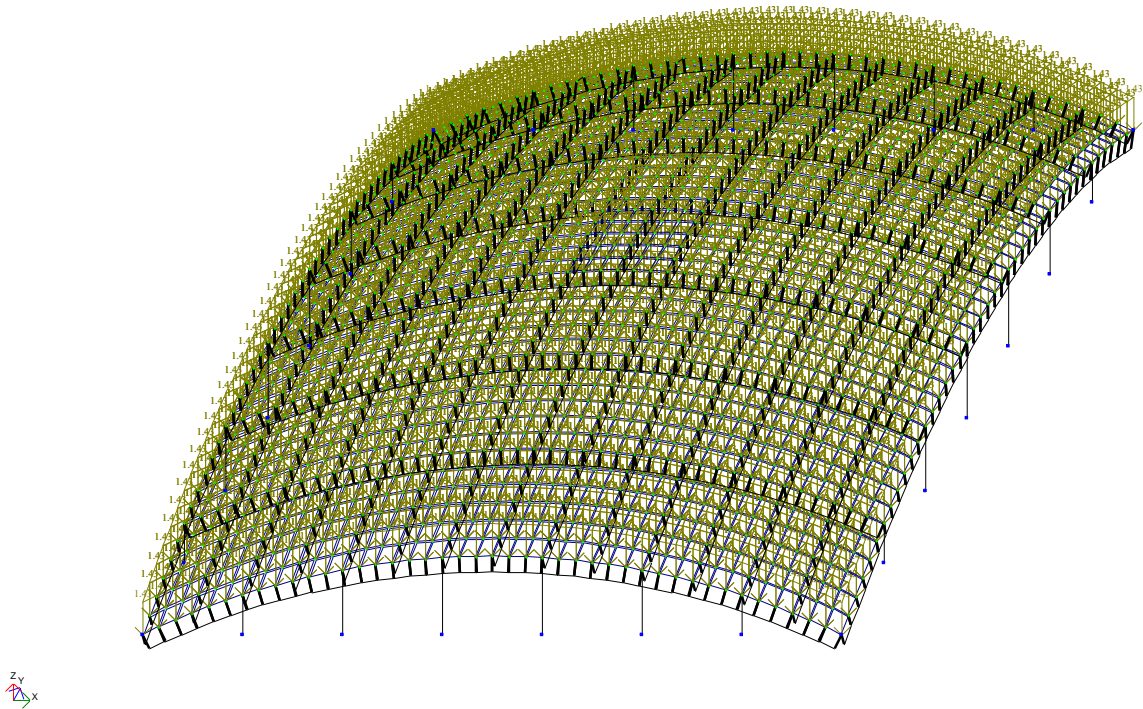


Рис. 3.15. Схема навантаження від ваги покрівлі

3.3.2. Збір навантажень

Для розрахунку будемо використовувати навантаження: постійні, тимчасові. До постійних навантажень відноситься власна вага конструкцій та навантаження від ваги шарів покриття. Розрахунок здійснюється в ПК МОНОМАХ, в якому власна вага несучих конструкцій задається автоматично, то в таблиці вираховуємо лише навантаження від шарів покриття.

Тимчасове навантаження утворює вага снігового покриву та тиск від вітру. Для визначення снігових та вітрових навантажень будемо використовувати ДБН В.1.2-2:2006 (Навантаження і впливи).

Таблиця 3.5

Збір навантажень на 1 м² покриття, кН/м²

Навантаження	Нормативна	γ_f	Розрахункова
1. Постійне			
1) Рубероїдний килим на бітумній мастиці	0,1	1,1	0,13
2) Утеплювач - мінераловатні плити, завтовшки 80 мм	0,24	1,3	0,31
3) Пароізоляційна обмазка бітумом в 2 шари	0,04	1,3	0,05
3) Цементна стяжка 35 мм	0,72	1,3	0,94
Всього Постійне:	1,1		1,43
2. Тимчасове			
Снігове	1,55		1,55
Всього:	1,571		2,1

Снігове навантаження

Розрахункове значення ваги снігового покриву для м. Харків (V сніговий район) $S_0 = 1,55$ кН/м².

Тоді розрахункове значення снігового навантаження на м² покрівлі

$$S_m = \gamma_{fm} S_0 \cdot \mu C_e C_{alt},$$

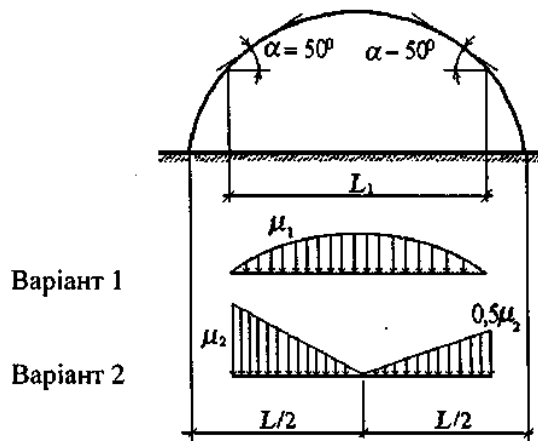
де

$\gamma_{fm}=1$ - коефіцієнт надійності, приймаємо за табл. 8.1 ДБН.

Коефіцієнт C_{alt} враховує висоту H розміщення будівельного об'єкта над рівнем моря = 1.

Коефіцієнт C_e враховує вплив особливостей режиму експлуатації на накопичення снігу на покрівлі=1

Коефіцієнт μ визначається за додатком Ж залежно від форми покрівлі і схеми розподілу снігового навантаження. (Схема 2. Будинки зі склепінчастими та близькими до них за обрисом покриттями)



$$\mu_1 = \cos 1,8\alpha \quad \mu_2 = 2,4 \sin 1,4\alpha$$

де α – кут нахилу покриття, град

Розрахунок навантаження зведемо в табл. 3.6.

Таблиця 3.6

Визначення снігового навантаження

№ вузла	Кут α	Коеф. μ_1	Коеф. μ_2	S, кН/м ²	
				Варіант 1	Варіант 2
1193	23.4	0.741742	1.298691	1.15	2.01
1284	15.9	0.877816	0.909144	1.36	1.41
1216	8.8	0.962028	0.512091	1.49	0.79

1172	1.7	0.998574	0.099665	1.55	0.15
1169	0	1	0	1.55	0.00
310	22.3	0.764472	1.243981	1.18	1.93
302	15.3	0.886688	0.876484	1.37	1.36
260	8.4	0.965382	0.48915	1.50	0.76
222	1.7	0.998574	0.099665	1.55	0.15
202	0	1	0	1.55	0.00
341	21.7	0.776487	1.213758	1.20	1.88
336	14.9	0.892428	0.854606	1.38	1.32
447	8.2	0.967001	0.477662	1.50	0.74
233	1.7	0.998574	0.099665	1.55	0.15
377	0	1	0	1.55	0.00
485	21.4	0.782391	1.198549	1.21	1.86
480	14.7	0.895246	0.843636	1.39	1.31
1446	8.1	0.967797	0.471914	1.50	0.73
414	1.6	0.998737	0.093805	1.55	0.15
1843	0	1	0	1.55	0.00
1355	21.4	0.782391	1.198549	1.21	1.86
1477	14.7	0.895246	0.843636	1.39	1.31
1443	8.1	0.967797	0.471914	1.50	0.73
1857	1.6	0.998737	0.093805	1.55	0.15
1851	0	1	0	1.55	0.00

Схема прикладення снігового навантаження представлена на рис. 3.16. і 3.17.

Завантаження 3

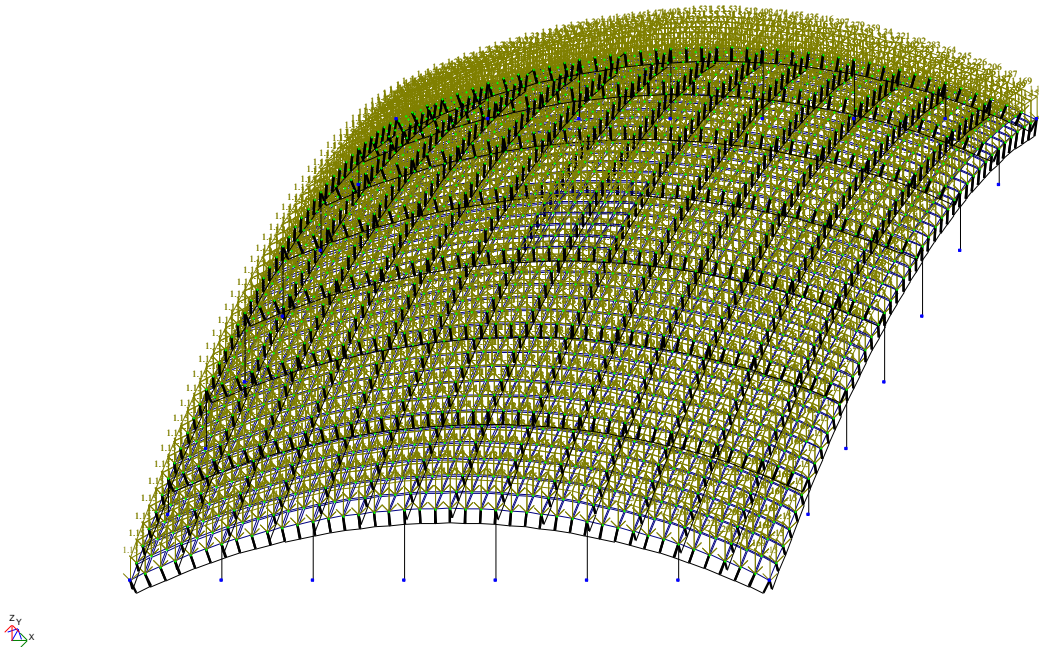


Рис. 3.16. Схема снігового навантаження (варіант 1)

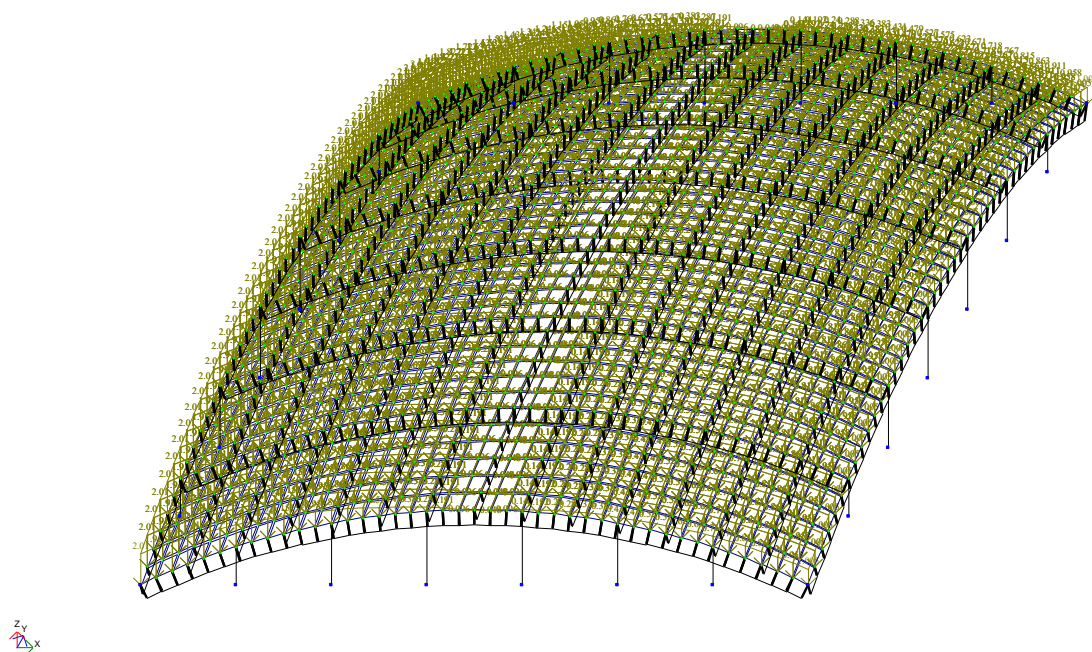


Рис 3.17. Схема снігового навантаження (варіант 2)

3.3.3. Результати розрахунку

Результати статичного розрахунку будівлі при дії розрахункових сполучень навантажень представлені на рис. 3.18 - 3.22.

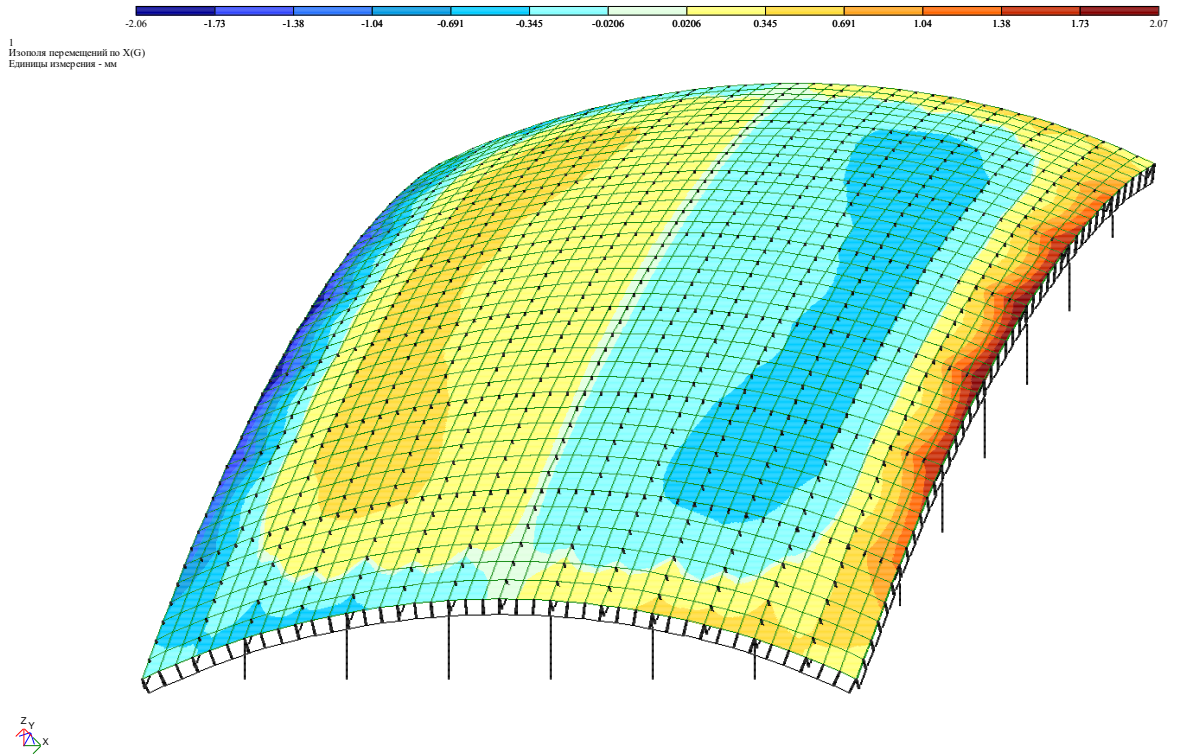


Рис. 3.18. Изополя перемещений по X

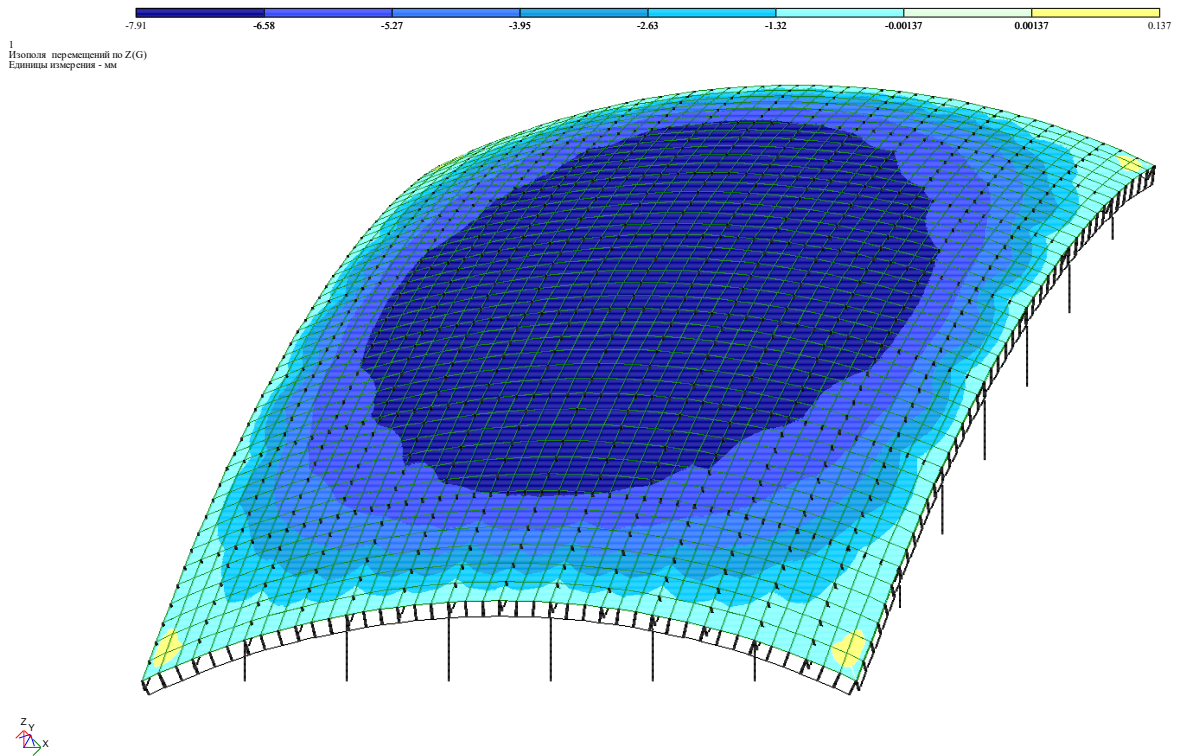


Рис. 3.19. Изополя перемещений по Z

1
Ізополю переміщень по Y(G)
Единиця вимірювання - мм

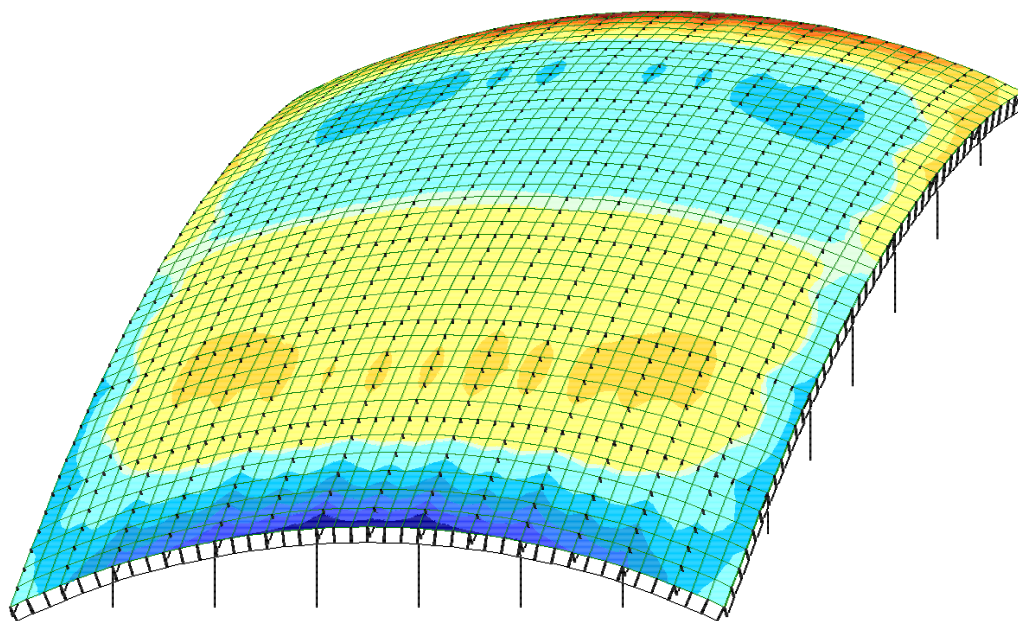


Рис. 3.20. Ізополю переміщень по Y

ЛИТЕРА
2
Ізополю головних напружень N1
Середній слой
Единиця вимірювання - кН/м**2

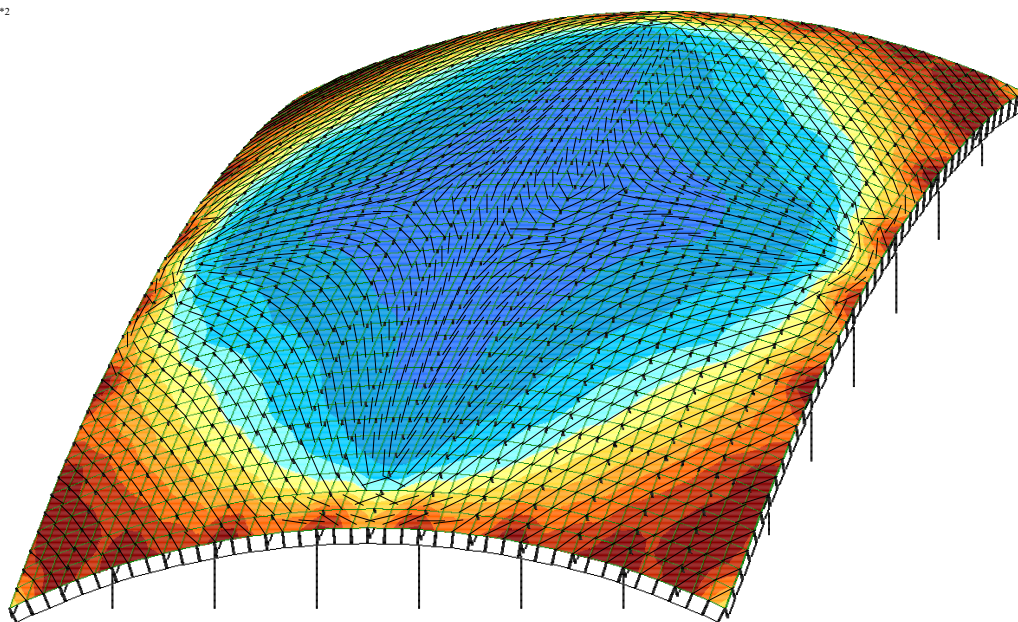
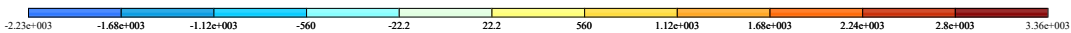


Рис. 3.21. Ізополю головних зусиль N1

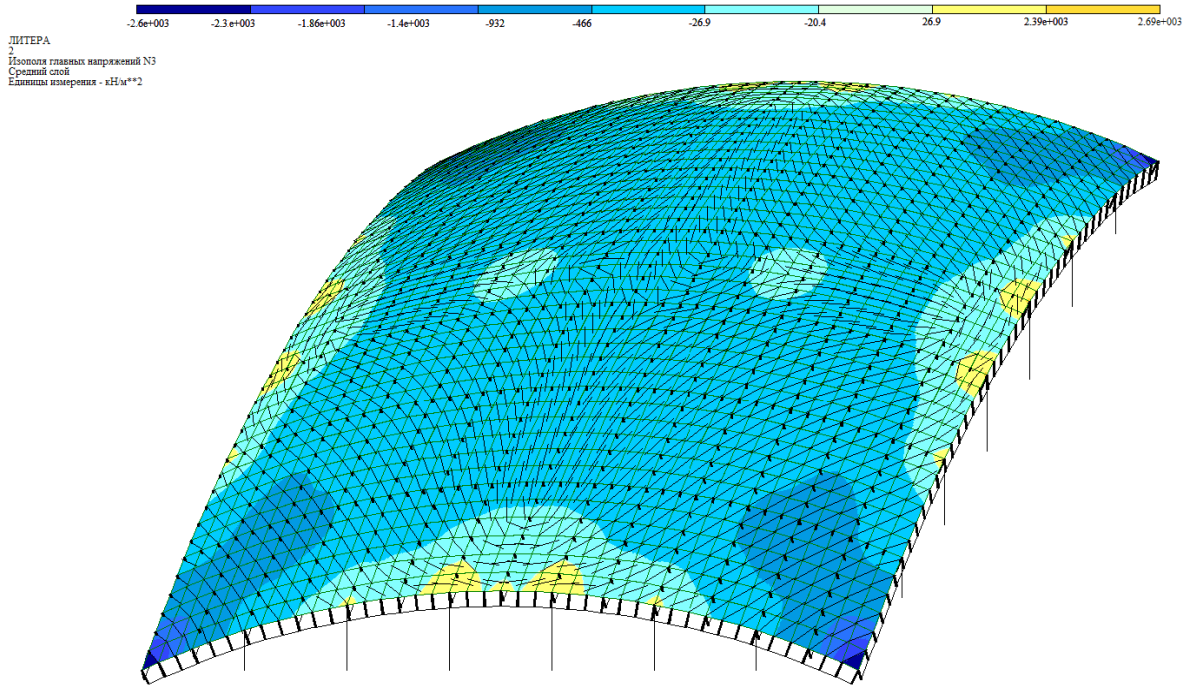


Рис. 3.22. Ізополю головних зусиль N2

3.3.4. Підбір конструктивних елементів

Для сприйняття головних розтягуючих зусиль $N_{\text{гл}}^{\text{II}}$ в кутах пологої оболонки необхідно встановити додаткову арматуру, а для сприйняття зусиль $N_{\text{гл}}^{\text{I}}$ - виконати набетонку. Для армованої набетонки приймаємо бетон класу С20/25 ($R_b = 14.5 \text{ МПа}$).

Визначаємо товщину набетонки по зусиллях $N_{\text{гл}}^{\text{I}}$ (мал. 2.8).

Товщину набетонки визначаємо з умови $N_{\text{стисн}} < \alpha R_b A_b$, де $A_b = hb$ площа стиснутої зони бетону. Приймаємо $b=1$ п.м. Тоді товщина набетонки $h = N/R_b$

$h = 0,26/0,0145 = 10$ см; Враховуючи, що товщина полиці плити 50 мм, на інших ділянках набетонку не роблять.

План зміни товщини оболонки наведен на рис 3.23.

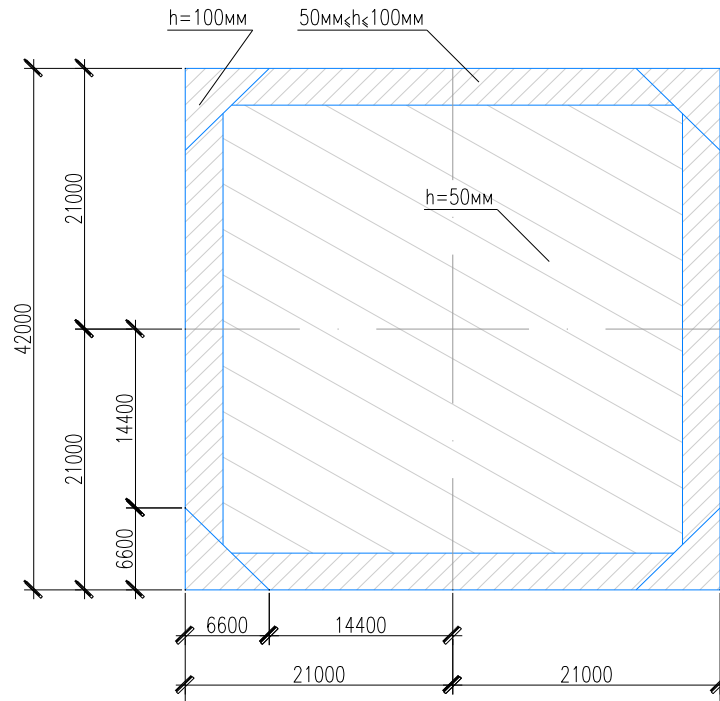


Рис. 3.23. План зміни товщини оболонки

Таким чином загальна маса збірної залізобетонної оболонки становить 403200 кг.

3.4. Результати та висновки

Отримані значення маси, трудоемності та вартості конструкцій зводимо до Табл. 3.7.

В результаті виконаних розрахунків встановлено:

- для всіх розглянутих комбінацій навантаження значення максимальних напружень не перевищують граничні значення розрахункових напружень для використовуваних матеріалів;
- максимальні значення горизонтальних та вертикальних переміщень не перевищують граничні;
- з таблиці 3.7 видно, що найбільш економічним варіантом є збірна залізобетонна оболонка покриття ;

Таблиця 3.7. Техніко-економічні показники конструкцій

Конструкція	Фактична маса, т	Трудоємність виготовлення, чол.-год.	Кошторисна вартість, тис. грн.
Металева сітчаста оболонка	63,098	1875	815,106
Збірна залізобетонна оболонка	403,2	1750	750,319

Отже для подальшого розрахунку приймаємо збірну залізобетонну оболонку, як більш раціональний тип покриття.

РОЗДІЛ 4. ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ

4.1. Геологічні умови

Інженерно-геологічні умови майданчика характеризуються витриманим горизонтальним заляганням шарів ґрунту. Геологічний розріз представлений на рис. 4.1.

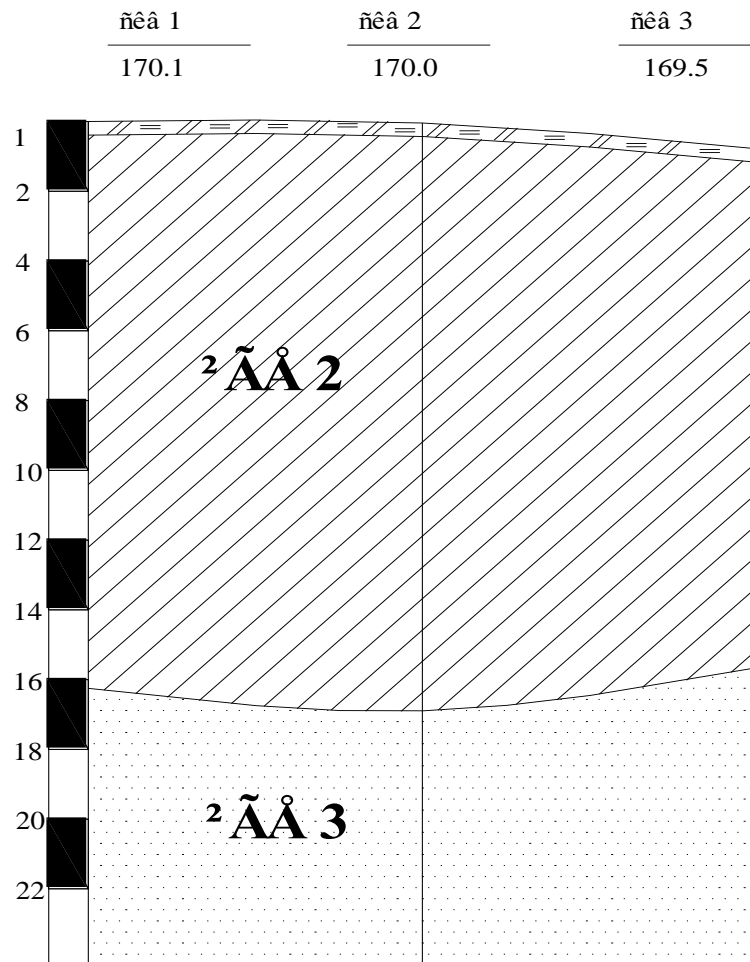


Рис. 4.1. Геологічний розріз

Інженерно-геологічні процеси на території забудови не розвиваються, тому впливу на основи і фундаменти, будинок в цілому не має. Зміна властивостей основи на період експлуатації не прогнозується.

4.2. Визначення фізико-механічних характеристик ґрунтів основи

Основою для зведення будівлі є суглинок.

Визначаємо фізичні характеристики ґрунту основи фундаментів.

•питома вага ґрунту :

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1+w} = \frac{15.0}{1+0.212} = 1.38 \text{ кН/м}^2.$$

•коефіцієнт пористості :

$$e = \frac{\gamma_s - \gamma_d}{\gamma_d} = \frac{18.2 - 12.38}{12.38} = 0.47$$

•ступінь вологості :

$$S_r = \frac{w \cdot \gamma_s}{e \cdot \gamma_w} = \frac{0.212 \cdot 18.2}{0.47 \cdot 10} = 0.82$$

Фізико-механічні характеристики ґрунтів занесені в табл.4.1.

Таблиця 4.1. Фізико-механічні характеристики ґрунтів

№ шару	Товщина шару, м	Назва	$\gamma, \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$	$\gamma_s, \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$	ω	S_r	$E_{II}, \text{МПа}$	$R_0, \text{кПа}$	$\varphi_{II}, \text{град}$	$c_{II}, \text{кПа}$
1	0.3	Рослинний шар	13.8	-	-	-	-	-	-	-
2	15.6	Суглинок	15	18.2	0.21	0.82	10	169	26	24
3	8	Пісок пилуватий	16.1	19.3	0.2	0.49	12.5	300	21	2

4.2.1. Визначення глибини закладання фундаменту

Нормативна глибина промерзання для даного району м. Харкова

$$d_{fn} = 0.8 \text{ м}$$

Глибина закладання фундаменту, виходячи з конструктивних вимог

$$d = 1.5 + (0.6 - 0.45) = 1.65 \text{ м}$$

де 1,5 м - висота типового монолітного фундаменту;

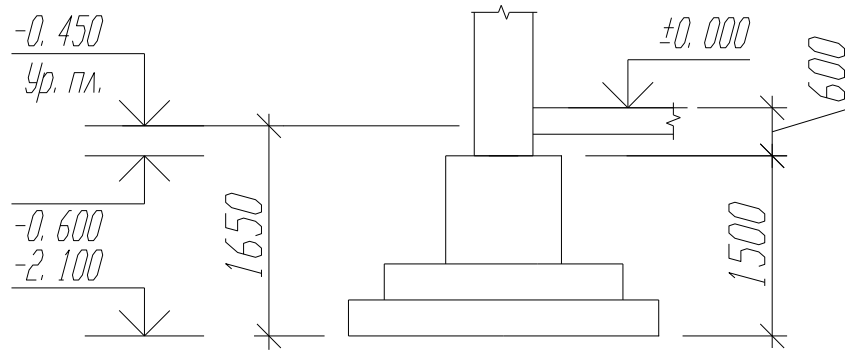


Рис. 4.2. До визначення конструктивної глибини закладення фундаменту

Глибина залягання згідно кліматичних особливостей району будівництва:

$d_f = k_h \cdot d_{fn}$, де k_h - коефіцієнт, що враховує вплив теплового режиму споруди;

$k_h = 0.5$ - за табл. Г.1 ДБН "Основи та фундаменти"

$$d_f = 0.5 \cdot 0.8 = 0.44 \text{ м}$$

Приймаємо глибину закладення фундаменту під колону середнього ряду 1,65м.

Визначення ширини підшви фундаменту

Колона розміром 0,45х0,45 м.

Навантаження на палю $N = 744 \text{ кН}$

Попередня ширина підшви фундаменту :

$$b_0 = \sqrt{\frac{F_v}{(R_0 - \gamma_{cs} \cdot d_1)\eta}}$$

де F_v - вертикальне навантаження, кН/м²;

R_0 - розрахунковий опір ґрунту, кПа;

γ_{cs} - усереднена вага фундаменту і ґрунту на його уступах, кН/м²;

η - відношення сторін фундаменту;

d_1 - глибина закладання.

$$b_0 = \sqrt{\frac{744}{(169 - 20 \cdot 1.65) \cdot 1}} = 2.34 \text{ м.}$$

Визначаємо розрахунковий опір ґрунту :

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} (M_\gamma K_z b \gamma_{II} + M_g d_1 \gamma'_{II} + (M_g - 1) d_b \gamma'_{II} + M_c c_{II}),$$

де, γ_{c1} і γ_{c2} - коефіцієнти умов роботи, що приймають за таблицею Е.7 ДБН

K_z - коефіцієнт, що враховує спосіб визначення міцнісних характеристик під подошвою фундаменту;

γ_{II} - значення питомої ваги ґрунту нижче за подошву фундаменту;

γ'_{II} - значення питомої ваги ґрунту вище за подошву фундаменту;

$d_b = 0$ - за відсутністю підвалу

$k_z = 1$ - для ширини подошви менше 10 м;

M_γ , M_g , M_c - коефіцієнти, що приймають за таблицею Е.8 ДБН

c_{II} - питоме зчеплення ґрунту під подошвою фундаменту.

$$R_1 = \frac{1.2 \cdot 1}{1.1} (0.84 \cdot 1 \cdot 2.34 \cdot 15 + 4.37 \cdot 1.65 \cdot 17 + 6.9 \cdot 24) = 346.54 \text{ кПа}$$

Різниця між $R_0 = 169$ кПа і $R_1 = 346.54$ кПа, більше, ніж 10 кПа Тому уточнюємо ширину фундаменту:

$$b_1 = \sqrt{\frac{744}{(346.54 - 20 \cdot 1.65) \cdot 1}} = 1.54 \text{ м}$$

$$R_2 = \frac{1.2 \cdot 1}{1.1} (0.84 \cdot 1 \cdot 1.54 \cdot 15 + 4.37 \cdot 1.65 \cdot 17 + 6.9 \cdot 24) = 335.54 \text{ кПа}$$

тоді ширина подошви :

$$b_2 = \sqrt{\frac{744}{(335.62 - 20 \cdot 1.65) \cdot 1}} = 1.56 \text{ м}$$

Величини R_1 і R_2 відрізняються не більше ніж на 10 кПа (похибка менше 5%), тому закінчуємо уточнення розмірів.

В результаті отриманих даних, а також з урахуванням конструктивних і експлуатаційних вимог приймаємо квадратний в плані монолітний фундамент з розмірами підшви 3.0 x 3.0 м.

Визначаємо опір під підшвою прийнятого фундаменту :

$$R_3 = \frac{1.2 \cdot 1}{1.1} (0.84 \cdot 1 \cdot 3.0 \cdot 15 + 4.37 \cdot 1.65 \cdot 17 + 6.9 \cdot 24) = 355.61 \text{ кПа}$$

Середній тиск під підшвою фундаменту :

$$P = \gamma_{cs} \cdot d_1 + \frac{F_v}{A},$$

$$P = 20 \cdot 1.65 + \frac{744}{9.0} = 115 \text{ кПа} < 355.61 \text{ кПа} = R$$

Розрахунок осідання фундаменту

Тиск від власної ваги гурту :

$$\sigma_{zg,i} = \sigma_{zg,i-1} + \gamma_i \cdot h_i,$$

де $\sigma_{zg,i-1}$, $\sigma_{zg,i}$ - напруга від власної ваги ґрунту на покрівлі і - го шару, кПа;

γ_i - питома вага ґрунту кН/м

h_i - потужність шару, м.

Додаткова напруга:

$$\sigma_{zp,i} = \alpha_i p_0,$$

де α_i коефіцієнт, що приймається по таблиці Д.1. ДБН

$P_0 = P - \sigma_{zg,0}$ - додатковий тиск на основу;

де P - середній тиск під підшвою $P=115$ кПа;

$\sigma_{zg,0}$ - вертикальний тиск від власної ваги ґрунту на рівні підшви фундаменту.

$$\sigma_{zg,0} = \gamma h_s' = 15 \times 1.65 = 24.75 \text{ кПа},$$

$$P_0 = 115 - 24.75 = 90.25 \text{ кПа}.$$

Стискувана товща розташована на глибині, де виконується умова $0,2\sigma_{zg} \leq \sigma_{zp}$

Для визначення цієї межі будемо епюру напруги від власної ваги і епюру додаткової напруги (рис.3.3).

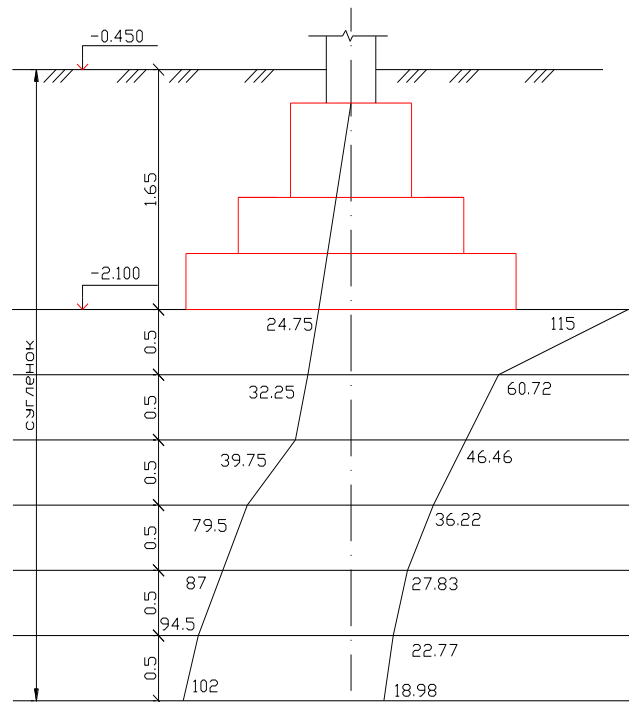


Рис.4.3. Осідання фундаменту

$$1 \text{ шар: } \sigma_{zg1} = \gamma_1 h_1 = 15 \times 1.65 = 24.75 \text{ кПа};$$

$$2 \text{ шар: } \sigma_{zg2} = \sigma_{zg1} + \gamma_2 h_2 = 24.75 + 0.5 \times 15 = 32.25 \text{ кПа};$$

$$3 \text{ шар: } \sigma_{zg3} = \sigma_{zg2} + \gamma_3 h_3 = 32.25 + 0.5 \times 15 = 39.75 \text{ кПа};$$

$$4 \text{ шар: } \sigma_{zg4} = \sigma_{zg4} + \gamma_4 h_4 = 79.5 \text{ кПа};$$

$$5 \text{ шар: } \sigma_{zg5} = \sigma_{zg4} + \gamma_5 h_5 = 87 \text{ кПа};$$

$$6 \text{ шар: } \sigma_{zg6} = \sigma_{zg5} + \gamma_6 h_6 = 94.5 \text{ кПа}.$$

$$7 \text{ шар: } \sigma_{zg7} = \sigma_{zg6} + \gamma_7 h_7 = 102 \text{ кПа}.$$

Побудову епюри додаткових тисків зведемо в табличну форму (табл. 4.2).

Таблиця 4.2. Розрахунок осідання основи

Шар	h, м	z, м	$\xi=2z/b$	α	$0.2\sigma_{zg}$, кПа	σ_{zp} , кПа	$\bar{\sigma}_{zp}$, кПа	E, кПа	S, м
1	1.65	0	0	1	4.95	115		10000	
							87.86		0.004
2	0.5	2.15	1.43	0.528	6.45	60.72			0.002
							53.59		
3	0.5	2.65	1.77	0.404	7.95	46.46			0.0016
							41.34		
4	0.5	3.15	2.10	0.315	15.9	36.22			0.0013
							32.03		
5	0.5	3.65	2.43	0.242	17.4	27.83			0.001
							25.3		
6	0.5	4.15	2.77	0.198	18.9	22.77			0.0008
							20.88		
7	0.5	4.65	3.1	0.165	20.4	18.98			

Глибина стискуваної товщі $H_c=4.65$ м.

Осідання визначаємо за формулою:

$$S = 0.8 \sum_{i=1}^n \frac{\bar{\sigma}_{zp,i} h_i}{E_i},$$

де $\bar{\sigma}_{zp,i} = 0.5(\sigma_{zp,i+1} + \sigma_{zp,i})$ - середнє значення додаткової напруги в шарі,

кПа;

h_i - товщина шару, м;

E_i - модуль деформації шару, кПа.

Розрахунок осадки зведений в таблиці. 3.3.

Сумарна осадка складе:

$$S_i = 0.004 + 0.002 + 0.0016 + 0.0013 + 0.001 + 0.0008 = 0.0098 \text{ м} = 0.98 \text{ см}$$

Гранична осадка для будівлі - $S_u=8$ см

Сумарна осадка основи $S = 0.98$ см, що значно менше допустимої $S_u=8$ см

4.3. Розрахунок стовпчастого фундаменту

Необхідно розрахувати фундамент під колону середнього ряду. Бетон класу С10/15, арматура нижньої сітки із сталі класу А300, конструктивна арматура - класу А240С.

Розрахункові характеристики матеріалів :

- для бетону класу С10/15 :

$$R_b=8.5 \text{ МПа}$$

$$R_{bt}=0.75 \text{ МПа}$$

$$\gamma_{b2}=0.9$$

- для арматури класу А240С:

$$R_s=280 \text{ МПа.}$$

Розрахункове навантаження на фундамент - 744кН

Переріз колони 45х45 см

Визначаємо висоту фундаменту. Обчислюємо найменшу висоту фундаменту з умов продавлювання його колоною по поверхні піраміди продавлювання при дії розрахункового навантаження, використовуючи наближену формулу:

$$h_{0,\min} = -\frac{h_c + b_c}{4} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{N_1}{0.9R_{bt} + p_{sf}}},$$

де $p_{sf}=N_1/A_f=744/9=82.7 \text{ кН/ м}^2 = 8.3 \text{ Н/ см}^2$, $R_{bt}=0.75 \text{ МПа}=0.75 \cdot 10^3 \text{ кН/ м}^2$

$$h_{0,\min} = -\frac{0.45 + 0.45}{4} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{744}{0.9 \cdot 0.75 \cdot 10^3 + 8.3}} = 0.41 \text{ м.}$$

Повна мінімальна висота фундаменту :

$$H_{f\min}=h_0+a_b=41+4=45 \text{ см.},$$

де $a_b=4 \text{ см}$ - товщина захисного шару бетону.

Висота фундаменту з умов закладення колони залежно від розмірів її перерізу :

$$H=1.5h_c+25 \text{ см.}=1.5 \cdot 45 + 25=92.5 \text{ см.}$$

З конструктивних міркувань, враховуючи необхідність надійно заанкерувати стержні подовжньої арматури жорсткого закладення колони у фундаменті, висоту фундаменту рекомендується також приймати рівній не менше:

$$H_f > h_{qf} + 20\text{см} = 60 + 20 = 80 \text{ см}$$

де h_{qf} - глибина стакану фундаменту, рівна 60 см;

Приймаємо висоту фундаменту $H_f = 150$ см (рис. 4.4), число східців - дві. Висоту східців призначаємо з умов забезпечення бетону достатньої міцності по поперечній силі без поперечного армування в похилому перерізі.

Розрахункові перерізи: 3 - 3 по грані колони, 2 - 2 по грані верхньої ступеня і 1 - 1 по нижній межі піраміди продавлювання.

Мінімальну робочу висоту першого (знизу) ступеня визначаємо за формулою:

$$h_{01} = \frac{p_{sf}(a - b_c - 2h_0)}{\sqrt{k_2 R_{bt} p_{sf}}} = \frac{8.3(300 - 45 - 2 \cdot 26)}{\sqrt{2 \cdot 0.75(100) \cdot 8.3}} = 16 \text{ см.}$$

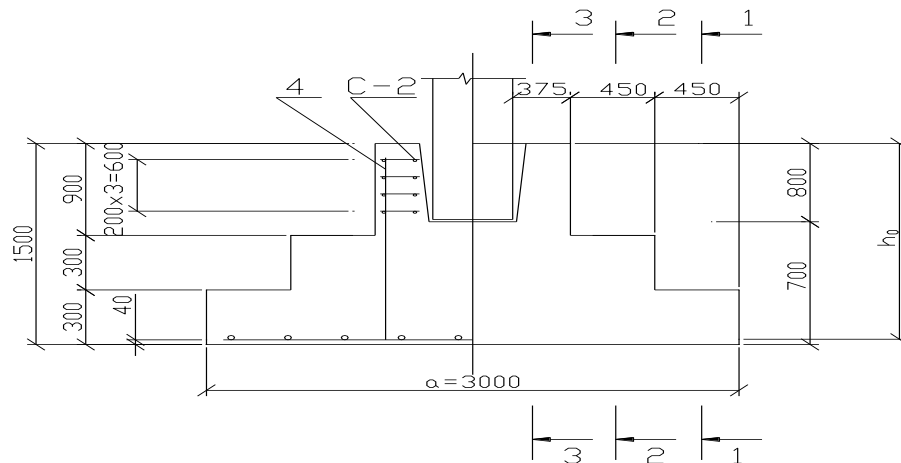


Рис. 4.4. Фундамент під середню колонну

Конструктивно приймаємо $h_1 = 30$ см, $h_{01} = 30 - 4 = 26$ см

Перевіряємо відповідність робочої висоти нижньому ступеню фундаменту h_{01} умові міцності поперечній силі без поперечного армування в похилому перерізі 1 - 1.

На один метр ширини цього перерізу поперечна сила:

$$Q_1 = 0.5(a - h_c - 2h_0)p_{sf} = 0.5(3 - 0.45 - 2 \times 0.26) 83 = 49.08 \text{ кН.}$$

Мінімальне поперечне зусилля Q_b , що сприймається бетоном:

$$Q_b = \varphi_{b3}(1 + \varphi_f + \varphi_n)\gamma_{b2}R_{bt}bh_0 = 0.6 \times 0.9 \times 0.75(100) \times 150 \times 26 = 157960 \text{ Н} = 158 \text{ кН}$$

де $\varphi_{b3}=0.6$ - для важкого бетону;

$\varphi_f=0$ - для плит суцільного перерізу;

$\varphi_n=0$ - ввиду відсутності подовжніх сил.

Оскільки $Q_1=49.09\text{кН} < Q_b=158 \text{ кН}$, умова міцності задовольняється.

Розміри другого ступеня фундаменту приймаємо 300 мм.

Перевіряємо міцність фундаменту на продавлювання по поверхні піраміди продавлювання :

$$F < \alpha R_{bt}h_0u_m,$$

$$\text{де } F = N_1 - A_{0fp}p_{sf} = 744 \times 10^3 - 24.65 \times 10^3 \times 8.3 = 430 \times 10^3 \text{ Н}$$

$A_{0fp} = (h_c + 2h_0)^2 = (45 + 2 \times 56)^2 = 24.65 \times 10^3 \text{ см}^2$ - площа основи піраміди продавлювання при квадратних в плані колоні і фундаменті.

u_m - середнє арифметичне між параметрами верхньої і нижньої основи піраміди продавлювання рівне:

$$u_m = 2(h_c + b_c + 2) \text{ або при } h_c = b_c,$$

$$u_m = 4(h_c + h_0) = 4(45 + 56) = 404 \text{ см.}$$

Тоді отримуємо:

$$F = 430 \times 10^3 \text{ Н} < 0.9 \times 0.75(100) \times 56 \times 404 = 1527 \times 10^3 \text{ Н.}$$

Отже умова проти продавлювання задовольняється.

При підрахунку арматури для фундаменту за розрахункові приймаємо згинаючі моменти, по перерізах, що відповідають розташуванню уступів фундаменту як для консолі із затисненим кінцем :

$$M_I = 0.125p_{sf}(a - a_1)^2b = 0.125 \times 83 \times (3 - 2.10)^2 \times 3 = 19.74 \text{ кНм}$$

$$M_{II} = 0.125p_{sf}(a - a_2)^2b = 0.125 \times 83 \times (3 - 1.2)^2 \times 3 = 79.74 \text{ кНм}$$

$$M_{III} = 0.125p_{sf}(a - h_c)^2b = 0.125 \times 83 \times (3 - 0.45)^2 \times 3 = 158.5 \text{ кНм,}$$

Підрахунок потрібної кількості арматури в різних перерізах фундаменту в одному напрямі:

$$A_{sI} = M_I / 0.9 h_{01} R_s = 1974000 / 0.9 \times 26 \times 280(100) = 5,72 \text{ см}^2$$

$$A_{sII} = M_{II} / 0.9 h_{02} R_s = 7900000 / 0.9 \times 56 \times 280(100) = 8,72 \text{ см}^2$$

$$A_{sIII} = M_{III} / 0.9 h_{03} R_s = 15850000 / 0.9 \times 146 \times 280(100) = 14,38 \text{ см}^2$$

Приймаємо нестандартну сітку з арматури $\varnothing 14$ мм. класу А300 по перерізу 3 - 3 з комірками 32x32 см з $A_s^{\text{таб}} = 20.36 \text{ см}^2$

Верхній ступінь армуємо конструктивно горизонтальними сітками з арматури $\varnothing 8$ класу А240С, що встановлюються через 200 мм по висоті. Розташування сіток фіксуємо вертикальними стержнями $\varnothing 8$ класу А240С.

РОЗДІЛ 5. ТЕХНІЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ

5.1. Цілі та задачі технічної експлуатації

Між спорудженням будинку (вишукування, проєктування та будівництво) та процесом його експлуатації існує прямий та зворотній зв'язок. Експлуатаційна природність будинку або споруди, надійність та довговічність його конструктивних елементів та інженерних систем визначаються на стадії проєктування та будівництва. При цьому повинні враховуватися методи експлуатації, можливість доступу до окремих елементів інженерних систем та конструкцій для їх наладки, ремонту та заміни. Таким чином, проєктні рішення, якість будівництва будинку чи споруди визначають його споживчі якості. Саме в цьому полягає прямий зв'язок.

В результаті зміни навколишнього середовища під впливом людини, науково-технічного прогресу, підвищення життєвого рівня населення технологія виробничих процесів та використання жилих, масового використання та адміністративних будинків постійно змінюється. З цього випливає, що в період використання будинків та споруд з'являються нові вимоги щодо проєктування та будівництва споруд, конструктивних елементів та інженерних систем, тобто існує зворотній зв'язок між використанням та створенням будинків та споруд.

Таким чином, задачі експлуатації будинків та споруд можна визначити як комплекс заходів, що забезпечують комфортне та безвідмовне використання його приміщень, елементів та систем для визначених цілей на строк не менше нормативного строку служби.

В свою чергу весь цей комплекс поділяється на два великих розділи, що охоплюють обслуговування будинків та споруд та їх технічну експлуатацію.

Коли кажуть про строк служби будинку чи споруди, то мають на увазі термін його безвідмовної дії. Як правило, термін безвідмовної роботи елементів будинку чи споруди, їх систем або приладів не однаковий. При визначенні нормативних строків служби будівлі приймають безвідмовний строк служби основних несучих елементів: фундаментів та стін. При цьому може мати місце той факт, що строки служби окремих елементів будівлі в 2-3 рази менший нормативного строку служби самої будівлі. Безвідмовне та комфортне використання будівлі вимагає на протязі всього строку його експлуатації виробництва повної заміни відповідних елементів або систем будівлі.

Таким чином, зміст технічної експлуатації складає комплекс технічних заходів, що забезпечують безвідмовну роботу всіх елементів та систем будівлі на протязі не менше ніж нормативний строк їх служби.

Комплекс вказаних заходів охоплює:

- поточний планово-попереджувальний ремонт та наладку устаткування;
- непередбачуваний поточний ремонт;
- капітальний планово-попереджувальний ремонт;
- непередбачуваний капітальний ремонт.

Для організації, планування та фінансування ремонтів важливо знати їх принципіальні відмінності, які полягають не тільки в об'ємах та характері робіт, але і в різних цілях.

Поточний ремонт попереджує передчасний знос конструкції. Із цього випливає, що він не змінює фізичного стану конструкції. Проведення заходів з приводу поточного ремонту як би має за мету консервацію конструкції в її проектному положенні. На перший погляд може здатися, що ці заходи не мають істотного значення для забезпечення нормативного строку служби конструкції. Але несвоєчасне проведення робіт з поточного ремонту може викликати значні додаткові витрати на капітальний ремонт.

На практиці немає чіткої відмінності між роботами, що робляться при виконанні поточного або капітального ремонту, але принципова відмінність полягає в меті, що переслідується тим або іншим ремонтом.

Часто до поточного ремонту відносяться незначні об'єми із заміни окремих конструкцій. Також до поточного ремонту відносяться також роботи з наладки інженерних систем та устаткування. Своєчасне проведення таких робіт забезпечує раціональне використання енергії та води, а також попереджає передчасний вихід з ладу всієї системи.

Поточний ремонт повинний проводитися в планово-попереджувальному порядку, в строки, що попереджують порушення нормальної роботи елементів конструкцій.

Важливе значення для забезпечення нормативних строків служби має проведення планово-попереджувальних капітальних ремонтів. Задачею цих ремонтів являється ліквідація фізичного та морального зносів конструкцій та інженерних систем будівлі. Забезпечення надійності будівлі в основному здійснюється за рахунок періодично здійснюваних планово-попереджувальних ремонтів.

Капітальний ремонт в свою чергу має за мету ліквідацію фізичного зносу конструкцій або інженерних систем. Для ліквідації морального зносу потрібні значні затрати та здійснення великих об'ємів робіт. Часто такі роботи пов'язані зі зміною призначення приміщень, перерозподілу навантажень, влаштуванням нових, раніше відсутніх інженерних систем або заміною матеріалу конструкцій. Такі роботи повинні виконуватися при реконструкції будівель та фінансування за рахунок коштів, що виділяються на нове будівництво.

Періодичність поточного та капітального ремонтів конструкцій та устаткування, потреба в наладці інженерних систем та устаткування і кінцевому рахунку обумовлена строком їх служби.

Експлуатаційні вимоги до будинків та споруд, їх конструкціям та устаткуванню.

Кожний будинок чи споруда повинні задовольняти експлуатаційним, технічним, економічним та архітектурно-художнім вимогам.

Функціонально будівля повинна як найбільш відповідати своєму призначенню, забезпечувати задані технологічні, санітарно-гігієнічні, економічні та інші умови її експлуатації на протязі нормативного строку служби. Такі вимоги забезпечуються на стадії проектування вибором відповідної кількості необхідних розмірів приміщень, устаткування, шляхів евакуації та транспорту, енергозабезпечення та інших систем та устаткування. Для забезпечення заданих експлуатаційних якостей необхідне правильне врахування природно-кліматичних умов, правильна орієнтація будівлі, відповідний розрахунок інженерних та санітарно-технічних пристроїв, устаткування засобами зв'язку, достатня освітленість, відповідний температурно-вологий режим і таке інше.

В технічному відношенні будівля та її елементи повинні відповідати вимогам міцності, стійкості, довговічності та вогнестійкості. Міцність та стійкість будівлі залежать від міцності та стійкості його конструкцій, надійності взаємного їх зв'язку, що забезпечує просторову жорсткість будівлі, а також залежить від надійності основи.

Довговічність будівлі забезпечується застосуванням для несучих та огорожувальних конструкцій морозо-, волого-, біо- та корозійностійких матеріалів або відповідним захистом недостатньо стійких матеріалів.

Протипожежні вимоги, що висуваються до будівель, встановлюють необхідний ступінь вогнестійкості самої будівлі, яка визначається групою запалювальності та межею вогнестійкості його основних несучих конструкцій та будівельних матеріалів в залежності від функціонального призначення.

Економічність будівлі вимірюється капітальними затратами, що були витрачені на будівництво, та сумою експлуатаційних затрат за нормативний строк служби будівлі.

5.2. Дефекти та пошкодження сталевих конструкцій і рекомендації з їхнього захисту

У процесі експлуатації кожна споруда є під впливом двох груп факторів: зовнішніх або природних і внутрішніх, зв'язаних з функціональним процесом, що відбувається усередині споруди. Природні фактори досить різноманітні. В промислових містах досить високий рівень забруднення атмосфери, що впливає на стан металевих конструкцій.

В атмосфері є пил і гази, що сприяють руйнуванню окремих елементів будинків. Забруднене повітря, особливо в сполученні з вологою, викликає передчасний знос, корозію або забруднення, розтріскування і руйнування, зниження міцності матеріалів.

Основними забруднювачами повітря є продукти згоряння різного палива. Продуктами згоряння палива є вуглекислий (C_2) і сірчистий (SO_2) гази. При розчиненні вуглекислого газу у воді утвориться вуглекислота. Джерелом сірчаноокислого газу є сірка. Сірчистий газ SO_2 під впливом сонячного світла й інших факторів досить швидко окисляється в ангідрид SO_3 і при з'єднанні з вологою переходить у сірчану кислоту H_2SO_4 , що досить агресивна до будівельних матеріалів.

Крім вуглекислоти і сарною кислоти в димах утворюються й інші шкідливі речовини: азотна і фосфорна кислоти, смолисті й інші речовини і незгорілі частки, що, потрапляючи на конструкції руйнують них.

Найбільш типовим для металевих конструкцій є кородування поверхонь під дією кислот. Корозія є сильним бичем металів. Принципова

схема протікання хімічної й електрохімічної корозії металу приведена на рис. 5.1.

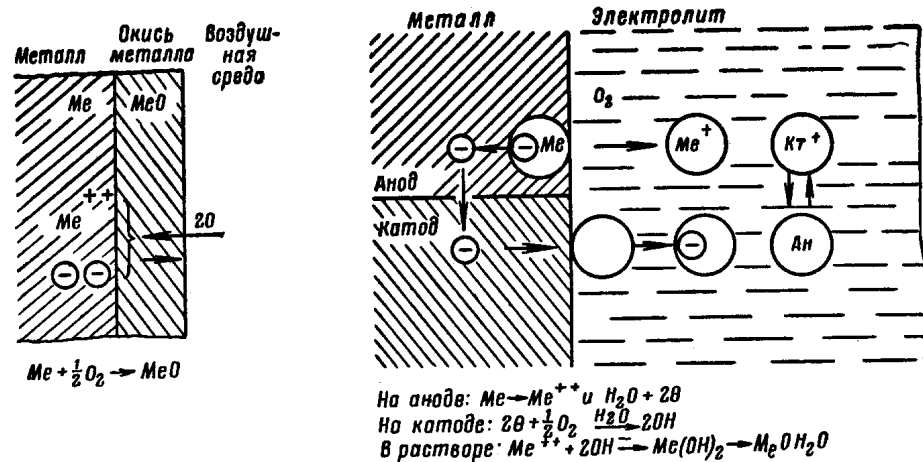


Рис.5.1. Принципова схема протікання хімічної й електрохімічної корозії металу

5.3. Захист металевих конструкцій від атмосферної корозії

Захист споруд від атмосферної корозії складається головним чином у підтримці в цілості захисних покриттів. Зниження інтенсивності корозії досягається також зниженням агресивної дії середовища, наприклад посиленою вентиляцією приміщень і т.п. Виявлення уражених корозією ділянок виробляється візуально. Показником початку корозії конструкцій служить початок руйнування захисного покриття, а саме:

1. просвічування ґрунтовки;
2. спучування і тріщини в покритті (захисних шарах);

Найбільше поширення одержали захисні покриття лакофарбові, металеві. Крім загальновідомих масляних ґрунтовок, пористих і тому проникних для кисню, використовуються антикорозійні ґрунтовки на основі фенольних смол, а також фосфатні та епоксидні ґрунтовки. Протикорозійні властивості ґрунтовок підсилюються введенням у них таких пігментів, що пасивують, як свинцевий сурик, цинковий пил і ін.

Для верхніх шарів захисного покриття застосовуються ПХВ емалі, емалі на основі сополімеру хлорвінілу з вінілінденхлоридом, епоксидні емалі. В умовах високої вологості застосовуються емалі на основі акрилової смоли.

Конструкції, пофарбовані з добавками інгібіторів, служать у 8 - 10 разів довше, ніж незабарвлені. Лакофарбове покриття складається з ряду шарів, які послідовно наносяться: ґрунтовки, шпаклівки, фарби і лаку (рис. 2). Якість перхлорвінілового покриття залежить від дотримання температурно-вологісного режиму при фарбуванні. Покриття ПХВ наносяться на будь-які будівельні конструкції - металеві, бетонні, цегельні й ін.

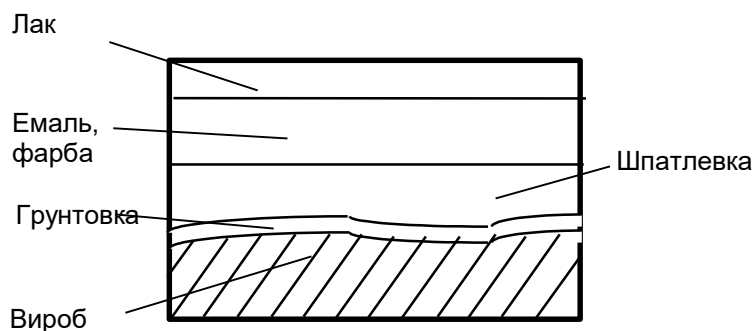


Рис. 5.2 Схема лакофарбового покриття металевих конструкцій

Однак конструкції повинні бути попередньо очищені та мати гладку поверхню. Вологість конструкції, що підлягає фарбуванню, не повинна перевищувати 6%. Фарбування перхлорвініловим складом виробляється в три етапи: спочатку наносяться три шари ґрунтовки ХГС або ВХГМ, потім два - три шари емалі ХСЭ-23 або ХСЭ-26м, нарешті, три шари лаку ХСЛ.

Для кращого контролю за фарбуванням для кожного шару застосовують матеріали різних кольорів.

Закінчене покриття повинне бути суцільним, рівним, без напливів і патьоків. Зчеплення його з поверхнею перевіряється взаємно перпендикулярними надрізами лезом до підстави, при цьому плівка покриття не повинна відшаровуватися і кришитися, товщина плівки перевіряється за допомогою електромагнітних щупів або товщиномерів.

Провадження робіт по нанесенню перхлорвінілових покриттів повинне вестися зі строгим дотриманням правил техніки безпеки.

Високоякісне очищення поверхні конструкцій перед нанесенням захисного покриття підвищують термін їхньої служби.

Очищення виробляється механічним, хімічним або термічним способами, за допомогою води або пари.

Механічне очищення здійснюється за допомогою електричного або пневматичного інструмента, піскоструминного апарата або обдирного апарата з гнучким валом і металевими щітками. При піскоструминному способі очищення оброблювана поверхня повинна бути сухою.

Хімічне очищення виробляється розчинами кислот, якщо поверхня, що очищається, раніше піддавалася дії кислот.

Після хімічного очищення конструкція піддається ретельному промиванню водою, краще під тиском, з використанням пожежних гідрантів. Невеликі ділянки очищати від фарби й олій краще ганчірками, змоченими в скипидарі, уайт-спириті, у бензині або в інших розчинниках.

При захисті металоконструкцій в ангарі передбачене очищення поверхні піскоструминним методом. Цей спосіб найбільш ефективний і дозволяє одержати добре очищену поверхню з рівномірною шорсткістю, що забезпечує найбільше зчеплення покриття і поверхні, і, отже, найбільший термін служби покриття. Як абразивний матеріал застосовується сталевий, висококремнистий пісок, крупністю 0.4 год 0.9 мм (розмір дробу N5 або N8). Для провадження робіт використовують піскоструминний апарат періодичної дії. Після очищення пісок і пил видаляють обдуванням чистим і сухим повітрям.

Не пізніше, ніж за 8 годин поверхню ґрунтують, тому що очищена поверхня дуже швидко піддається корозії.

Нанесення захисного шару покриття

Захист конструкцій в споруді передбачене лакофарбовими матеріалами. Нанесення лаку виробляється за допомогою установок безповітряного розпилення.

Попередньо наноситься шар ґрунтовки, а після його повного висихання кілька шарів захисного шару лаку.

Перед початком антикорозійних робіт, конструкції, що підлягають захистові, повинні бути прийняті у відповідності зі спеціальними вимогами. Ці вимоги регламентовані нормативами. Технічна документація на антикорозійний захист випускається частиною відповідно до ДСТУ "Антикорозійний захист будинків і споруд. Робочі креслення.". Перед початком антикорозійних робіт здійснюється приймання, на яку складається "Акт приймання". У прийнятих будівельних конструкціях перевіряють в основному ухили від проектних поверхонь, правильність розташування деформаційних швів, правильність конструкцій трапів, прямиків, наявність отбортовки монтажних прорізів і прорізів трубопроводів, правильність виконання зварювання і болтових з'єднань. При підготовці металевої поверхні необхідно виконувати вимоги до якості підготовки поверхні викладені в ДСТУ ISO 12944-4:2015 та ДСТУ-Н Б В.2.6-186:2013.

Крім шкідливого впливу кислот на металеві конструкції вони можуть бути ушкоджені в результаті перевантаження конструкцій.

У наслідку експлуатації підвісних кранів можуть виникати не передбачені динамічні навантаження. Це можливо в наслідку не правильної експлуатації кранів, їхнього перевантаження, різкої зупинки або зриву вантажу. Вони те і можуть стати причиною виникнення дефектів металевих конструкцій.

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1. Небезпечні та шкідливі чинники, що діють на будівництві об'єкта виставкового центру в м. Харків

Під будівництві виставкового павільйону у відповідності до ДСТ 12.0.003-74*. ССБТ. Небезпечні і шкідливі виробничі фактори на робітників діють наступні чинники:

- Рухомі машини та механізми;
- Підвищена напруга електричного поля;
- Підвищений рівень шуму на робочому місці;
- Підвищена чи понижена рухливість повітря;
- Недостатня освітленість робочої зони;

1. Рухомі машини та механізми (ДБН А.3.1596). Підчас будівництва неможливе використання автоматизованої техніки, автомобілів, механізмів, з ними відбувається постійний контакт (техніка, крани, спеціалізовані автомобілі, обладнання); Джерело – віброхобот для укладання бетонної суміші.

2. Будуть вестися роботи в темний час доби з машинами, які мають електропривід, і існує небезпека ураження електричним струмом (ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення.)

3. Працюючі піддаються дії шуму від робочого обладнання, вітру, ударів молотків тощо. Гранично допустимий рівень шуму - 85дБ (ДСН 3.3.6.037-99). Реальне значення 90 дБ.

4. Підвищена або знижена рухомість повітря (ДСТУ-Н Б А.3.2-1: 2007). Джерело – протяги, які виникають на великих неогороджених ділянках. Нормативне значення (для теплої пори року) 0,4 м/с. Реальне значення 0,6 м/с.

5. Недостатня освітленість робочої зони (ДБН В.2.5.28-2018; ГОСТ 12.1.046-93). Причина – виконання робіт у темну пору доби. Нормативне значення – 30 лк, реальне значення – 5 лк.

9.2. Технічні та організаційні заходи для зменшення рівня впливу небезпечних та шкідливих виробничих чинників

Розрахунок одиночного стрижньового блискавковідводу

Розрахунок висоти одиночного стрижньового блискавковідводу для захисту будинку радіусом $r_x = 21$ м і заввишки $h_x = 13,2$ м. Зона захисту блискавковідводу на рівні землі визначається довкруги радіусом r_0 , а на висоті h_x об'єму, що захищається, – довкруги радіусом r_x . Вершина конуса h_0 знаходиться нижче за висоту блискавковідводу h . Габаритні розміри зони захисту одиночного блискавковідводу визначаються по формулах:

$$r_0 = 1,5h - 1,63h_x;$$

$$h = \frac{r_x + 1,63h_x}{1,5};$$

де h – висота блискавковідводу;

$$h = \frac{r_x + 1,63h_x}{1,5} = \frac{21 + 1,63 \cdot 13,2}{1,5} = 25,7 \text{ м.}$$

Конструкція блискавковідводу включає: опори блискавковідводу, блискавкоприймачі, струмовідводи і заземлювачі. Залежно від необхідної висоти, опори блискавковідводу, що стоять окремо, можуть бути виконані із сталі у вигляді стійок, з труб одного діаметра, із залізобетонних колон або дерева. Там де можливо, як опори для кріплення струмоведучих частин блискавковідводу повинні використовуватися конструкції самих споруд, що захищаються. Блискавкоприймачі стрижньових блискавковідводу виготовляють із сталевих стрижнів. Мінімальна площа перетину блискавкоприймача повинна бути не менше 100 мм^2 . Для пристрою струмовідводу можна використовувати сталь будь-якого профілю з перетином не менше 35 мм^2 , а так само металеві конструкції споруд, що

захищаються, колони, ферми, рами, пожежні сходи, стінки резервуарів, арматура залізобетонних елементів і ін. Заземлювачі по розташуванню в ґрунті і формі електродів підрозділяються на: а) поглиблені, стрижньові (вертикальні) у вигляді сталевих труб, стрижнів або кутів, що забиваються в землю; б) поверхневі, смугові (горизонтальні), у вигляді сталевих смуг, кутів, що укладаються у верхніх шарах ґрунту; в) комбіновані виконувані в комбінації з перших двох.

Для заземлювачів блискавковідводу важливою характеристикою є значення опору розтіканню струму блискавки R_u (імпульсний опір заземлювача). Його величина може істотно відрізнятись від опору розтіканню струму промислової частоти R_n . Ці опори зв'язані співвідношенням:

$R_u = R_n * \alpha_u$, де α_u - імпульсний коефіцієнт, залежний від питомого опору ґрунту.

До початку роботи із застосуванням машин керівник робіт визначає схему руху і місце встановлення машин, місця і способи занулення (заземлення) машин, що мають електропривід, вказує способи взаємодії та сигналізації з робочим-сигнальником, що обслуговує машину, визначає місце знаходження сигнальника. В зоні роботи машини встановлюються знаки безпеки і попереджуючі надписи. Межі небезпечних зон поблизу рухомих частин і робочих органів машин визначаються відстанню в межах 5м; швидкість руху автотранспорту поблизу місць ведення робіт не повинна перевищувати 10-15км/год на прямих ділянках і 5км/год на поворотах.

Усі вказані норми передбачені при розробці будгенплану (рух автомашин на території будмайданчика обмежений 5км/год, огорожа крану знаходиться на відстані 5,75м від осі крану).

Всі струмоведучі частини необхідно робити недоступними для випадкового торкання, або застосовувати малу напругу (42В). Дроти повітряної лінії розмішують на висоті не менше 4,5м, а в місцях проїзду

автотранспорту - не менше 6м. Всі металеві частини електрообладнання повинні бути заземлені.

При виконанні робіт металеві частини електрообладнання будуть заземлені, а дроти повітряних ліній розміщені на належній висоті.

При монтажі риштувань каркас сходової клітки для підйому на риштування людей прибудовують до основного каркасу і монтують із шести додаткових стояків. Сходові марші забезпечують між основними ярусами через 2м. Для зв'язку з проміжними ярусами риштувань, тобто на висоті 1м служать приставні металеві сходи.

Вимоги до встановлення риштувань передбачені та будуть взяті на контроль.

Для створення нормальних умов праці необхідно слідкувати за рівнем шуму. Гранично допустимий рівень шуму - 85дБ. Вібраційні та інші установки повинні періодично проходити контроль на шумові характеристики і не перевищувати встановлені стандартами. Для послаблення шуму від машин на них встановлюють кожухи. Для індивідуального захисту працюючих від шуму застосовують протишумові навушники, проти шумні каски.

Рівень шуму становить 90дБ, планується застосування протишумових навушників.

Не допускається виконання робіт під час ожеледиці, туману, який виключає видимість в межах фронту робіт, грози і сильного вітру. Оптимальна вологість повітря робочої зони бетонувальника-монтажника становить 40-60%, верхня межа – 75%, оптимальна швидкість вітру 0,3м/с, верхня межа – 0,5м/с.

Передбачено, що бетонувальні роботи при швидкості вітру 0,5м/с і вище, при вологості повітря 75% і вище виконуватися не будуть.

Для ділянок робіт передбачене рівномірне освітлення. При цьому освітленість повинна бути не менше 2лм. Коли недостатньо природного

світла, і для освітлення в ті години доби, коли природне світло відсутнє, передбачається штучне електричне освітлення.

Передбачається встановлення переносних світильників і ламп накаливання, які даватимуть освітлення 2,2лм.

9.3. Інструкція з охорони праці для монтажника

1. Загальні вимоги безпеки

1. Працівники не молодші 18 років, ті, що пройшли відповідну підготовку, що мають II групу по електробезпеці і професійні навички для роботи електрозварника, перед допуском до самостійної роботи повинні пройти:

а) обов'язкові попередні (під час вступу на роботу) і періодичні (протягом трудової діяльності) медичні огляди (обстеження) для визнання придатними до виконання робіт;

б) навчання безпечним методам і прийомам виконання робіт, інструктаж по охороні праці, стажування на робочому місці і перевірку знань вимог охорони праці.

2. Електрозварники зобов'язані дотримувати вимоги безпеки праці для забезпечення захисту від дії небезпечних і шкідливих виробничих чинників, пов'язаних з характером роботи:

а) підвищена напруга в електричному ланцюзі, замикання якого може пройти через тіло людини;

б) розташування робочого місця на значній висоті відносно землі (підлоги);

в) шкідливі речовини;

г) гострі кромки, шорсткості на поверхні заготовок;

д) підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони.

3. Для захисту від механічних дій електрозварники зобов'язані використовувати ту, що надається працедавцями безкоштовно: костюми

брезентові або костюми для зварювача, черевики шкіряні, рукавиці брезентові. На роботах по зварці шинопровода: костюми бавовняні з вогнезахисним просоченням, черевики шкіряні, рукавиці брезентові. У зимову пору року костюми на утеплюючій прокладці і валянки.

4. При знаходженні на території будмайданчика електрозварники повинні носити захисні каски.

5. Знаходячись на території будівельного (виробничої) майданчика, у виробничих і побутових приміщеннях, ділянках робіт і робочих місцях електрозварники зобов'язані виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку, прийняті в даній організації.

6. Допуск сторонніх осіб, а також працівників в нетверезому стані на вказані місця забороняється.

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

1. Перед початком роботи електрозварники зобов'язані:

а) пред'явити керівнику робіт посвідчення про перевірку знань безпечних методів робіт;

б) надіти каску, спецодяг, спецвзуття встановленого зразка;

в) одержати завдання на виконання роботи у бригадира або керівника.

2. Після отримання завдання у бригадира або керівника робіт електрозварники зобов'язані:

а) підготувати необхідні засоби індивідуального захисту (при виконанні стельової зварки - азбестові або брезентові нарукавники; при роботі лежачи теплі підстилки; при виробництві робіт у вологих приміщеннях - діелектричні рукавички, калоші або килимки; при зварці або різанні кольорових металів і сплавів - шланговий протигаз);

б) перевірити робоче місце і підходи до нього на відповідність вимогам безпеки;

в) підготувати інструмент, устаткування і технологічне оснащення, необхідні при виконанні робіт, перевірити їх справність і відповідність

вимогам безпеки;

г) у разі виробництва зварювальних робіт в закритих приміщеннях або на території діючого підприємства перевірити виконання вимог пожежовибухобезпеки і вентиляції в зоні роботи.

3. Електрозварники не повинні приступати до роботи при наступних порушеннях вимог безпеки:

а) відсутності або несправності захисного щитка, зварювальних дротів, електротримача, а також засобів індивідуального захисту;

б) відсутності або несправності заземлення корпусу зварювального трансформатора, вторинної обмотки, зварюваної деталі і кожуха рубильника;

в) недостатньої освітленості робочих місць і підходів до них;

г) відсутності огорож робочих місць, розташованих на висоті 1,3 м і більш, і обладнаних систем доступу до них;

4. Знайдені несправності і порушення вимог безпеки повинні бути усунені власними силами до початку робіт, а при неможливості зробити це електрозварники зобов'язані повідомити про них бригадира або керівника робіт.

3. Вимоги безпеки під час роботи

1. Електрозварники зобов'язані виконувати роботи при дотриманні наступних вимог безпеки:

а) місце виробництва робіт, а також розташовані нижче місця повинні бути звільнені від горючих матеріалів в радіусі не менше 5 м, а від вибухонебезпечних матеріалів і установок - 10 м;

б) при виробництві робіт електрозварювань поза приміщеннями (під час дощу або снігопаду) над робочим місцем зварювача і місцем знаходження зварювального апарату повинен бути встановлений навіс;

в) роботи електрозварювань на висоті повинні виконуватися з лісів або підмостей з огорожами. Забороняється проводити роботи з приставних драбин;

г) зварка повинна здійснюватися із застосуванням двох дротів, один з яких приєднується до електротримача, а інший (зворотний) - до зварюваної деталі. Забороняється використовувати як зворотний дріт мережі заземлення металеві конструкції будівель, технологічне устаткування, труби санітарно-технічних мереж (водопровід, газопровід і т.п.);

д) зварювальні дроти повинні з'єднуватися способом гарячого паяння, зварки або за допомогою сполучних муфт з ізолюючою оболонкою. Місця з'єднань повинні бути заізольовані; з'єднання зварювальних дротів методом скручування не допускається;

е) зварювальні дроти повинні прокладати так, щоб їх не могли пошкодити машини і механізми. Забороняється прокладка дротів поряд з газозварочними шлангами і трубопроводами, відстань між зварювальним дротом і трубопроводом кисню повинна бути не менше 0,5 м, а трубопроводом ацетилену і інших горючих газів - 1 м.

2. Перед зваркою електрозварник повинен переконатися, що кромки зварюваного виробу і прилегла до них зона (20-30 мм) очищені від іржі, шлаку і т.п. При очищенні необхідно користуватися захисними окулярами.

3. Зварювані деталі до початку зварки повинні бути надійно закріплені. При різанні елементів конструкцій електрозварник зобов'язаний застосовувати заходи проти випадкового падіння відрізуваних елементів.

4. Місткості, в яких знаходилися горючі рідини або кислоти, до початку робіт електрозварювань повинні бути очищені, промиті, просушені з метою усунення небезпечної концентрації шкідливих речовин.

5. Забороняється виробляти зварку на ємкостях, що знаходяться під тиском. Зварку (різання) свіжопофарбованих конструкцій і деталей слід виробляти тільки після повного висихання фарби.

6. При виконанні робіт електрозварювань в закритих ємкостях або порожнинах конструкцій електрозварник зобов'язаний дотримувати наступні

вимоги безпеки:

а) робоче місце повинне бути забезпечене витяжною вентиляцією, а в особливих випадках зварку слід виробляти в шланговому протигазі;

б) застосовувати освітлення напругою не вище 12 В, встановлюючи трансформатор поза місткістю;

в) роботи необхідно здійснювати із застосуванням запобіжного поясу з кріпленням його до мотузка, інший кінець якого повинен тримати страхуючий зовні місткості;

г) апарат електрозварювання повинен мати електроблокування, що забезпечує автоматичне відключення напруги холостого ходу або обмеження його до напруги 12 В з витримкою часу не більш 0,5 с;

д) електрозварник при роботі повинен користуватися діелектричними рукавичками, калошами, килимком, а також ізолюючим шоломом.

7. При роботі в одному місці декількох електрозварників їх робочі місця необхідно захищати світлонепроникними щитами з матеріалу, що не згорає.

8. Забороняється одночасна робота електрозварника і газозварника (газорізальника) усередині закритої ємкості або резервуару.

9. Під час перерв в роботі електрозварнику забороняється залишати на робочому місці електроінструмент, що знаходиться під напругою, зварювальний апарат необхідно відключати, а електродотримувач закріплювати на спеціальній підставці або підвісці. Підключення і відключення зварювальних апаратів, а також їх ремонт повинні здійснюватися спеціальним персоналом через індивідуальний рубильник.

10. При виконанні робіт на діючих об'єктах зі встановленим режимом проведення пожежних робіт електрозварник зобов'язаний виконувати додаткові вимоги інструкцій.

4. Вимоги безпеки після закінчення роботи

Після закінчення роботи електрозварник зобов'язаний:

- а) відключити апарат електрозварювання;
- б) привести в порядок робоче місце, зібрати інструмент, змотати в бухти зварювальні дроти і прибрати у відведені для їх зберігання місця;
- в) переконатися у відсутності вогнищ загоряння, при їх наявності залити водою;
- г) про всі порушення вимог безпеки, що мали місце в процесі виконання роботи, повідомити бригадира або керівника робіт;
- д) переконатися у відсутності вогнищ загоряння; при їх наявності - залити водою;
- е) про всі порушення вимог безпеки, що мали місце в процесі роботи, повідомити бригадира або керівника.

5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

1. У разі виникнення аварії, пожежі або нещасного випадку працівники повинні: негайно припинити роботу; сповістити керівника робіт або роботодавця; вжити (по можливості) заходи усунення небезпеки, що виникла; у разі нещасного випадку надати необхідну допомогу потерпілому; у всіх нещасних випадках викликати лікаря або відвезти постраждалих до лікарні.

2. У разі різкої зміни кліматичних умов або інших причин, які змінюють умови виконання робіт, роботу слід припинити. Працівників та обладнання і матеріали слід спустити з висоти.

3. У разі незадовільного почуття працівника керівник робіт повинен відсторонити його від роботи, і якщо працівник, який відчуває себе незадовільно, перебуває на висоті, керівнику робіт слід ужити заходів з евакуації його з висоти та викликати швидку медичну допомогу.

4. Під час розслідування нещасних випадків і аварій слід виконувати вимоги Положення про порядок розслідування та ведення обліку нещасних випадків.

7. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

7.1. Аналіз проблем підвищення енергоефективності будівель.

Рішенню проблеми підвищення енергоефективності приділяється багато уваги в європейських країнах, США, Канаді, однак питання вивчення впливу показників теплової надійності огорожувальних конструкцій на енергоефективність будинків потребує подальшого розвитку.

Будівельна галузь є затратною в енергетичному відношенні галуззю національної економіки і суттєво впливає на формування показників енергоємності валового національного продукту та конкурентоспроможність вітчизняних товарів на світових ринках.

Зниження енерговитрат на експлуатацію будівель розглядається, як за показниками енергетичного стану держави, так і за екологічними параметрами оточуючого середовища по викидам продуктів споживання палива. В умовах ринкової економіки держава може впливати на суб'єкти господарювання шляхом встановлення необхідних вимог безпеки до продукції, що пропонується. Пріоритетом розвинутої держави є енергетична безпека, тому вимоги до енергетичних характеристик будинків є обов'язковою складовою системи загальної безпеки будівельних об'єктів в країні. Необхідність зниження енерговитрат на експлуатацію будинків збіглась в часі із зростанням вимог користувачів до якості умов експлуатації будинків і, відповідно, рівня забезпеченості комфортних тепловологісних параметрів в приміщеннях житлових та громадських будинків.

Технологічне енергозбереження в існуючому фонду вітчизняних будинків за рахунок зниження потужності системи опалення приводить до дискомфортних теплових умов експлуатації що негативно впливає як на мешканців, так і на конструкції будинків внаслідок зниження їх довговічності. Тому слід вирішувати не проблему енергозбереження, а забезпечення енергоефективності та теплової надійності будівельних об'єктів. В основу визначення принципів підвищення енергоефективності будинків покладений системний підхід, коли будинок розглядається як

єдиний енергетичний комплекс, що складається з взаємопов'язаних збірних систем, які в сукупності визначають експлуатаційні властивості будівельної споруди. Визначальне місце в енергетичній ієрархії цього комплексу займає теплоізоляційна оболонка будинку, як збірна система, що складається з несучих та теплоізоляційних конструкцій, комплектів та виробів, від теплофізичних властивостей якої залежить рівень забезпеченості комфортних умов в приміщеннях будинку та енергетичні витрати на встановлення цих умов. Створення несучих та теплоізоляційних систем будинку також потребує відповідних енергетичних витрат, що обумовлює необхідність їх оптимізації для всього життєвого циклу будинку.

За останнє десятиріччя значно змінилася номенклатура огорожувальних конструкцій, що застосовуються при новому будівництві та реконструкції. Принципово нові технічні рішення теплоізоляції будинків і споруд обумовили необхідність суттєвого реформування нормативної бази з правил проектування та оцінювання, що здійснено на підставі системних досліджень енергетичних параметрів сучасних конструктивних рішень будинків та аналізу їх теплової надійності.

Економія паливно-енергетичних ресурсів, підвищення ефективності теплового захисту будівель, впровадження енергоефективних технологій і матеріалів є пріоритетним напрямом в розвитку як української, так і світової економіки. Ця загальносвітова тенденція отримала розвиток в державних програмах по ефективному використанню енергії в житлових і нежитлових будівлях. В багатьох країнах суттєво знизили енергоспоживання в будівельному комплексі, навіть на фоні зростання житлових площ.

Втрати тепла в житлових і адміністративних будівлях українських міст перевищують європейські норми в 3 і більше разів. Застаріле котельне устаткування, високі втрати тепла і теплоносіїв в магістралях, в житлових будинках - в сумі це дає ККД теплогенеруючих системи ТКЕ на рівні 20-30%.

7.2. Екологічні наслідки низької енергоефективності житла

Наслідками низької енергоефективності житла може бути теплове забруднення навколишнього середовища, яке характеризується впливом тепла на повітря і воду. Воно може бути негативним, коли підвищується теплові градієнти температур. Такі коливання спричиняють енергетичні зміни процесів в атмосфері і гідросфері. Воно може впливати на земну кору і в цілому негативно впливати на життя людей. Основними джерелами цього забруднення є газопроводи, які йдуть від промислових комплексів, а також теплотраси і різні збірні колектори. Чим суворіше зима, тим більше витрат на обігрів приміщень. А чим гірше теплоізоляція будинку, тим більше енергії треба витратити на його обігрів. Високе споживання енергії є великим навантаженням не лише для гаманця, але і для довкілля. Вже давно встановлено, що надмірні викиди в атмосферу CO₂, що утворюється при спалюванні палива різних видів викликають небезпечний для нас тепличний ефект. Від загальної кількості двоокису вуглецю, що викидається в повітря, близько 30-35% є результатом опалювання приміщень.

На гідросферу теплове забруднення впливає шляхом підвищення температури води, в результаті чого зменшується розчинність кисню і знижується активність біоценозу системи вод. До того ж багато живих організмів дуже чутливі до різних змін температурного фону.

В результаті урбанізації багатьох території сформувалася «теплова шапка», яка має куполоподібний вигляд. Основними джерелами цього виду забруднення пов'язані з викидами в атмосферу повітря, нагрітого до великих температур. Також викиди в водоприймачів гарячих стічних вод згубно впливають на гідросферу. Серйозність теплового забруднення пов'язана з появою парникового ефекту. Розглядаючи результати парникового ефекту, можна визначити, що основною з них – це кліматичні зміни. Оскільки щороку зростає температура повітря, води морів і океанів інтенсивніше випаровуються. Деякі вчені прогнозують, що через 200 років стане помітним таке явище, як «висихання» океанів, а саме значне пониження рівня води. Це

одна сторона проблеми. Інша ж полягає в тому, що підвищення температури призводить до танення льодовиків, що сприяє підвищенню рівня вод Світового океану, і призводить до затоплення берегів континентів і островів. Збільшення кількості потопів і затоплення прибережних районів свідчить про те, що рівень океанічних вод з кожним роком збільшується.

Підвищення температури повітря призводить до того, що території, які мало звожуються атмосферними опадами, стають посушливими і непридатними для життя. Тут гинуть врожаї, що призводить до продовольчої кризи населення даної місцевості. Також тваринам не знаходиться прожитку, оскільки через нестачу води вимирають рослини. Багато людей вже звикли до погодно-кліматичних умов протягом свого життя. Оскільки підвищується температура повітря через парникового ефекту на планеті настає глобальне потепління. Люди не витримає високих температур. Наприклад, якщо раніше середня річна температура була +22-+27, то підвищення до +35-+38 призводить до сонячним і тепловим ударами, зневоднення і проблем з серцево-судинною системою, велика небезпека виникнення інсульту.

Тепломагістралі в структурі ТКЕ - а це більше 24 000 км - переважно в аварійному стані. Втрати тепла в них досягають 30-50%, а втрати теплоносія перевищують норми в тисячі разів. Більше 28% труб в тепломережах країни експлуатуються понад 25 років, 43% - більше 15 років, і лише в 29% тепломереж термін експлуатації не перевищує 10 років. Теплоносій який підігрівається в наших котельних, втрачає свою температуру на шляху дотримання до споживача, і до квартир українців доходить лише залишок тепла. Тому виникає потреба в заощадливому ставленні до природних ресурсів, а саме до корисних копалин та їх раціонального використання. Саме енергозберігаючі рішення для житлових будівель та споруд можуть частково вирішити цю проблему.

7.3. Енергозберігаючі рішення для житлових будівель

7.3.1. Системи автономного опалення будівель

Наприкінці 2005 р. наказ Міністерства ЖКГ № 4 від 22.11.05 дав поштовх розвитку ринку автономного опалювання. Оскільки високотехнологічні котли, що встановлюються при автономному опалюванні, досить економічні, і їх ККД може досягати 98%, можна з упевненістю стверджувати, що об'єм споживання природного газу в цілому по країні зменшиться. Це підтверджується навіть тим, що при автономному опалюванні, в порівнянні з централізованим, виключаються втрати тепла при його виробництві і транспортуванні. Зменшення споживання природного газу робить позитивний вплив на стан екології і економіки усієї країни.

Автономне поквартирне опалювання з'явилося в Україні не більше ніж 10 років тому. У Європі ж автономне опалювання існує ще з 1960 року. Практично усі країни Європи використовують автономне опалювання нарівні з традиційним, централізованим опалюванням. А такі країни як Великобританія, Німеччина, Італія, Іспанія, Франція автономне поквартирне опалювання використовують як основний спосіб постачання тепла жителям своїх міст. Високі технології, які реалізовані в настінних газових котлах, відповідають найвищим вимогам економічності, екологічності і безпеці.

Котли мають бути обладнані пристроями пальників з автоматикою безпеки, яка припиняє подачу палива у випадках спрацьовування захисних пристроїв, передбачених правилами безпеки, такі як:

–газоаналізатор димових газів - це багатокомпонентний переносний вимірювальний прилад. Газоаналізатор призначений для наладки котлів і печей, для аудиту шкідливих викидів. Дозволяє вимірювати концентрацію п'яти газів одночасно, кисню O_2 , оксиду вуглецю CO оксиду азоту NO , діоксиду азоту NO_2 , діоксиду сірки SO_2 , а також температури газів, що відходять, тиску-розрідження в димарі. Робить розрахунки CO_2 , надлишку повітря, втрат при спалюванні, тобто ККД горіння;

– матеріали, що використовують при виготовленні котлів, мають бути з

числа дозволених санітарно-епідеміологічною службою;

- рівень звуку в контрольних точках під час роботи котлів, обладнаних насосами для циркуляції води не повинен перевищувати 80 дБА;
- концентрації оксиду вуглецю і оксидів азоту в сухих нерозбавлених продуктах згорання не повинен перевищувати регламентованих значень;
- котли оснащені електроустаткуванням повинні відповідати вимогам електробезпеки.

Для управління температурою опалювальних котлів призначений автоматичний цифровий регулятор температури. Автоматичний цифровий регулятор температури з двома цифровими датчиками температури електродним водонагрівачем і системою опалювання утворюють замкнуту динамічну систему автоматичного регулювання.

Автоматичні регулятори температури в сучасній системі опалювання - одна з найважливіших складових. За допомогою автоматичних регуляторів температури не лише створюються найбільш комфортні умови, але і економія гроші, скорочується витрату палива, а також подовжує життя котла. Існує досить багато різних систем автоматичного управління опалювальним устаткуванням. У котлі зазвичай вже вбудований котловий термостат, за допомогою якого можна регулювати температуру теплоносія. Крім того до котлів можна підключити кімнатний або вуличний термостат, а також програматори.

Кімнатний термостат дозволяє підтримувати задану температуру в приміщенні. Поки температура нижче встановленої на термостаті, котел працює. Як тільки приміщення прогрілося до необхідної температури, котел відключається. Коли температура впаде, котел автоматично включиться знову.

Окрім кімнатних термостатів існують складніші пристрої-програматори, які можуть підтримувати температуру в приміщенні по заздалегідь заданому графіку. Наприклад, впродовж робочого дня будинку нікого немає і витрачати паливо на прогрівання приміщення до 20 градусів

немає сенсу. В цьому випадку на програматорі можна встановити знижену температуру (наприклад, 10-15 градусів) з 8.00 до 18.00, а перед приходом з роботи – 20°C. Таким чином за допомогою термостатів і програматорів забезпечується не лише комфортна температура, але й маємо економію пального. Вуличний термостат (датчик температури зовнішнього повітря) видає котлу інформацію про температуру за межами приміщення (це найактуальніше для моделей з декількома рівнями потужності). По сигналу з вуличного термостата котел перемикається на ступінь потужності, що відповідає зовнішнім умовам що дозволяє раціонально використовувати паливо і забезпечує найбільш комфортне регулювання температури усередині приміщення.

Треба окремо виділити прилади обліку природного газу. Побутові лічильники газу призначені для виміру об'єму газу, що витрачається індивідуальними споживачами, і його комерційного обліку. Побутові газові лічильники підлягають обов'язковій періодичній перевірці після витікання міжперевірочного інтервалу який складає п'ять або вісім років. Перевірка побутового газового лічильника - визначення його погрішності виміру і придатності до експлуатації. Установка лічильників природного газу приведе до зниження перевитрати природного газу в порівнянні з нормативним.

Для опалювання приміщень житлових будинків заввишки до 10-ти поверхів включно допускається передбачати газові каміни, конвектори калорифери і інші типи опалювального газового устаткування заводського виготовлення з відведенням продуктів згорання через зовнішню стіну будівлі (за схемою, передбаченою заводом-виробником). При цьому подачу газу до газового устаткування встановленому в приміщенні житлового будинку (у тому числі і розташованих в нім громадських установах) слід передбачати самостійними відгалуженнями, на яких в місці приєднання до газопроводу повинні встановлюватися поза приміщенням де встановлено газове устаткування, пристрої, що вимикають. З'єднання труб, що прокладаються в

(службових) житлах, слід робити зварними, різьбові з'єднання допускаються тільки в місцях підключення газопроводу до опалювального газового устаткування і установки пристрою, що вимикає.

7.3.2. Утеплення огорожуючих конструкцій будівель

Виконання постулату одночасної турботи про зменшення витрата природного газу і довкілля є можливою. Для цього необхідно виконати утеплення фасадів.

Переваги утеплення фасадів:

- значне зниження витрат на опалювання і кондиціонування до 60%;
- усунення промерзання стін і запобігання появі чорної плісняви і грибків усередині приміщення;
- продовження терміну служби фасаду, довговічності несучих стін;
- додаткова звукоізоляція;
- простота в ремонті і обслуговуванні поверхні;
- велике поле діяльності для архітектурних рішень: карнизи, русти, колони, ліпнина.;
- естетичний і престижний вигляд будівлі;
- нешкідливі матеріали для здоров'я людини.

Завдяки впровадженню енергозберігаючих заходів та сучасних технологій в Україні вдається заощадити паливно-енергетичні ресурси. Пріоритетними енергозберігаючими технологіями в нашій країні визначені модернізація компресорних станцій шляхом установки нових газотурбінних агрегатів, впровадження технології на компресорних станціях, впровадження комп'ютерної системи оптимізації роботи компресорних станцій газотранспортної системи України з метою мінімізації витрати паливного газу.

Висновки

Зменшення споживання енергії в усіх сферах нашого життя дає змогу не тільки заощадити витрату палива, але і значно поліпшити екологію

навколишнього середовища. Створення енергозберігаючих технологій при виготовленні будівельних матеріалів та конструктивних елементів будинків і зменшення споживання енергії в процесі експлуатації будинків може дати суттєву економію відносно загального споживання енергії.

Часткова або повна децентралізація систем теплопостачання житлових будинків, а саме застосування квартальних котельних, котельних на групу будинків та на окремі будинки, індивідуального по квартирному опалення суттєво зменшує втрати тепла, та в цілому підвищує ККД та дозволяє економити теплоносії на опалення. В комплексі з застосуванням систем утеплення фасадів, стель, полів, встановлення вікон з підвищеним опором теплопередачі, встановлення у квартирних системах опалення автоматичних регуляторів теплового потоку, дає ще більшу економію теплоносіїв.

Таким чином це один із шляхів зменшення питомих об'ємів викидів парникових газів, а зрештою - поліпшення енергетичної і економічної ефективності роботи житлово-комунального господарства усієї країни.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.2-15-2005. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення : на зміну СНиП 2.08.01-89 та ДБН 79-92: чинний з 2006-01-01. – К. : Мінбуд. України, 2006. – 65 с.
2. ДБН В.2.2-9-2009. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення : на зміну ДБН В.2.2-9-99 : чинний з 2009-07-01. – К. : Укрархбудінформ, 2009. – 47 с.
3. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель : на зміну СНиП II-3-79 : чинний з 2007-04-01. – К. : Мінбуд. України, 2006. – 65 с.
4. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель. Зміна №1 [Текст] // Інформаційний бюлетень МРУ. – № 5. – 2013. – С. 3–11.
5. ДСТУ-Н Б В.2.6-87:2009. Конструкції будинків і споруд. Настанова з проектування конструкцій будинків із застосуванням сталевих тонкостінних профілів : чинний з 2010-08-01. – К. : Мінрегіонбуд України, 2010. – 55 с.
6. ДБН В.1.1-7-2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва : на зміну СНиП 2.01.02-85 :чинний з 2003-05-01. – К. : Держбуд України.– 2003. – 43 с.
7. ДБН В.1.2.-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи : чинний з 2007-01-01. – К. : Мінбуд України, 2006. – 56 с.
8. Конструирование зданий и сооружений. Легкие стальные тонкостенные конструкции. / Н. И. Ватин, Е. Н. Жмарин, В. Г. Куражова, К. Ю. Усанова. – СПб. : Изд-во Политехн. Ун-та, 2012. – 266 с.
9. LaBoube R. Frequently Asked Questions Regarding Cold-Formed Steel / R. LaBoube // Structure Magazine. – 2007 – №71. – P. 26–27.

10. Veljkovic M. Light steel framing for residential buildings / M. Veljkovic, B. Johansson // *Thin-Walled Structures*. – 2006. – №44. – P. 1272–1279.
11. Dubina D. Structural analysis and design assisted by testing of cold-formed steel structures / D. Dubina // *Thin-Walled Structures*. – 2008. – №46. – P. 741–764.
12. Ватин Н. И. Термопрофиль в легких стальных строительных конструкциях / Н. И. Ватин, Е. Н. Попова. – СПб. : СПбГПУ, 2006. – 63 с.
13. Вплив перфорації легких сталевих тонкостінних профілів на теплофізичні характеристики огорожувальних конструкцій / В. В. Чернявський, В. О. Семко, О. І. Юрін, Д. А. Прохоренко // *Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво)*. – Випуск 1(29). – Полтава : ПолтНТУ. – 2011. – С. 194–199.
14. ДСТУ Б В.2.6-101:2010. Методи визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій. – К. : Мінбуд. України, 2010. – 84 с.
15. Розпорядження Кабінету Міністрів України №1228-р від 25.11.2015 «Про Національний план дій з енергоефективності на період до 2020 року» [Електронний ресурс].
16. Фаренюк Г. Г. Методологічні аспекти забезпечення енергоефективності та теплової надійності будинків / Г. Г. Фаренюк // *Строительство, материаловедение, машиностроение : сб. науч. тр.* – Вып. 50, – Днепропетровск : ГВУЗ ПГАСА, 2009. – С. 593–597.
17. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій : монографія / Г. Г. Фаренюк. – Київ : Гама-Принт. – 2009. – 216 с.
18. Методика визначення ймовірності теплової відмови огорожувальних конструкцій із сталевих холодноформованих елементів за

теплотехнічними показниками / В. О. Семко // Строительство, материаловедение, машиностроение : сб. науч. тр. – Днепр : ПГАСА, 2016. – Вып. 91. – С. 140–147.

19. Температурні впливи на огорожувальні конструкції будівель / В. А. Пашинський, Н. В. Пушкар, А. М. Карюк. – Одеса : ОДАБА, 2012. – 180 с.

20. Теплотехнічні властивості огорожувальних конструкцій із замкнутими повітряними прошарками : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.01 / Гирман Лілія Віталіївна. – Полтава, 2011. – 172 с. – Бібліогр. : с. 143–154.

21. Пічугін С. Ф. Імовірність теплової відмови огорожувальних конструкцій із сталевих холодноформованих елементів за критерієм зниження локальних значень температур / С. Ф. Пічугін, В. О. Семко // Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. – Вип. 160. – Харків, 2016. – С. 25–34.

22. ДСТУ Б В.2.7-105-2000 (ГОСТ 7076-99). Матеріали і вироби будівельні. Метод визначення теплопровідності і термічного опору при стаціонарному тепловому режимі : чинний з 2000-12-14. – К.: Держбуд України, 2001. – 25 с.

23. Финлайсон Е. Ю. Описание программы THERM5 и руководство пользователя [Пер. с англ. под ред. А.И. Фомичева] / Е. Ю. Финлайсон, Д. К. Арастех, С. Хьойзенга та ін. – 61 с.

24. ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій», чинний з 1 жовтня 2019 р.

25. ДБН В.2.1-10:2018. «Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення». – К.: Держбуд України, 2018.

26. ДБН В.1.1-7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва». Чинний від 2017-06-01 – 38с.

27. ДБН А.3.1-5-2016 «Організація будівельного виробництва». – К.:2016.- 49 с.
28. ДБН А.3.2-2:2009 ССПБ. «Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення».
29. ДБН В.1.2-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд»/ Мінрегіонбуд України. – Київ, 2018.
30. Гетун Г.В., Румянцев Б.М., Жуков А.Д. Системи ізоляції будівельних конструкцій. Навчальний посібник. – Дніпро: Журфонд – 2016 р. – 676 с.
31. ДБН В.2.6-163:2015. «Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу».
32. ДБН В.2.6-160:2010. Конструкції будівель та споруд. Сталезалізобетонні конструкції. Основні положення. – Мінрегіонбуд України. – Київ. – 2010. – 210 с.
33. Скребнєва С.М. Дисертаційна робота. Ефективні енергозберігаючі огорожуючі конструкції житлових будинків та споруд / С.М. Скребнєва // Київ – 2013. – 167 с.
34. Лещенко М. В. Теплотехнічні властивості стінових огорожувальних конструкцій із сталевих тонкостінних профілів та полістиролбетону /М. В. Лещенко, В. О. Семко // Інженерно-будівельний журнал, 2015. - №8. – С. 44–55.
35. Семко В. О. Метод підвищення енергоефективності стінових огорожувальних конструкцій із ЛСТК та полістиролбетону / В. О. Семко, Ю. О. Авраменко, М. В. Лещенко // Будівництво, матеріалознавство, машинобудування: зб. наук. тр. - Дніпропетровськ: ПДАБА, 2015. - Вип. 82. - С. 205-211.

36. Суміш для виготовлення водостійкого теплозвукоізоляційного матеріалу. Пат. 48181 Україна, МПК С04В 111/00. – № 200909339; Заявл. 11.09.2009; Опубл. 10.03.2010; Бюл. № 5. – 4 с.