

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Факультет конструювання і дизайну**

---

**ПОГОДЖЕНО**

**Декан факультету  
конструювання і дизайну**

\_\_\_\_\_ Іван РОГОВСЬКИЙ  
(підпис)

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ грудня \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**

**Завідувач кафедри будівництва**

\_\_\_\_\_ Ігор ЯКОВЕНКО  
(підпис)

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ грудня \_\_\_\_\_ 2025 р.

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на тему «Проектування готельного комплексу із улаштуванням  
енергоєфективних заходів»**

Спеціальність 192 – «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма «Будівництво та цивільна інженерія»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

**Гарант освітньої програми**

кандидат технічних наук, доцент \_\_\_\_\_ Євгеній БАКУЛІН  
(підпис)

**Керівник магістерської кваліфікаційної роботи**

доктор технічних наук, професор \_\_\_\_\_ Вячеслав МАРТИНОВ  
(підпис)

**Виконав**

\_\_\_\_\_ Яків ЩЕРБАК  
(підпис)

**КИЇВ – 2025**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Факультет конструювання і дизайну**

---

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри будівництва**  
доктор технічних наук, професор  
\_\_\_\_\_ Ігор ЯКОВЕНКО  
(підпис)

“19” \_\_\_\_\_ грудня \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ**

**ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧУ**

**Щербаку Яківу Миколайовичу**

---

Спеціальність 192 – «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма «Будівництво та цивільна інженерія»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Проектування готельного комплексу із улаштуванням енергоефективних заходів»,  
затверджена наказом від “16” грудня 2024 р. №2267 “С”.

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2025, листопад, 28

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: необхідно запроєктувати будівлю готельного комплексу громадського призначення із улаштуванням енергоефективних заходів

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Виконати аналітичний огляд, присвячений оцінюванню ефективності проєктів із енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності. Навести алгоритм визначення організаційно-технологічних чинників, які впливають на енергоефективність огорожувальних конструкцій будівель. Показати шляхи застосування заходів до будівлі готельного комплексу.

2. Розробити напрямки удосконалення інженерних систем задля підвищення енергоефективності. Навести технічні рішення щодо вдосконалення енергоефективності будинку. Показати принципи удосконалення огорожувальних конструкцій задля підвищення енергоефективності

3. Розробити архітектурну частину проєкту із урахуванням запропонованих заходів щодо підвищення енергоефективності.

4. Виконати розрахунок монолітного залізобетонного перекриття, конструювання пальового фундаменту, розробити технологічну карту на улаштування покрівлі, розробити бугенплан.

Перелік графічного матеріалу (за потреби):

→ архітектурна частина (розроблений головний та боковий фасади, план підвалу, план першого поверху, наведена експлікація приміщень, розроблений повздовжній та поперечний розрізи будівлі готельного комплексу, наведені архітектурні вузи) ;

→ розрахунково-конструктивна частина (виконане проєктування залізобетонної плити монолітної плити перекриття);

→ основи і фундаменти (розроблений план фундаментного пальового поля, наведені конструктивні вузли, розрахункові схеми, наведені конструктивні вузли, специфікація) – 1;

→ організація будівельного виробництва (розроблений будгенплан майданчику забудови);

→ технологія будівельного виробництва (розроблена технологічна карта на улаштування рулонної покрівлі);

→ науково-дослідна частина (виконаний аналітичний огляд, розроблені заходи щодо енергоефективності).

Дата видачі завдання “18” грудня 2024 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ Вячеслав МАРТИНОВ  
(підпис)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Яків ЩЕРБАК  
(підпис)

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД.....	8
1.1. Оцінювання ефективності проєктів із енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності.....	8
1.2. Алгоритм визначення організаційно-технологічних чинників, які впливають на енергоефективність огорожувальних конструкцій будівель.....	9
1.3. Досвід проєктування енергоефективних громадських будівель в Україні.....	13
2. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....	17
2.1. Напрямки удосконалення інженерних систем задля підвищення енергоефективності.....	17
2.1.1. Герметичність будинку.....	20
2.1.2. Технічні рішення щодо вдосконалення енергоефективності будинку.....	22
2.2. Напрямки удосконалення огорожувальних конструкцій задля підвищення енергоефективності.....	25
2.2.1. Прозорі огорожувальні конструкції .....	26
2.2.2. Утеплення стін житлових та промислових приміщень.....	27
2.2.3. Утеплення фундаментів .....	27
2.2.4. Внутрішнє утеплення стін .....	30
2.2.5. Зовнішнє утеплення стін .....	30
3. АРХІТЕКТУРНА ЧАСТИНА.....	37
3.1. Загальні положення.....	37
3.2. Проєктування генерального плану .....	37
3.3. Об'ємно-планувальне рішення готельного комплексу.....	38
3.4. Конструктивне рішення будівлі готельного комплексу.....	40
3.4.1. Розміщення боулінг-зони.....	41
3.5. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій.....	45

	5
4. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА.....	47
4.1. Розрахунок монолітної плити залізобетонної покриття.....	47
4.1.1. Збір навантажень.....	47
4.1.2. Розрахунок монолітної плити.....	48
4.1.3. Конструювання монолітної плити.....	51
5. ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ.....	54
5.1. Розрахунок фундаменту з висячих паль.....	54
5.2. Розрахунок по визначенню величин фізико-механічних характеристик ґрунтів .....	56
5.3. Конструкція пальового фундаменту.....	57
5.4. Розрахунок одиночної палі.....	57
5.5. Розрахунок осадки одиночної палі.....	59
5.6. Армування залізобетонних забивних паль без поперечного армування стовбура палі.....	60
6. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА.....	62
6.1. Розробка технологічної карти на влаштування рулонної покрівлі .....	62
6.2. Вимоги до якості підготовчого процесу.....	63
6.3. Організація та технологія будівельного процесу.....	65
6.4. Вимоги до якості виконання робіт.....	71
6.5. Визначення обсягів робіт.....	72
6.6. Матеріально-технічне забезпечення робіт.....	73
6.7. Техніко-економічні показники за технологічною картою.....	73
7. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА.....	74
7.1. Розробка будівельного генерального плану.....	74
7.2. Проектування тимчасових шляхів та їх типів.....	76
7.3. Адміністративно-побутові приміщення.....	76
7.4. Розрахунок потреби в складських приміщеннях.....	77
7.5. Розрахунок потреб будівництва у воді.....	78
7.6. Організація тимчасового енергозабезпечення та освітлення.....	80
7.7. Вибір монтажного крану.....	81

	6
8. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	84
8.1. Загальні положення.....	84
8.2. Вимоги безпеки при роботі з газовими та рідинними пальниками.....	86
8.3. Техніка безпеки при виконанні робіт з даховим краном.....	92
ВИСНОВКИ.....	96
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	98
ДОДАТКИ.....	103

## ВСТУП

У магістерській кваліфікаційній роботі розглядається проектування готельного комплексу із улаштуванням енергоефективних заходів у м. Дубно.

Одним із найважливіших напрямів скорочення поточних витрат на підприємствах є модернізація основних засобів з одночасним здійсненням енергозберігаючих заходів. Такі проекти пов'язані або з установленням додаткового енергозберігаючого обладнання (теплообмінники, автоматичні регулятори енергоспоживання тощо), або із заміною старого обладнання на нове, менш енергоємне. Сюди ж належать проекти витратного характеру, пов'язані з будівництвом і монтажем об'єктів інженерної інфраструктури (опалення та вентиляція, водопостачання, освітлення будівель тощо).

Досягнення максимальної ефективності ЕЗЗ передбачає порівняння декількох альтернативних варіантів технічних рішень з погляду їхньої економічної доцільності. Ефективність ЕЗЗ характеризується системою показників, що відображають співвідношення витрат і результатів проекту стосовно інтересів його учасників.

Економічне обґрунтування – план фінансування інвестиційної діяльності та різноманітні розрахунки співвідношення результатів та витрат інвестора, котрі очікуються в разі реалізації проекту. Співвідношення результатів та витрат характеризує ефективність проекту і є основною інформацією для осіб, котрі приймають рішення про доцільність інвестицій.

## 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

### 1.1. Оцінювання ефективності проєктів із енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності

У світовій практиці існує п'ять основних принципів оцінювання ефективності інвестиційних проєктів [2 та ін.]:

1) принцип зіставлення корисних результатів проєкту, виражених у вартісній формі (доходів, прибутку), з іншими альтернативними варіантами залучення інвестицій;

2) принцип моделювання потоків продукції, ресурсів і грошових коштів. Усі потоки мають бути прив'язані до конкретних часових періодів;

3) принцип співмірності результатів шляхом дисконтування майбутніх надходжень різночасових грошових коштів. Реалізація цього принципу забезпечує порівняння результатів і витрат, що здійснюються в різні часові проміжки. Використовувана під час цього ставка дисконтування вибирається на підставі конкретних альтернатив вкладення капіталу;

4) принцип визначення інтегральних результатів і витрат передбачає врахування всіх позитивних і негативних потоків грошових коштів за розрахунковий період. Ідеться про те, що під час розрахунків економічної ефективності визначається інтегральний економічний ефект за весь період функціонування об'єкта (розрахунковий період). Аналогічно до цього розрахунок економічної ефективності має ґрунтуватися на повних витратах за розрахунковий період;

5) Принцип обліку невизначеності та ризиків, пов'язаних зі здійсненням проєкту.

Залежно від бази порівняння розрізняють оцінювання абсолютної ефективності проєкту ЕЗЗ; оцінювання ефективності заміни техніки; оцінювання ефективності під час порівняння проєктів; оцінювання ефективності додаткових витрат. Проєкт оцінюється або методом зіставлення

капіталовкладень з одержуваним доходом, або шляхом зіставлення витрат за проектом з витратами з бази порівняння [2].

Абсолютний ефект показує результати проекту за відсутності заміни техніки аналогічного призначення, а також за недоцільності подальшого використання заміної техніки. Використання старої техніки припиняється незалежно від здійснення проекту.

Ефект заміни аналогічної за призначенням техніки показує результати проекту за умови, що замінений (базовий) варіант конкурентоспроможний. Він буде реалізований у разі відмови від проекту. Оцінювання проекту виконується в чистому вигляді.

Порівняльний ефект дає змогу визначити найкращий варіант з проектів аналогічного призначення. Проекти порівнюються в чистому вигляді.

Ефект додаткових витрат показує доцільність збільшення витрат для досягнення більшого корисного результату [2].

Оцінювання майбутніх витрат і результатів під час визначення ефективності інвестиційного проекту здійснюється в межах розрахункового періоду, тривалість якого (горизонт розрахунку) приймається з урахуванням:

- тривалості створення, експлуатації та (за потреби) ліквідації об'єкта;
- середньозваженого нормативного терміну служби основного технологічного обладнання;
- вимог інвестора.

Горизонт розрахунку вимірюється кількістю його кроків. На практиці за крок розрахунку здебільшого приймається рік (іноді квартал або місяць).

## **1.2. Алгоритм визначення організаційно-технологічних чинників, які впливають на енергоефективність огорожувальних конструкцій будівель**

Підвищення вимог до теплоізоляційних властивостей огорожувальних конструкцій будівель та їх довговічності є одним із шляхів вирішення проблеми енергозбереження в будівельній галузі. Аналіз методологічних основ

оцінювання організаційно-технологічних чинників впливу на енергоефективність огорожувальних конструкцій свідчить про необхідність еволюційного вдосконалення методичних принципів їх оптимізації з використанням сучасних методів багатокритеріального аналізу та з урахуванням особливостей розвитку будівельної науки та практики.

Для подальшого розвитку інструментарію з визначення критеріїв оцінки організаційно-технологічних рішень із підвищення енергоефективності огорожувальних конструкцій запропоновано алгоритм дослідження чинників впливу на прийняття управлінських рішень при виборі оптимального шляху їх реалізації, розроблений авторами [3], рис. 1.

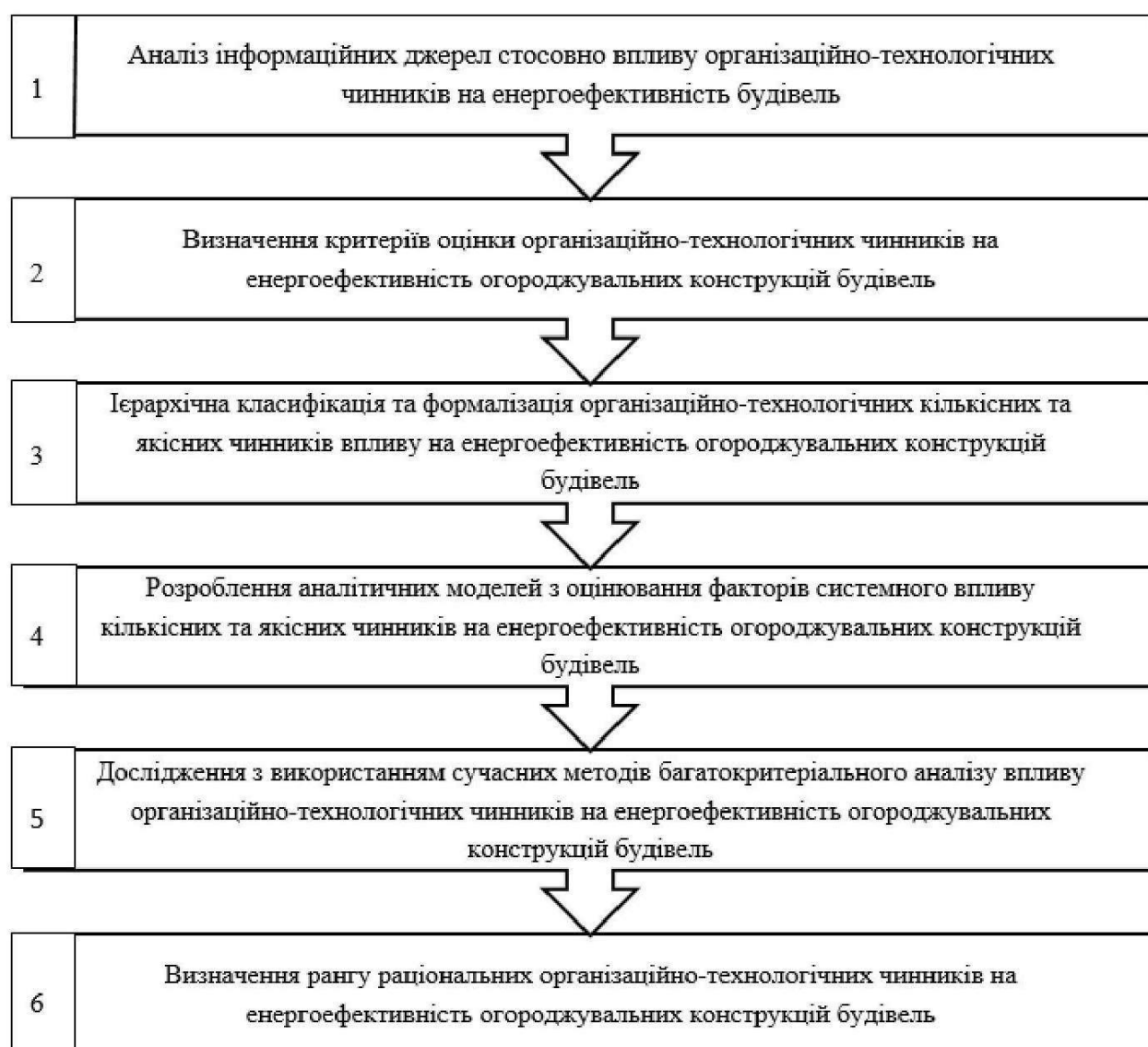


Рис. 1.1. Алгоритм досліджень впливу організаційно-технологічних чинників на енергоефективність огорожувальних конструкцій будівель [3]

Відповідно до алгоритму досліджень впливу організаційно-технологічних чинників на енергоефективність огорожувальних конструкцій будівель (рис. 1.1) визначальним є обґрунтування критеріїв для їхньої оцінки, так як будівельний комплекс із всіх секторів економіки має системоутворювальні та інтегральні функції. При виборі критерію енергоефективності домінантою є

принцип забезпечення максимальної енергоефективності будівлі при мінімальних сумарних затратах енергії на всіх етапах її життєвого циклу. Аналітична модель із оцінювання факторів системного впливу на енергетичну ефективність огорожувальних конструкцій будівлі повинна базуватися на сучасних методах багатокритеріального аналізу, що впливають на цільову функцію.

Методологія організаційно-технологічного забезпечення влаштування енергоефективних огорожувальних конструкцій будівель з врахуванням специфічних умов їх подальшої експлуатації повинна враховувати системоутворювальні фактори. Енергоекономічна модель витрат енергії природних ресурсів та результатів людської діяльності при будівництві й експлуатації огорожувальних конструкцій будівель передбачає наступні основні фактори [3]:

→ природно-кліматичні, які формулюють територіальний благоустрій поселень та витрати ресурсів й енергії на забезпечення санітарно-гігієнічних параметрів в приміщеннях будівель і споруд;

→ мікроклімат приміщень з оптимальним тепловим, повітряним і світловим режимами, що формується параметрами огорожувальних конструкцій будівель, тобто раціональним співвідношенням між розмірами площ прозорих та непрозорих огорожувальних конструкцій та їх теплозахисними властивостями;

→ надійність теплоізоляційної оболонки будівель при якій теплозахисна здатність огорожувальних конструкцій повинна забезпечувати

максимальну енергоефективність при мінімальних сумарних затратах енергії протягом життєвого циклу будівлі;

→ енергоємність будівлі включно з затратами енергії на виготовлення матеріалів, виробів, елементів огорожувальних конструкцій та інженерно-технічних засобів забезпечення санітарно-гігієнічних умов в приміщеннях, а саме систем вентиляції й кондиціонування, тепlopостачання та гарячого водopостачання;

→ архітектурно-планувальні рішення будівель і споруд з врахуванням їх призначення, а саме промислові, громадські, сільськогосподарські, житлові, лікувальні заклади тощо, що забезпечують мінімізацію сумарних енергетичних затрат для створення оптимальних параметрів мікроклімату шляхом зменшення тепловтрат через огорожувальні конструкції;

→ довговічність як здатність протягом терміну експлуатації будівлі забезпечувати міцність, теплозахист й інші фізико

→ технічні властивості за умови зменшення енергетичних ресурсів на протязі життєвого циклу будівлі в цілому та особливо зовнішніх огорожувальних конструкцій при дії на них руйнівних природно-кліматичних факторів та внутрішніми негативними впливами, що можливі при недотриманні вимог технологічних процесів в приміщеннях;

→ екологічність для зменшення негативного навантаження на природне середовище на протязі життєвого циклу будівлі шляхом декарбонізації енергетичних ресурсів та раціонального використання не відновлювальних та альтернативних джерел енергії, особливо для створення оптимальних санітарно-гігієнічних параметрів в приміщеннях, тобто сталий розвиток будівельного комплексу повинен ґрунтуватися на гармонії людини і природи.

Аналіз основних системоутворювальних факторів витрат енергії та природних ресурсів на формування теплоізоляційної оболонки будівлі дозволяє здійснити в подальшому на системному рівні їх детальну ієрархічну

класифікацію та формалізацію для багатокритеріальної оцінки чинників впливу на енергоефективність огорожувальних конструкцій будівель.

### 1.3. Досвід проєктування енергоефективних громадських будівель в Україні

Завдяки популяризації енергоефективних технологій в окремих кейсах приватного будівництва, а також розгортанню державних ініціатив в цьому напрямі, в Україні почали з'являтися і відносно невеликі за площею комерційні будівлі, в проєкти яких були закладені “зелені” технології. Своїми архітектурними рішеннями цікавими є проєкти комерційних громадських будівель: готелю “Ковчег” у Карпатах, бізнес-центр “Оптіма Плаза” у Львові, офіс продажів житлового кварталу Roetisa “Стала Континуальність” у Києві [1].



а



б



в



г

Рис. 1.2. Інноваційний парк UNIT.City у Києві (а); інноваційний бізнес-квартал LvivTech.City у Львові (б); інноваційний парк на півострові Собаче гирло (в); енергоефективний бізнес-центр “Астарта” в Києві (г) [1]

Енергонезалежний готель “Ковчег” у Карпатах був побудований ще у 2014 р. (рис. 1.3, а).

Екологічні способи енергозбереження та застосування відновлювальної енергії були вкладені в нього ще на стадії проектування. Будівля отримала екологічний сертифікат за стандартом ISO 14024. Готель повністю збудовано з дерева, покритого натуральним бджолиним воском. Електрикою будівля забезпечується завдяки трьом вітрогенераторам і шістьом сонячним панелям загальною потужністю 6 кВт, а гарячою водою – 70 трубок сонячних теплових колекторів. Система енергоживлення побудована таким чином, що в разі різкого спаду виробництва струму (немає вітру, хмарна погода) в роботу включається резервний дизель-генератор. Внутрішнє освітлення забезпечують люмінесцентні та світлодіодні лампи. Водяні крани мають водозберігаючі насадки з дрібним дифуззором.

“Зелений” офісний центр “Оптіма Плаза” у Львові (проект архітектурного бюро “Архіматика”) (рис. 1.2, в) відкрився у 2016 р. Загальна площа будівлі 18,8 тис. м<sup>2</sup>. Вона відповідає всім сучасним вимогам з енерго- та ресурсоефективності, про що свідчить і міжнародний сертифікат зеленого будівництва BREEAM In-Use International.

Будівля бізнес-центру була розміщена з урахуванням сторін світу. Композиція будівлі поділена на три ризалити, які надають ритмічність і дозволяють згладити ефект надмірної протяжності будівлі. Торцеві фасади кожного обсягу покриті металевими панелями, північний і південний – навпаки, віддані панорамному скління, формуючи актуальний прийом “обгортання форми”. На покрівлі стилобату між ризалітами утворені глибокі тераси з живими деревами. Суцільне панорамне скління південного фасаду перекреслюють горизонтальні металеві ламелі системи затінення – вони дозволяють зв’язати естетику з енергоефективністю, влітку, захищаючи офісні простори від спеки, а взимку – забезпечують додаткову інсоляцію. Подібні ламелі встановлені і на торцевих фасадах. На даху будівлі розміщені сонячні колектори і чіллер з тепловими насосами, які нагрівають гарячу воду й

охолоджують приміщення у теплу пору року. Один ярус підземної парковки доповнений паркуванням у рівень першого поверху, з боку двору. Тут фасад стилобату прикритий металевою сіткою, що дозволило забезпечити природну вентиляцію, а також скоротити витрати на установку системи димовидалення. Будівля оснащена системами автоматизації та диспетчеризації інженерних мереж, контролем доступу, функцією “консьєрж-сервіс”, має сучасні системи цифрового телефонного зв’язку, клімат-контролю і сонцезахисних робочих місць, а також криту велопарковку і цілодобову охорону. У паркувальній зоні розташовані три зарядні станції для електромобілів.



а



б



в



г

Рис. 1.3. Готель “Ковчег” у Карпатах (а); багатофункціональний комплекс у Вінниці (б); бізнес-центр “Оптіма Плаза ” у Львові (в); офіс продажів житлового кварталу Роетіса “Стала Континуальність” у Києві (г) [1]

В 2018 р. Dmytro Aranchii Architects було спроектовано “зелений” офіс продажів житлового кварталу Poetica під назвою “Стала Континуальність” (рис. 1.3, г). Будівля виглядає як гігантський пандус із зеленим дахом. Озеленення також присутнє і у внутрішньому інтер’єрі й задумано так, щоб у будь-який сезон бути окрасою будівлі і навколишнього середовища. Крім того, зелений дах сприятиме створенню комфортного простору для відпочинку відвідувачів і працівників центру [1].

Будівля була побудована на фундаменті з геопаль, що несуть мінімальне втручання в екосистему. Вона має розбірний каркас та зелений дах, який зменшує рівень шкідливих викидів, навантаження на міську систему водовідведення, а влітку вберігає офіс від перегріву. Серед побажань замовника була ідея легкого монтажу і демонтажу центру продажів для динамічної зміни його місцезнаходження. Тому, структуру легко розібрати з мінімальною шкодою при новому місці встановлення.

## 2. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

### 2.1. Напрямки удосконалення інженерних систем задля підвищення енергоефективності

Однією з важливих причин високого теплоспоживання є низька енергоефективність старих систем опалення. Вони запроєктовані з надмірним (в кілька разів) теплоспоживанням. Морально і технічно застарілі теплові пункти, гідравлічно розрегульовані системи через несанкціоноване втручання користувачів (заміна радіаторів, трубопроводів і т. д.), засмічені трубопроводи, відсутня теплоізоляція в неопалюваних підвалах – це далеко не повний перелік недоліків старих систем опалення. З такими системами, навіть утеплити будівлю, важко економити енергію і створювати комфортні умови для проживання.

Модернізація інженерних систем є обов'язковою складовою енергозбереження будівлі, без якої не буде позитивного результату. При термомодернізації вдосконалюють також системи гарячого водопостачання та освітлення. Застосування всього комплексу таких заходів дозволить знизити споживання на 60-70% [11].

Заміна старого індивідуального теплового пункту на тепловий пункт з погодною корекцією дозволить знизити споживання теплової енергії до 25%, а балансування системи опалення автоматичними балансувальними клапанами – додасть ще 8-10 % економії.

Вагомою причиною надмірних втрат тепла є відсутність його обліку у кожного споживача (квартири/користувача), що не стимулює до індивідуального економного теплоспоживання. Індивідуальний облік теплоспоживання та зменшення споживання теплової енергії здійснюється завдяки індивідуальному регулюванню споживачем кожного опалювального приладу за допомогою автоматичних терморегуляторів на радіаторах. Це давно реалізовано в енергоспоживаючій техніці – холодильниках,

електрочайниках, духовках, опалювальних приладах тощо. Всі вони мають терморегулятори, які автоматично не дозволяють їм перевитрачати енергію. Опалювальні прилади старих систем такої можливості не мають. Досвід застосування терморегуляторів на опалювальних приладах говорить про те, що зниження температури в приміщенні на 1°C дає 7% економії теплової енергії. В цілому, можна стверджувати, що застосування радіаторних терморегуляторів дасть ефект до 20% економії теплової енергії.

Тільки будівля, що теплоізолювана належним чином та обладнана автоматичними терморегуляторами опалювальних приладів і засобами індивідуального обліку, повною мірою забезпечує максимальний результат – зниження комунальних платежів. Часткове застосування енергоефективних заходів дає, відповідно, частковий результат і тільки за умови модернізації системи опалення, яка забезпечує адекватне реагування на ці заходи.

Термомодернізація вимагає фінансових витрат. Але при повному виявленні всіх проблем будівлі і виборі правильного способу їх усунення, термомодернізація призводить до зменшення плати за комунальні послуги, і ця економія з часом перекидає початкові фінансові витрати. При цьому фінансові витрати мають різний термін окупності, який у значній мірі залежить від тарифу на теплову енергію, вартості заходу і одержуваного ефекту. Так, наприклад, модернізація індивідуального теплового пункту будівлі окупується, як правило, до 2-х років, систем опалення та гарячого водопостачання – до 3-х років, а утеплення будівлі – 10-12 років.

Вже давно помічено, що значна частина тепла втрачається з будинку не через вікна і стіни, а через провітрювання приміщень. За дослідженнями фахівців до 50% тепла, витраченого на обігрів середньостатистичного житла, втрачається даремно, вивітрюючись через відкриті кватирки і фрамуги.

Усе частіше для зменшення цих витрат застосовуються спеціальні пристрої – автоматичні вентиляційні панелі, які не просто оновлюють повітря в приміщенні, але і фільтрують його від шкідливих домішок і запахів вулиці.

Найбільш сучасні моделі оснащуються рекуператором, щоб з відпрацьованим повітрям на вулицю не втрачалось тепло (рис. 2.1).

Не використовуючи досить ємних розрахунків енергетичної ефективності, можна стверджувати, що термін окупності витрат на установку рекуператора становить близько 3–5 років.

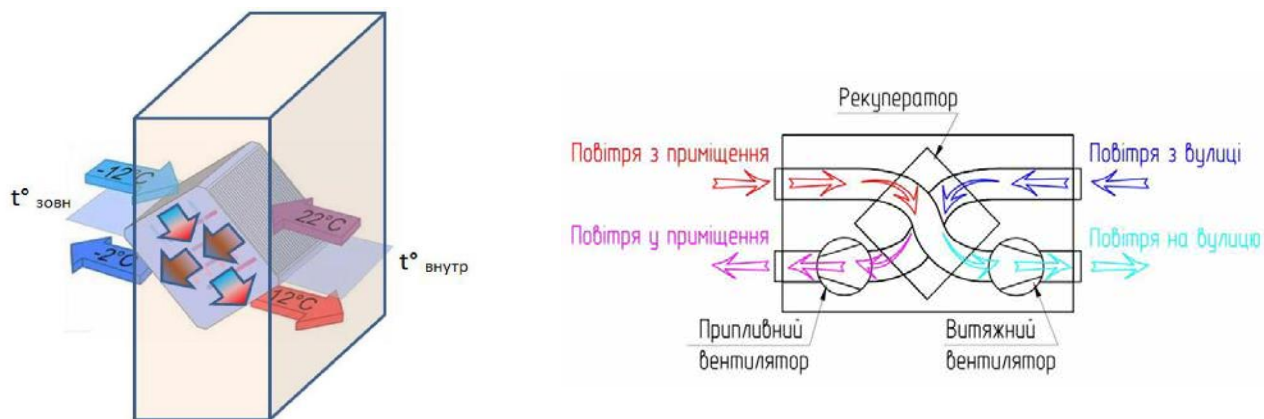


Рис. 2.1. Принцип рекуперації повітря

Кроки, які сприяють **зменшенню енергоспоживання** в будинку [1–15]:

1. Утеплення стін, даху, суміщеного покриття та перекриття над неопалюваним підвалом або підлоги на ґрунті – зниження витрат на 20-40 %.
2. Заміна або ремонт вікон і зовнішніх дверей – на 10-20 %.
3. Заміна індивідуального теплового пункту на сучасний дозволяє економити 15-25 % ресурсів.
4. Модернізація системи опалення дозволяє знизити витрати на 20-30%.
5. Заміна старої однотрубної системи опалення на сучасну двотрубну – на 30-40%.
6. Модернізація або заміна системи гарячого водопостачання – на 10-15%.
7. Модернізація системи вентиляції – на 20-25%.
8. Заміна джерела теплозабезпечення на сучасне – на 20-30%.
9. Застосування альтернативних джерел теплозабезпечення, наприклад, сонячного колектора, теплового насосу – на 50-100% використання відновлюваної енергії.
10. У зв'язку з теплоізоляцією та герметизацією будівлі виникає потреба в системі контрольованої припливно-витяжної вентиляції з рекуперацією.

Також для ефективного альтернативного кондиціювання повітря або води використовуються підземні канали (грунтові теплообмінники) (рис. 2.2).

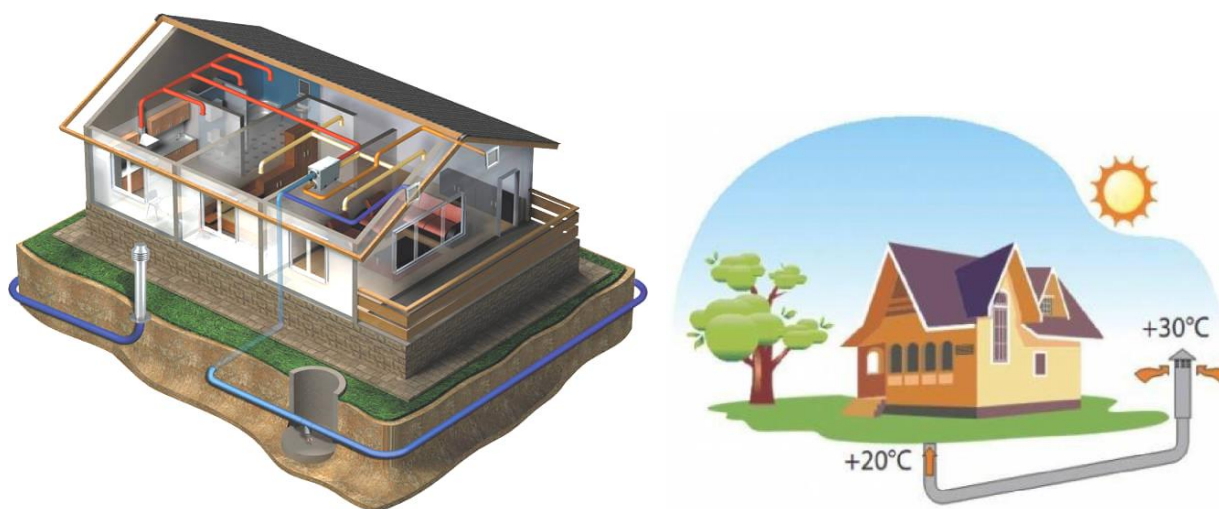


Рис. 2.2. Принцип роботи ґрунтового теплообмінника

### 2.1.1. Герметичність будинку

Тепловий потік за рахунок повітрообміну з причини несучільності конструкції будівлі визначається об'ємними витратами повітря  $V_{нов}$ , які можуть бути виражені коефіцієнтом інфільтрації  $m$ . Коефіцієнт інфільтрації – це відношення повітрообміну в приміщенні до його об'єму  $V_n$ . Значення коефіцієнту мають наступну градацію:

Таблиця 2.1

Коефіцієнт інфільтрації	Оцінка інфільтрації
0,5	Мінімальна
1,0	Допустима
1,5	Допустима
2,0	Збиткова

Герметичність пасивного будинку, або його повітропроникність, визначається величиною витоку повітря в кубічних метрах за годину на кв. метр площі зовнішньої оболонки будинку при дії на будівлю перепаду тиску внутрішнього повітря в 50 Па. Це здійснюється шляхом тестування Blower-Door Test (рис. 2.3), яке дозволяє точно з'ясувати рівень збереження

тепла в будинку і виявити місця витоків повітря, які неможливо встановити іншим способом.

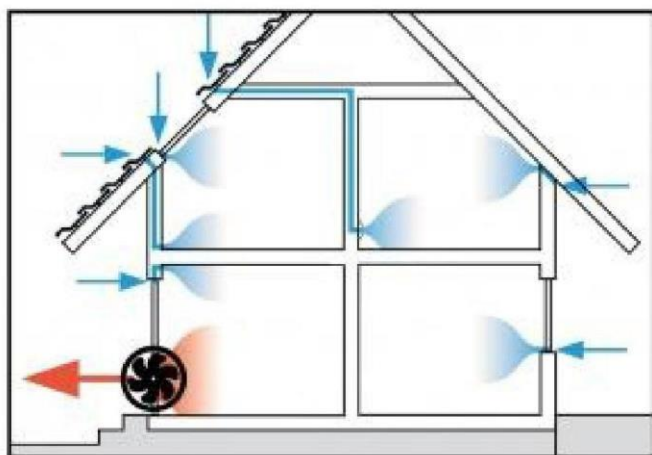


Рис. 2.3. Перевірка герметичності пасивного будинку з Blower-Door Test

Перевірка пасивного будинку з Blower-Door Test допомагає захистити його від протягів, цвілевих грибків та величезних витрат на опалення [6].

При проведенні перевірки будівлі обладнанням Blower-Door у приміщеннях створюється підвищений або понижений тиск повітря, імітуючи таким чином дію вітру, зумовлену різницею тиску всередині приміщення та довкола будівлі, що неможливо зробити за допомогою термографії.

Для виявлення місць знаходження дефектів, окрім тепловізора, використовують генератор диму, який дозволяє констатувати складні траєкторії потоків повітря і місця його витоків або інфільтрації всередину будинку.

Безсумнівна перевага Blower-Door Test – це можливість виявити дефекти в теплу пору року, до холодів, і вчасно виконати ремонтні роботи. Витік через щілини в пасивному будинку повинен бути менше, ніж 0,6 загального об'єму будинку за годину під час тесту (при умові надлишкового тиску  $\approx 50$  Па).

Слід відзначити, що витрати на проведення робіт з модернізації будинку з утеплення стін окуповуються значно довше, ніж витрати на його герметизацію.

### **2.1.2. Технічні рішення щодо вдосконалення енергоефективності будинку**

Для ще більшого збільшення енергоефективності пасивного будинку застосовується цілий ряд інженерних рішень, спрямованих як на економію споживання зовнішньої енергії – сонячні установки і теплові насоси, так і на виробництво електроенергії – комплекти сонячних батарей (рис. 21).

Геліоколектори, що дозволяють максимально використовувати сонячне випромінювання для нагрівання води, забезпечують пасивний будинок гарячим водопостачанням в весняно-літній період, а також можуть підтримувати систему низькотемпературного опалення – тепла підлога, теплі стіни.

Тепловий насос високоефективно використовує потенціал навколишнього середовища – повітря, землі, води, дозволяючи отримати на виході в кілька разів більше теплової енергії, ніж витрачається електричної.

У пасивному будинку, завдяки його мінімальним тепловим втратам, тепловий насос буде працювати лише в найхолодніші дні року, а його максимальна продуктивність досягається при спільній роботі з низькопотенційними системами опалення, – тими ж теплими підлогами, теплими стінами.

Сонячні батареї та вітряні генератори, перетворюючи в електроенергію сонячне випромінювання і енергію вітру, дозволяють зробити пасивний будинок нульовим. Застосування таких систем, як геліоколектори, тепловий насос, рекуперація повітря веде до відмови від традиційних способів опалення – радіаторів, батарей, котлів, камінів, дров'яних печей з їх низькою ефективністю. Але навіть в такому сучасному помешканні, яким є пасивний будинок, часто використовуються додаткові печі на рослинному паливі. Найкращі – це дров'яні печі повільного горіння з каталітичним опалюванням горючих газів. Низькі тепловтрати пасивного будинку

дозволяють використовувати котли малої потужності, а дрова є поновлюваним джерелом енергії.

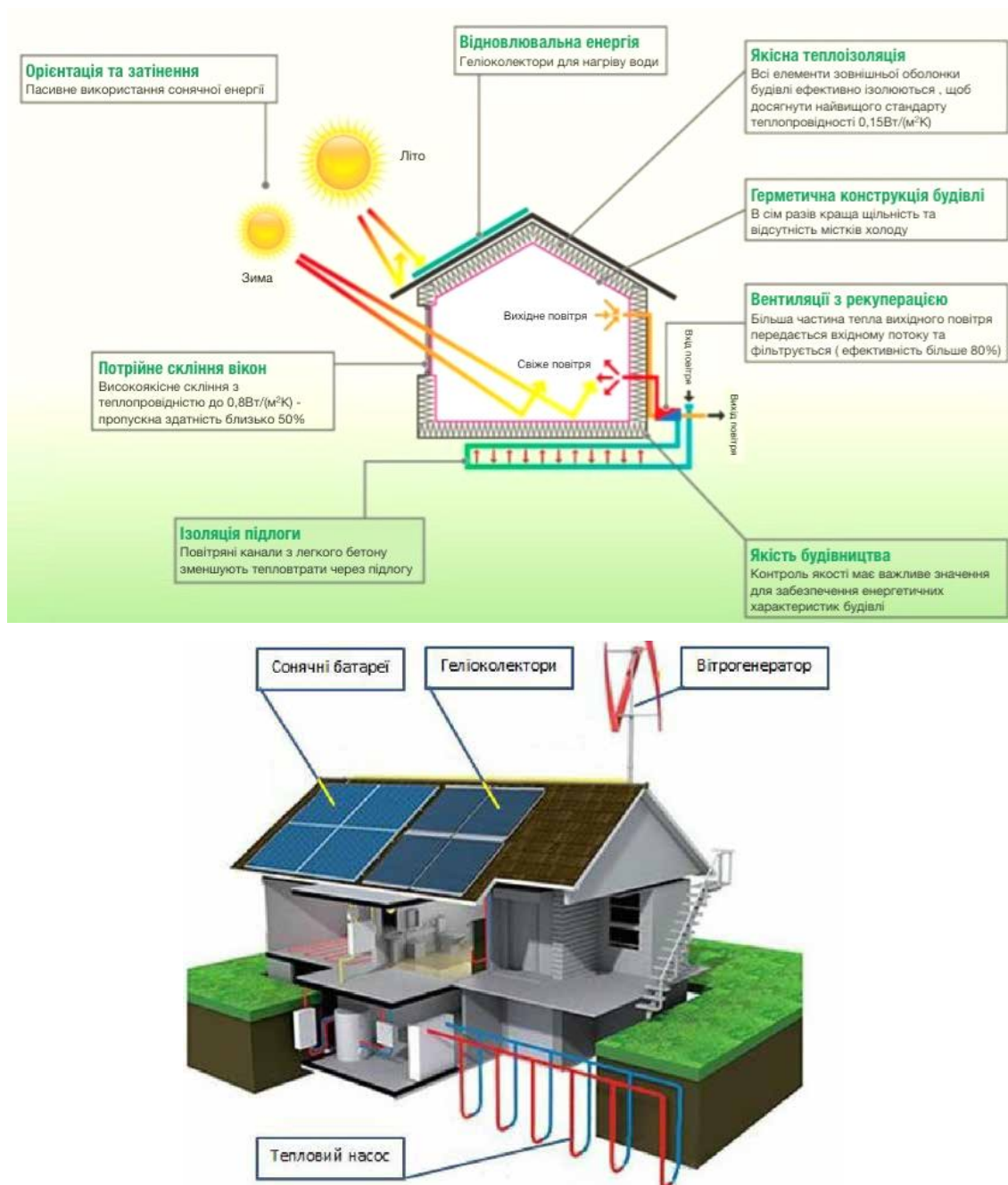


Рис. 2.4. Технічні системи пасивного будинку [6]

Крім прямого обігріву будинку існують системи з сезонною акумуляцією теплової енергії від сонячного випромінювання. Функцію перетворення енергії сонця в тепло здійснюють геліоколектори, а акумуляторами виступають гравій, засипаний в спеціальні контейнери, ґрунт під будинком, великі ємності з рідиною (рис. 2.5). Такі акумулятори тепла використовують для збільшення теплової інерції будинку.

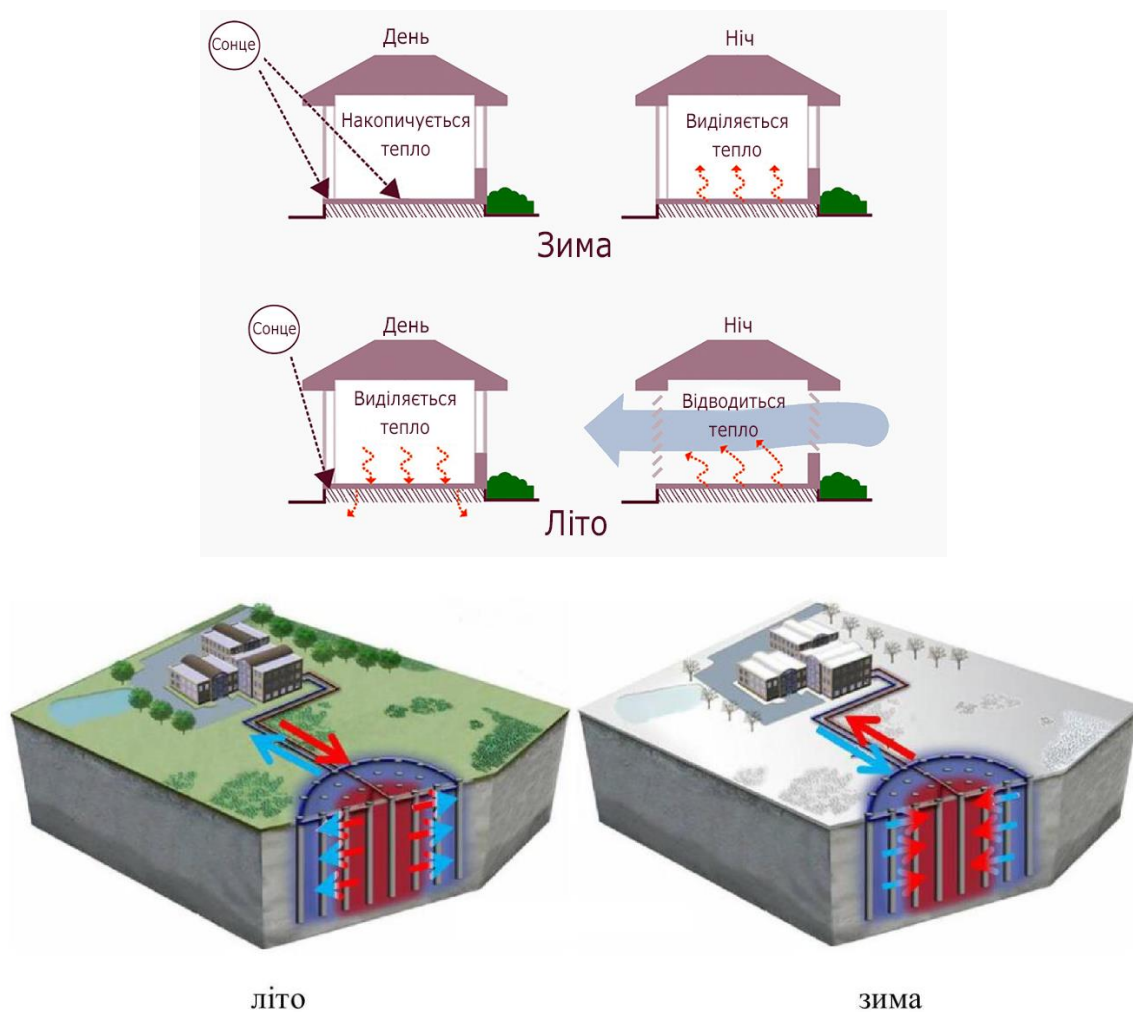


Рис. 2.5. Сезонна акумуляція тепла [6]

Також вигідно і зручно, коли акумулятори тепла виконують функції конструктивного елемента будинку, при простій власній конструкції з пристроєм, який коштує недорого.

За рахунок теплопровідності ці акумулятори швидко втрачають енергію, тому їх облаштування вимагає хорошої тепло- і гідроізоляції, але дозволяє максимально використовувати енергію сонця круглий рік, запасаючи влітку і витрачаючи взимку. Існують також гібридні теплонасос-геліоколекторні установки, які влітку прогрівають від сонця ґрунт, а взимку відбирають його тепло, тим самим значно підвищуючи ефективність роботи теплового насоса.

Отже, для максимальної економії енергії пасивний будинок вимагає мінімальних витрат на опалення і гаряче водопостачання, а також дозволяє створити внутрішнє комфортне середовище проживання, адже людина в середньому понад 60% свого часу проводить саме вдома. Створення

комфортного середовища проживання – це застосування низькотемпературних систем опалення – теплих стін, підлог, які дають взимку ефект нагрівання сонячними променями; використання в обробці і покриттях натуральних матеріалів – глиняної штукатурки, каменю, дерева та ін. Все разом дозволяє створити комфортні, екологічні умови, одночасно створюючи мінімальний негативний вплив на навколишнє середовище.

Підсумовуючи вищесказане, можна зробити висновок, що усі перелічені фактори впливають на досягнення ефекту будинку низького енергоспоживання, при цьому економиться і накопичується необхідна кількість енергії. Варто відзначити, що будівництво пасивного будинку дорожче, ніж звичайного, але за період експлуатації пасивного будинку протягом 5-7 років дана різниця окупається за рахунок мінімального споживання енергії ззовні. Таким чином будівництво пасивних будинків – це не черговий модний тренд, це реальність сьогодення.

## **2.2. Напрямки удосконалення огороджувальних конструкцій задля підвищення енергоефективності**

Один з найважливіших параметрів будівлі – якісна теплоізоляція огороджувальних конструкцій: фундаменту, стін, даху і тощо. При цьому враховується якість теплоізоляційного матеріалу: його коефіцієнт теплопровідності, рівень паронепроникності, тепловідбиваючі властивості, необхідна товщина шару утеплювача.

Теплопровідність огороджувальних конструкцій (фундаменту, стін, даху) в пасивному будинку не повинна перевищувати  $0,15 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , вікон та інших світлопрозорих конструкцій –  $0,8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ . Останній параметр досягається шляхом використання сучасних віконних блоків та склопакетів (рис. 23). Теплопровідність подібного склопакету становить понад  $0,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ .

### **2.2.1. Прозорі огороджувальні конструкції**

Установка сучасних енергозберігаючих вікон дозволяє скоротити втрати тепла більш ніж на 30-40%. Такий ефект досягається за рахунок конструктивних особливостей пластикових вікон [6, 8].

Перш за все, профілі, з яких збираються рами, мають 4-6 повітряних камер, що підвищує тепловий опір конструкції.

Замість одинарних стекол в пластикових вікнах використовуються склопакети, що складаються з 2-3 стекол, герметично склеєних в єдиний блок з утворенням повітряних камер. Для ще більшого зниження тепловтрат в склопакеті використовують скло з низькоемісійним покриттям, а камери заповнюють інертними газами (наприклад, аргоном). Крім того, між рамою і стулками передбачено по 2-3 контури ущільнень, які перешкоджають виникненню протягів.

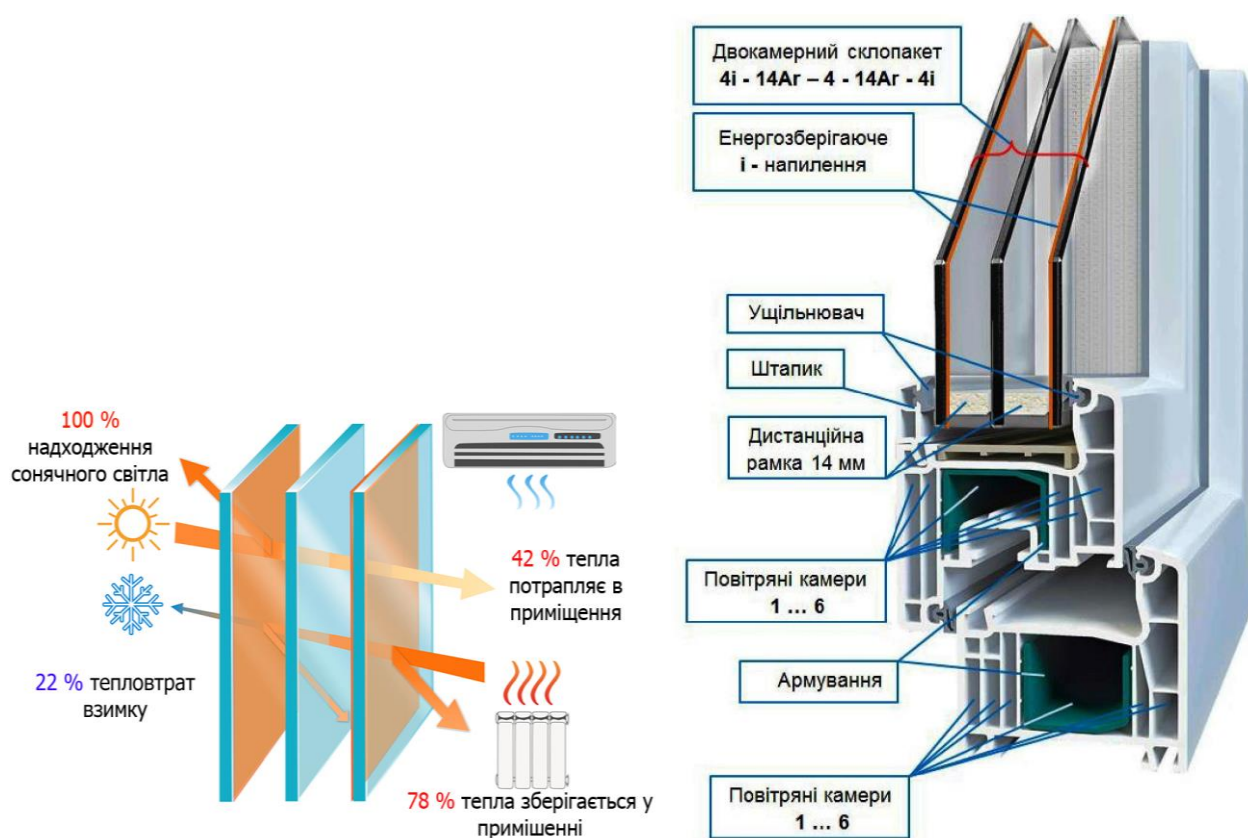


Рис. 2.6. Будова сучасного склопакету

До того ж не слід забувати, що сучасні вікна – це не тільки збереження тепла, а і ліквідація протягів та добра шумоізоляція.

### 2.2.2. Утеплення стін житлових та промислових приміщень

Теплоізоляція будівель є одним з найбільш ефективних способів вирішення проблеми енергозбереження. Переважна більшість будівель України має низькі показники теплової ізоляції, що призводить до значних втрат

теплової енергії. Теплозахисні вимоги за старими будівельними нормами до стін, горищного перекриття в кілька разів нижче сучасних вимог. Тому через будівельні конструкції старих будівель втрачається у кілька разів більше енергії, ніж в сучасних будівлях. В середньому таким чином втрачається 20-30 % тепла.

Великі тепловтрати – близько 15-25% – відбуваються через старі вікна. Крім низьких теплотехнічних характеристик, вікна до того ж недостатньо герметичні. У деяких будівлях площа вікон занадто велика – їх розмір не пов'язаний з потребою раціонального освітлення внутрішніх приміщень денним світлом, що раніше було результатом архітектурних тенденцій, запозичених у країнах з теплим кліматом.

Крім того, втрати тепла через дах складають 10-25 %, підвал – до 6 %. Будинки з хорошою теплоізоляцією споживають менше енергії на опалення та охолодження, отже, спалюється менше викопного палива і менше CO<sub>2</sub> потрапляє в атмосферу. Що важливо, енергоефективний будинок дає ряд переваг власнику – низькі рахунки за опалення, комфортний мікроклімат і хороша звукоізоляція. Тому, як ніколи, стає актуальним утеплення стін, даху та фундаменту. Це стало і державною програмою, → в 2013р. вступив у дію удосконалений ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель», що стосується мінімально допустимих значень опору теплопередачі (R) огорожувальних конструкцій житлових і громадських будівель [17].

Відповідального ставлення до утеплення та гідроізоляції вимагають всі елементи будівлі – від підвалу до покрівлі.

### **2.2.3. Утеплення фундаментів**

Втрати тепла відбуваються не тільки через огорожувальні конструкції надземної частини будівлі – стіни і покриття будинку. Фундаменти і підлоги – це конструкції, що контактують з ґрунтом, і через свою поверхню також передають тепло від будинку в ґрунт. Щоб знизити втрати тепла через конструкції нульового циклу (підлоги першого поверху,

фундаменти, стіни підвалу), незалежно від матеріалу, з якого вони виготовлені, їх необхідно утеплювати.

Утеплення фундаментів можна виконувати двома способами: зміцнюючи шар теплоізоляції вертикально на зовнішній поверхні зовнішніх фундаментних стін (рис. 2.7), або укладаючи плити утеплювача горизонтально безпосередньо на ґрунт під відмощення по зовнішньому периметру будівлі (рис. 2.8).

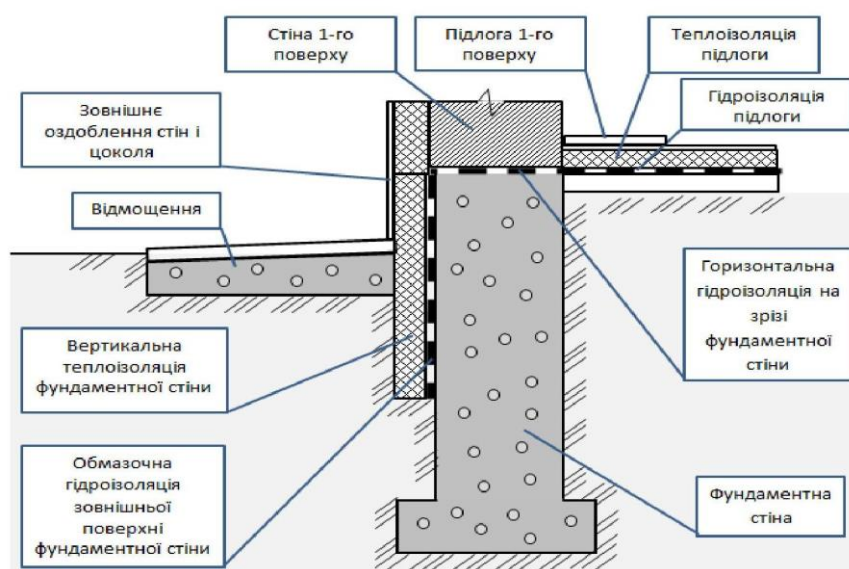


Рис. 2.7. Утеплення фундаменту плитами полістиролу, які розміщені вертикально на зовнішній поверхні фундаментної стіни [6]

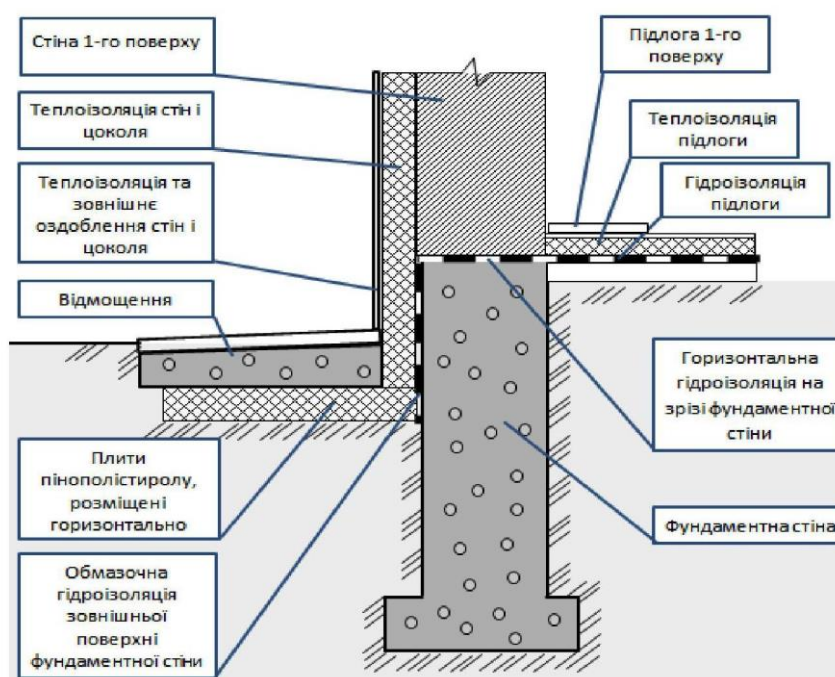


Рис. 2.8. Утеплення фундаменту плитами полістиролу, які розміщені горизонтально впритиск до зовнішньої поверхні фундаментної стіни [6]

Вертикально розташована теплоізоляція повинна мати висоту, рівну глибині промерзання ґрунту. Наприклад, для Київської області, вона становить 1 м, але зазвичай її укладають, починаючи від подошви фундаменту або від верху фундаментної подушки.

Розташовані таким чином плити теплоізоляції більш ефективно зберігають тепло в будинку.

Але для виконання утеплення фундаментів уже існуючого будинку цим способом доведеться розібрати вимощення по всьому периметру будинку, розкопати зовнішню сторону фундаментів на глибину мінімум 1 метр.

А після монтажу плит утеплення виконати зворотну засипку траншей з пошаровим ущільненням ґрунту та відновити вимощення. Зате при цьому є можливість виконати також гідроізоляцію фундаментів(якщо її не було) або відновити наявну на зовнішній вертикальній поверхні фундаментних стін.

Мінімальна ширина горизонтального утеплення фундаментів, що впритул примикає до зовнішньої площини фундаментних стін, повинна становити не менше 1 м.

Цей спосіб укладання плит при утепленні фундаментів уже існуючих будинків виключає виконання великих обсягів земляних робіт, так як відпадає необхідність розкопувати фундаменти на всю їх висоту. Але у горизонтального способу утеплення є істотний недолік – немає можливості виконати або зробити ремонт гідроізоляції фундаментів.

Шар утеплення на фундаментних стінах повинен бути суцільним, без просвітів, тобто плити утеплювача слід укладати з щільним примиканням їх країв.

Утеплення фундаментів будинків повинно мати безперервний перехід в утеплення стін першого поверху будинку. Це усуне виникнення містка холоду в рівні перекриття над підвалом або в рівні підлоги першого поверху будівлі.

При утепленні підлоги, яка розташована безпосередньо на ґрунті, утеплювач укладають на бетонну підготовку, поверхню якої перед цим покривають шаром гідроізоляційного матеріалу.

#### 2.2.4. Внутрішнє утеплення стін

Його можна робити, незважаючи на погоду за вікном. І в дощ, і в сніг, і влітку, і взимку – в будь-якому випадку внутрішнє утеплення стін буде проведено однаково якісно. Не потрібно також випускати з уваги, що утеплення стін всередині (рис. 2.9) можливо проводити без виклику спеціалізованих бригад [6].

Зовнішній вигляд будівлі при внутрішніх роботах залишиться незмінним. Домашній фахівець також знає, що внутрішнє утеплення житла обійдеться набагато дешевше, ніж утеплення стін ззовні, а технологія утеплення стін при цьому нітрохи не постраждає.

Є **недоліки** даного способу утеплення. Дослідженнями експертів встановлена сумна істина, що в місцях з'єднань стін і перекриттів виникають «містки холоду», через які повільно, але вірно виходить тепло.

А точка роси, відповідно, зміщується до внутрішніх конструкцій. Тобто, в першу чергу постраждають стіни від утворення пари і конденсату. Вологе середовище, за даними експериментів, просто рай для скупчення і розмноження грибків та інших шкідливих мікроорганізмів.

Менш істотним, але також недоліком при утепленні стін всередині, є звуження корисного простору житлового приміщення.

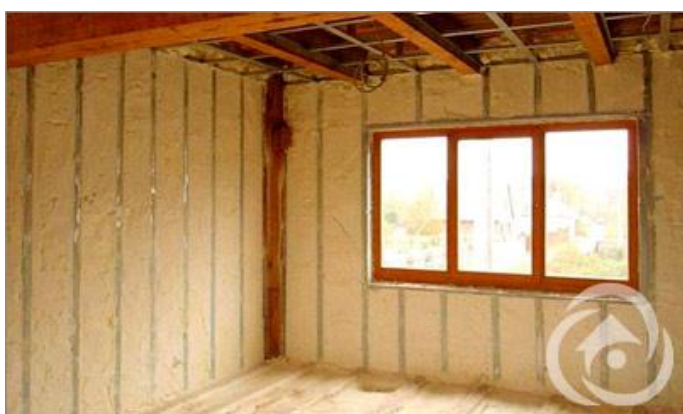


Рис. 2.9. Внутрішнє утеплення стін

#### 2.2.5. Зовнішнє утеплення стін

В умовах зростаючих цін на енергоносії, а також беручи до уваги невідновлюваність більшості розроблюваних джерел енергії, все більш

актуальним стає економія енергії, що витрачається на обігрів будівель. Утеплення будівель взагалі і фасадів зокрема є одним з методів вирішення цієї проблеми.

Зовнішнє утеплення фасадів є кращим з ряду причин. Це і захист несучих конструкцій від кліматичних впливів, і відсутність зменшення корисної площі приміщення, і поліпшення зовнішнього вигляду будівлі. Існує кілька основних систем утеплення фасадів:

- легка штукатурна система;
- важка штукатурна система;
- система вентильованого фасаду;
- система колодезного мурування.

### **Легка штукатурна система**

Легка штукатурна система (рис. 2.10), яка ще називається «система скріпленої теплоізоляції» або система утеплення фасадів мокрим методом, монтується в такий спосіб: на очищену від забруднень основу (фасад будівлі, стіну) за допомогою спеціального клею, приклеюється теплоізоляція, яка потім додатково закріплюється дюбелями (грибками).

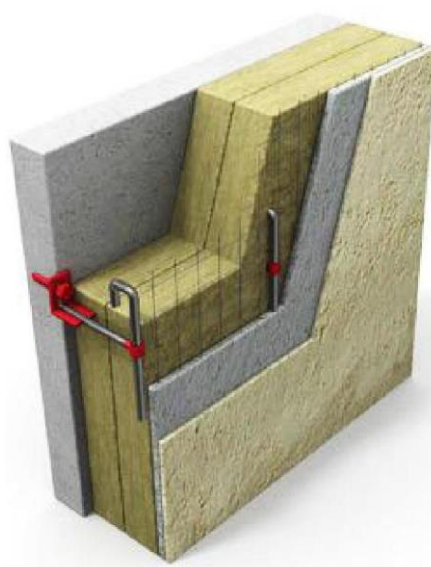
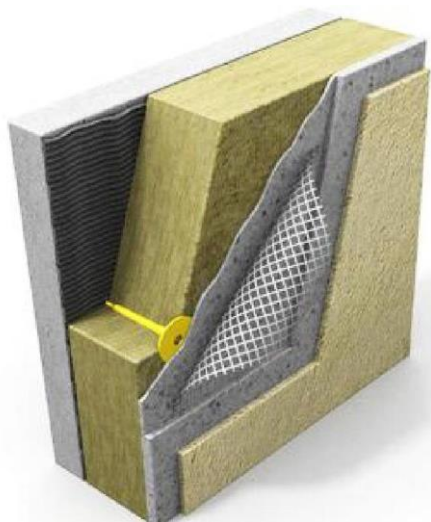


Рис. 2.10. Легка штукатурна система

Рис. 2.11. Важка штукатурна система

Теплоізоляція покривається тонким шаром спеціальної штукатурки з армуванням сіткою зі скловолокна. Заключним етапом утеплення фасаду

методом легкої штукатурної системи є нанесення фінішного декоративного покриття. У якості теплоізоляції в даній системі можуть використовуватися як пінополістирольні плити, так і плити з мінеральної вати. Дана система утеплення фасадів прекрасно підходить практично для всіх видів будівель: котеджного, житлового, висотного та комерційного будівництва.

Важка штукатурна система (рис. 2.11) називається так завдяки товстому шару зовнішньої захисної штукатурки, через що дана система є особливо міцною і вандалостійкою.

Монтаж важкої штукатурної системи здійснюється наступним чином: спочатку на фасаді будівлі робиться розмітка місць для установки кріплень, після установки кріплень, на них нанизуються спеціально розроблені для цієї системи утеплення плити базальтової теплоізоляції. Потім на теплоізоляцію по всій поверхні встановлюється оцинкована зварна металева сітка, на яку наноситься спеціальний штукатурний розчин. Після застигання штукатурного шару, здійснюється декоративна фінішна обробка.

Додатковими перевагами даної системи утеплення фасадів є можливість приклеювання плитки і можливість облаштування рустів. У важкій штукатурній системі утеплення фасадів вся вага конструкції припадає на механічні кріплення, тому особливі вимоги висуваються до якості кріплень і якості їх установки. З огляду на порівняно високу вартість, дана система утеплення застосовується, як правило, для перших поверхів, для комерційних і житлових будівель. Монтаж даної системи утеплення вимагає високої кваліфікації фахівців.

### **Система вентиляваного фасаду**

Система вентиляваного фасаду (рис. 2.12) складається з елементів:

- вертикальних і горизонтальних направляючих, прикріплених до фасаду за допомогою спеціальних кріплень;
- теплоізоляції – рекомендується використовувати тільки мінераловатну теплоізоляцію з метою підвищення пожежної безпеки;
- вітрогідрозахисної дифузійної мембрани;

→ захисного екрану, в якості якого можуть використовуватися різні матеріали, такі як керамограніт, композитні панелі, металеві касети або сайдинг.

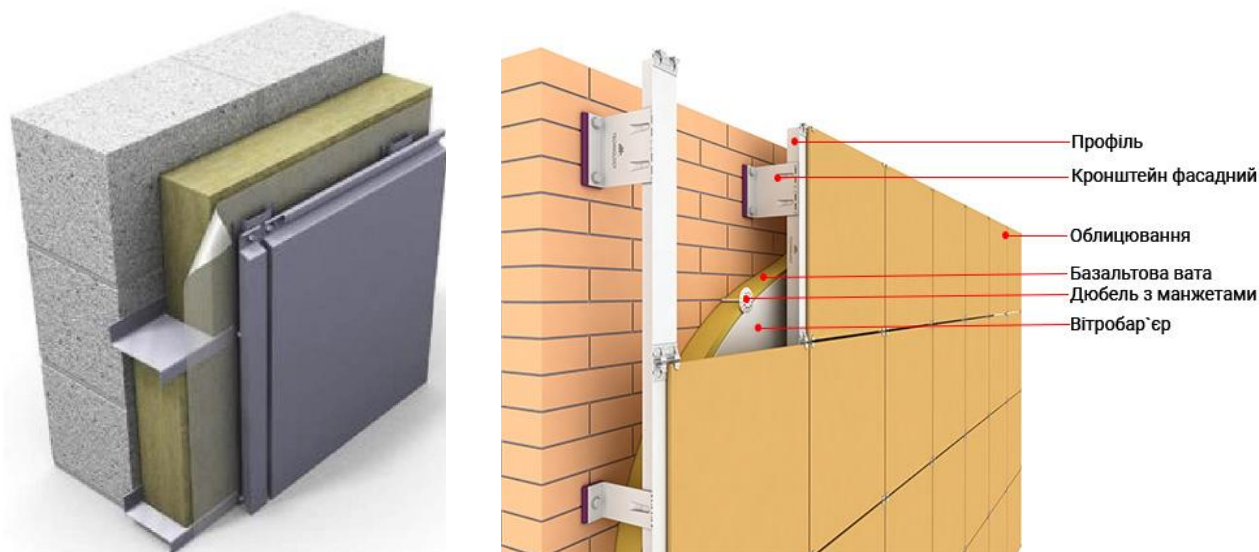


Рис. 2.12. Система вентильованого фасаду

Вентильованою система називається тому, що в її конструкції передбачено облаштування повітряного зазору між теплоізоляцією і зовнішнім захисним екраном.

При цьому висхідні потоки повітря дозволяють виводити пари, що виходять із приміщення крізь утеплювач, цим самим підвищуючи ефективність теплоізоляції. Однак для ефективної роботи даної системи утеплення фасадів необхідний розрахунок фахівця щодо перерізу і кількості розтинів залежно від висоти будівлі, вітрових навантажень і так далі. Залежно від виду матеріалу захисного екрану система вентильованого фасаду підходить здебільшого для комерційного будівництва, хоча цілком прийнятна і для котеджного.

### **Система колодязного мурування**

Система колодязного мурування (рис. 2.13) – це тришарова система, в якій внутрішній шар є несучим, середній шар теплоізоляційний і зовнішній шар виконує декоративні та захисні функції.

Виконується зовнішній шар, як правило, у варіанті цегляного мурування. У даній системі утеплення фасадів можуть бути використані різні види теплоізоляції – мінеральна вата, пінополістирол 35-ї серії, перліт та інші. Система колодезного мурування приваблива порівняно невисокою ціною. Застосовуватися вона може практично для всіх видів будівель, але як правило, обмежується висотою в 3-4 поверхи.

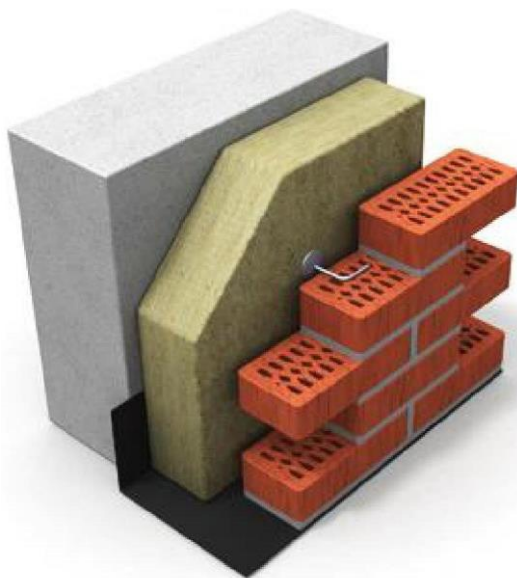


Рис. 2.13. Система колодезного мурування

Слід зазначити, що дані системи утеплення фасадів будівель не тільки знижують рівень втрат тепла з приміщення, а й сприяють підвищенню звукоізоляції огорожувальних конструкцій. Гарантією ефективною і довговічної роботи теплоізоляційних систем є чітке дотримання будівельних норм і рекомендацій виробників. Особливу увагу слід приділяти правильному підбору товщини теплоізоляції для утеплення, мінімізації «містків холоду» і міцності кріплення.

### **Утеплення даху**

Утеплювач монтується між стропилами, знизу закривається пароізоляцією, а зверху гідровітрозахистом. Між утеплювачем і покриттям влаштовується вениляційний контур (рис. 2.14).

Залежно від паропрпусної здатності гiдровiтрозахисту може бути один або два вентиляцiйних зазори. Особливу увагу потрібно придiлити монтажу пароiзоляцiї: пар має високу проникаючу здатнiсть, тому шви пiвк, мiсця примикання пiвк до стiн, пiчних та вентиляцiйних труб необхідно проклеювати спецiальними стрiчками.

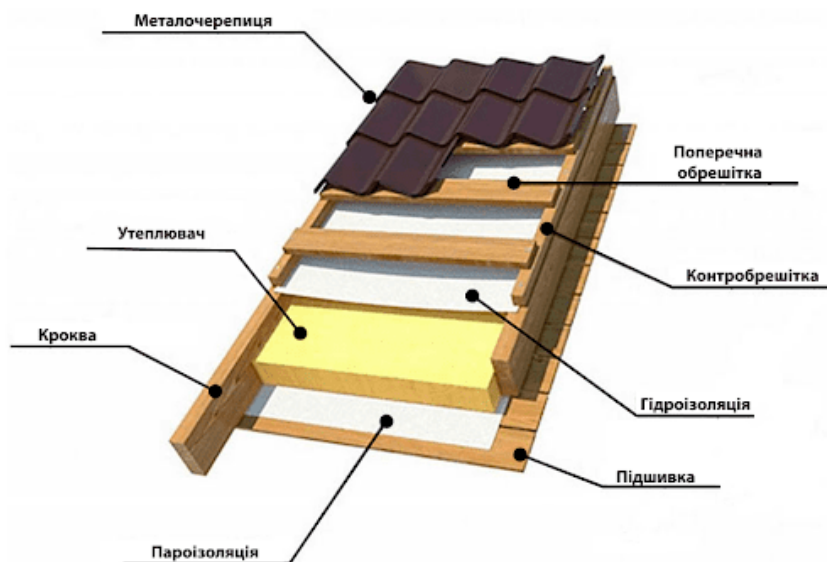
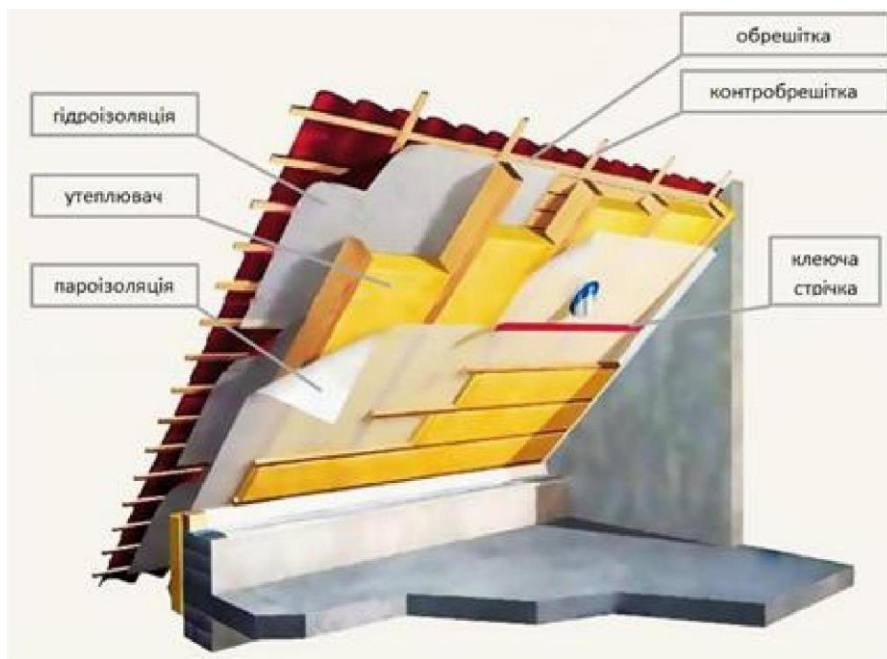


Рис. 2.14. Система утеплення даху

Для надiйної теплоiзоляцiї даху вiд холоду зимою та вiд спеки лiтом товщина мiнераловатного утеплювача повинна складати 200мм.

Крім високих теплоізоляційних показників, утеплювач повинен відповідати ще ряду вимог [6, 17]. Перш за все, він повинен бути негорючим. Стропильна конструкція переважно дерев'яна, а відповідно легкозаймиста. Тому негорючий теплоізоляційний матеріал підвищує безпеку перебування у будівлі.

Також утеплювач повинен бути легким, щоб додатково не навантажувати несучі конструкції. Для теплоізоляції важлива висока паропроникаюча здатність, оскільки, незважаючи на пароізоляцію, водяний пар проникає в утеплювач. Відповідно матеріал не повинен перешкоджати виходу пару назовні. Крім цього, утеплювач повинен мати низьке водопоглинення.

### 3. АРХІТЕКТУРНА ЧАСТИНА

#### 3.1. Загальні положення

Об'єкт, що проектується – будівля готельного комплексу. Висота комплексу – 2 поверхи. Район будівництва – місто Дубно Рівненської області. Складається готельний комплекс з двох окремих будівель, основного корпусу та літнього кінотеатру.

Відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія»:

- кліматичний район – I [20]
- середня температура в січні – мінус 7 °
- середня температура в липні - 9 °
- температура найбільш холодної п'ятиденки – мінус 38 °
- середньорічна кількість опадів – 650мм
- район по вітровому тиску – I
- зона вологості – 2 (нормальна)

Таблиця 3.1

#### Повторюваність вітру за напрямками, %

Місяць	П	ПС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПЗ
Січень	11,2	4,6	5,8	11,9	14,1	14	23,5	14,9
Липень	18	9,1	4,8	8	11,3	10,4	20,4	18

Рельєф будівельного майданчика є досить пологим. Являє собою схил з перепадом висот у межах ділянки 3м, тобто (2%).

#### 3.2. Проектування генерального плану

Об'єкт, що проектується, розташований біля дороги, що забезпечує зв'язок з інфраструктурою міста [16]. Навколо будівлі виконані проїзди з шириною

дорожнього полотна. Ці ж проїзди також служать для доставки товарів до розвантажувальних платформ і доступу людей до місць паркування автомобілів. Вся площа генерального плану досить добре озеленена, також присутні паркові території.

На генеральному плані виділяють [16]:

- будинок туристичного комплексу;
- літній кінотеатр комплексу;
- існуючі будинки ;
- зона для паркування авто;
- зона зелених насаджень;
- паркова зона та ін.

Усі пішохідні та транспортні комунікації виконані з асфальтобетону.

Ширина основних транспортних комунікацій – 5 м, ширина тротуарів – 1,5м.

Таблиця 3.2

#### Основні техніко-економічні показники генерального плану:

№	Назва показників	Кількість
1	площа ділянки	19500м <sup>2</sup>
2	площа забудови	2800м <sup>2</sup>
3	площа дорожнього покриття	3864м <sup>2</sup>
4	площа озеленення	11156м <sup>2</sup>
5	коєф. забудови	0,14
6	коєф. озеленення	0,57
7	коєф. використання території	0,92

### 3.3 Об'ємно-планувальне рішення готельного комплексу

Будівля має форму прямокутника у плані. Розміри будівлі в осях 24×30м. Загальна висота будівлі від рівня чистої підлоги першого поверху становить 7,6м. Будинок комплексу має два поверхи різних висот: 1й поверх – 4м, 2й поверх – 3м.

Для забезпечення вертикального взаємозв'язку приміщень між поверхами застосовуються сходові клітинки [24]. Розміри сходової клітинки в осях 4,4x2,9м. Для будівлі комплексу передбачено 2 сходових клітинки в мірах пожежної безпеки та для більш зручного розділення потоку робочих комплексу від відвідувачів.

Перший поверх функціонально розділений на боулінг-зону з залом очікування та на зону відпочинку з баром.

Боулінг-зона розрахована на 6 доріжок, має розміри в плані 12×30м разом із залом очікування для відвідувачів та машинним відділенням для обслуговування пінспоттерів та іншого обладнання [24]. Висота приміщення в ігровій зоні – 3,25м. На 1му поверсі також розташовані ресепшн та гардероб в зручних для цього місцях. Бар разом із залом відпочинку примикає до кухні та приміщення персоналу. Для персоналу запроектована окрема сходові клітинка.

Другий поверх комплексу включає в себе житлові приміщення для тимчасової оренди кімнат, кафе розташоване під зенітним ліхтарем та приміщення персоналу(офіс та приміщення санітарно-технічного обслуговування). Усі номери готелю – однокімнатні з балконом та мають площу 32м<sup>2</sup>.

Загальна площа боулінг-зони – 350м<sup>2</sup>

Загальна площа житлових приміщень – 256м<sup>2</sup>

Площа кафе на 2му поверсі – 124м<sup>2</sup>

Площа першого поверху – 720 м<sup>2</sup>

Евакуація передбачається через 2 сходові клітки, розташовані в різних частинах будинку, кожна з яких розташована близько до виходу.

Вихід з першого поверху назовні здійснюється через хол або через службовий вихід. Вихід на дах здійснюється через люк влаштований у покритті 2го поверху в межах сходової клітки персоналу.

Експлікація приміщень за планом 1го та 2го поверху, наведена у таблиці 3.3 та прийнята у відповідності до вимог [24].

Таблиця 3.3

№	Назва приміщень	Площа, м <sup>2</sup>
1	гардероб	21,46
2	ресепшн	7,15
3	кухня та склад	32,83
4	приміщення персоналу	36,38
5	технічне приміщення	17,4
6	бар	84,7
7	зала очікування	44,08
8	машинне відділення	14,04
9	боулінг-зона	291,55
10	сан-вузли жіночі	26,36
11	сан-вузли чоловічі	26,36
12	житлові приміщення	263,2
13	сан-тех приміщення	10,0
14	офісне приміщення	31,64
15	кафе	123
16	тамбур	11,6

### 3.4. Конструктивне рішення будівлі готельного комплексу

Будівля туристичного комплексу відноситься до будівель II ступеня відповідальності. Ступінь вогнестійкості – II [30].

Конструктивна система будівлі –каркасна. Каркас створюють колони першого та другого поверхів з прольотом 6м та кроком 6м. Розміри колони в плані мають 300х300мм, висота колон 1го поверху 4,75м, 2го – 3м. Колони та ригелі, які на них спираються, обрані серій П-04. Разом із плитами перекриття утворюється диск жорсткості.

Перекриття першого поверху виконано зі збірних багатопустотних плит [36], покриття 2го поверху складається як із збірних елементів так і з монолітних ділянок, зокрема в осях Б-Г-2-5, по периметру зенітного ліхтаря.

Фундаменти будівлі виконуються з залізобетонних висячих паль [26]. Підшва ростверку знаходиться на відмітці -1,45м, глибина закладання – 7,35м.

Зовнішні стіни комплексу – не несучі, виконуються з газобетонних блоків, утеплені стіни мінерало-ватними плитами.

Зовнішні вигляд конструкції стін надає облицювальна цегла.

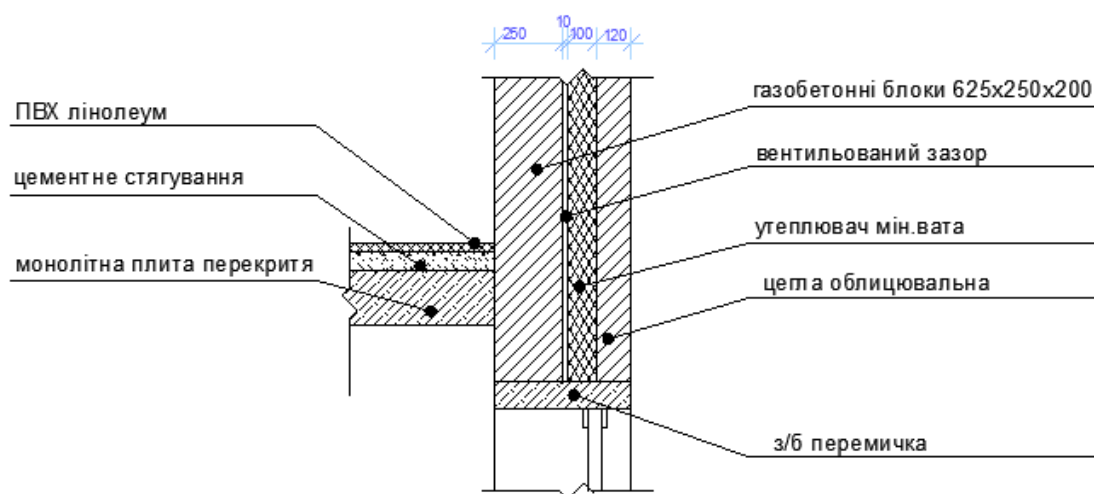


Рис. 3.1. Фрагмент перерізу зовнішніх огорожуючих конструкцій [17]

Внутрішні стіни виконані з керамічної цегли товщиною 250мм, та перегородки 120мм.

Віконні отвори заповнюються подвійними склопакетами з алюмінієвими рамами. Над ними влаштовуються залізобетонні перемички ПР8-20.18.12у.

Таблиця 3.4

### Специфікація вікон

№	Позначення в плані	Розміри отвору в плані, мм		Кількість
		Висота	Ширина	
1	О-1	2000	3000	1
2	О-2	1500	2000	4
3	О-3	1500	1500	16
4	О-4	1500	900	14

### Специфікація дверей

№	Позначення в плані	Розміри отвору в плані, мм		Кількість
		Висота	Ширина	
1	Д-1	2200	2000	2
2	Д-2	2100	900	24
3	Д-3	2100	1500	1
4	Д-4	2100	700	30

Сходи виконані зі збірних залізобетонних маршів, які спираються на залізобетонні сходові площадки [26].

В будинку туристичного комплексу передбачена м'яка покрівля, у склад якої входять: тримальна конструкція (монолітне покриття другого поверху), пароізоляція, плити утеплювача, цементно-піщана стяжка та 1 шар філізол-супер.

Водовідведення передбачене внутрішнє організоване. Водостічні воронки розташовані в межах  $\sim 20\text{м}^2$  на кожну, водостічні канали укладені в місцях сан-тех комунікацій.

Будівля туристичного комплексу обладнана зенітним ліхтарем, межі якого описують кафе на 2му поверсі. Зенітний ліхтар спирається на армований монолітний пояс  $400 \times 400\text{мм}$  та складається з металевих розпірок вкритих орг-склом. Покриття ліхтаря затемнене в цілях дотримання вимог інсоляції.

#### 3.4.1. Розміщення боулінг-зони

Підлога у боулінг-зоні запроектована дерев'яна на бетонній армованій основі, в інших частинах будівлі підлога з ПВХ лінолеуму, в сан-вузлах та окремих приміщеннях з мокрою підлогою вкладена підлога з керамічної плитки.

Приміщення боулінгу повинно бути обладнане системами електроживлення і освітлення (включаючи чергове та спеціальне), системою

опалення, вентиляції та кондиціонування, холодним і гарячим водопостачанням і зливний каналізацією, системами безпеки, включаючи пожежну сигналізацію. Передбачається розміщення аудіо та відео апаратури. Робоча температура в ігровій зоні повинна підтримуватися в діапазоні 18,5 - 21,0 град.С. Середня вологість - 40%.

Устаткування боулінгу розташовується на прямокутному майданчику, розміри якої визначаються, виходячи з кількості встановлюваних доріжок і розміщення обладнання зони сидінь для гравців.

Ширина бічних проходів визначається розмірами будівлі [25]. Боковий прохід служить для переміщення технічного персоналу до зони обслуговування машин і допоміжних приміщень. Ширина проходу - 800 мм. У разі якщо розміри приміщення не дозволяють витримати рекомендований розмір, то необхідно залишити додаткові 300 мм від стіни до крайнього жолоби, щоб дати необхідну свободу гравцеві при кидку.

Конструкцію стелі вибирає архітектор, відштовхуючись від особливостей приміщення і кількості запланованих доріжок. Наприклад: для 2-х доріжок немає ніякого сенсу робити 5 метровий стелю, а для 12-ї і більше такий розмір найбільш оптимальний. При цьому він керується Схемою розміщення світильників та вимогами шумопоглинання. Висота стелі від рівню підлоги ігрової зони – 3,25м.

На момент монтажу обладнання передбачається дверний отвір, через який в приміщення вноситься обладнання. Проріз повинен мати мінімальні розміри: 2200мм по висоті та 2000мм по ширині.

Під всією площею боулінгу повинна бути рівна, гладка і міцна підлога, виконана з бетону класу С16/20 з армуванням. Товщина стяжки повинна бути не менше 120мм. Порожнечі і тріщини в підлозі боулінгу неприпустимі. Перепади не повинні перевищувати +6мм. на всю довжину доріжок. Боулінг розташований на відносно великій площі і навантаження на 1 м<sup>2</sup> порівняно невеликі, проте міцність підлоги повинна дозволяти витримувати максимальні навантаження.

Якщо в підлозі під боулінгом проходять будь-які комунікації, слід пам'ятати, що доступу до них не буде. Для обслуговування комунікацій і для їх ремонту потрібно розбирати боулінг повністю, що звичайно ж небажано. Якщо ж розташувати комунікації ніде більше не вдається, то глибина їх залягання повинна бути не менше 150 мм. Електричні і інші кабелі повинні бути при цьому захищені металевою трубою.

Якщо боулінг розміщується в приміщенні з колонами, то по поздовжній осі колон будівлі сусідні доріжки мають нестандартний проміжок. Подібний проміжок є також між доріжками і бічними стінами. Дані проміжки Покупець закриває після монтажу боулінгу дерев'яним настилом з несучою здатністю не менше 250кг/м<sup>2</sup>. Додаткові проміжки оформити декоративними оздоблювальними матеріалами згідно з концепцією дизайну приміщення клубу.

Колони, що знаходяться в зоні доріжок, повинні бути облицьовані на висоту 1700мм від бетонної підлоги ударостійким матеріалом, що виключає їх пошкодження в разі потрапляння кулею.

Для освітлення поверхні ігрових доріжок в місцях перепаду профілю стелі Покупець встановлює люмінесцентні лампи (рекомендується 36Вт) у відкритій фурнітурі. Кількість ламп розраховується таким чином, щоб забезпечити в зоні доріжок освітленість 350Лк, при цьому необхідно розставити лампи таким чином, щоб домогтися рівномірного (без пробілів) освітлення.

Дерев'яну основу і покриття зони розбігу виконується аналогічно конструкції самих доріжок. З боку доріжок зона розбігу обмежена лінією заступа. На бетонній основі монтуються механізми підйому куль.

Стеля в зоні розбігу виконується плоскою на оптимальній висоті.

Освітлення зони розбігу здійснюється лампами накаливання або галогенними лампами з можливістю регулювання освітлення. Кількість ламп вибирається з умови забезпечення норми освітленості 250Лк.

Після того як виконано монтаж основного обладнання (доріжок і пінспоттера ) покупцем збирається звукоізоляційна перегородка. Дана звукозахисна перегородка, що відокремлює основне приміщення боулінгу від

машинного залу, жорстко кріпиться до стелі і виконується за стандартною технологією з гіпсокартону на металевому каркасі, сторона перегородки з боку пінспоттера обшивається фанерою 5мм. Товщина перегородки не менше 100 мм. внутрішній простір перегородки заповнюється шумоізоляційним матеріалом волокнистого типу. Поверхня перегородки забарвлюється з внутрішньої сторони (машинний зал).

### **3.5. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій**

З метою скорочення втрат тепла в зимовий період і надходжень тепла в літній період при проектуванні будівлі проводиться теплотехнічний розрахунок стінових огорожень і перекриттів.

Теплотехнічний розрахунок огорожувальної конструкції виконаний за будівельними нормами [17] із урахуванням нових запропонованих авторами [6, 11, 13 та ін.] технологій щодо забезпечення енергоефективних заходів [2].

Розрахунок виконано з використанням програмного комплексу

<https://cadee.pro/>

Звіт:

Визначити необхідну товщину шару в конструкції Зовнішньої стіни з прошарком, вентиляованої зовнішнім повітрям прошарком в будинку, розташованому в місті Дубно (зона вологості - Нормальна) [20].

Розрахункова температура зовнішнього повітря в холодний період року,  $t_{ext} = -27^{\circ}\text{C}$ ; розрахункова середня температура внутрішнього повітря будівлі,  $t_{int} = 20^{\circ}\text{C}$ ; середня температура зовнішнього повітря опалювального періоду,  $t_{ht} = -3.2^{\circ}\text{C}$ ; тривалість опалювального періоду,  $z_{ht} = 275$  діб; нормальний вологісний режим приміщення і умови експлуатації огорожувальних конструкцій - Б.

Коефіцієнт, що враховує залежність положення зовнішньої поверхні огорожувальних конструкцій по відношенню до зовнішнього повітря,  $n = 1$ ; коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції,

$\alpha_{ext} = 10.8 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{° C})$ ; коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції,  $\alpha_{int} = 8.7 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{° C})$ ; нормований температурний перепад,  $\Delta t_n = 4.5 \text{ ° C}$ ; нормоване значення опору теплопередачі,  $R_{req} = 2.288 \text{ м}^2 \cdot \text{° C} / \text{Вт}$ ;

Таблиця 3.6

№	Найменування	$\lambda$ , Вт/(м·°C)	t, мм
1	Газобетон 600кг/м <sup>3</sup>	0,26	250
2	Плити мін.вата	0,044	X
3	Вентильований прошарок	0,024	10
4	Облицювальна цегла	0,58	120

Потрібна товщина шару утеплювача,  $t = 22 \text{ мм}$ ;

Загальна товщина конструкції,  $\sum t = 402 \text{ мм}$ ;

Прийнята товщина утеплювача  $t=100\text{мм}$ .

### 3.6. Техніко-економічні показники проєкту

→ Кількість поверхів – 2.

→ Площа забудови – 740м<sup>2</sup>.

→ Загальна площа першого поверху – 720м<sup>2</sup>.

→ Загальна площа боулінг-зони – 350м<sup>2</sup>.

→ Загальна площа житлових приміщень – 256м<sup>2</sup>.

→ Площа кафе на 2му поверсі – 124м<sup>2</sup>.

→ Загальна площа будівлі – 1440м<sup>2</sup>.

→ Будівельний об'єм готельного комплексу – 6012м<sup>3</sup>.

## 4. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

### 4.1. Розрахунок монолітної плити залізобетонної покриття

Завданням розрахункової частини є розрахунок та конструювання залізобетонної монолітної плити покриття [21, 22]. Монолітна плита влаштована в осях Б-Г-2-5, на ній влаштовується зенітний ліхтар, який спирається на залізобетонний армований пояс  $400 \times 400$  мм. Цей армований пояс також виконує роль балки-стілки, будучи вбудованим в монолітну плиту з влаштуванням двох арматурних каркасів.

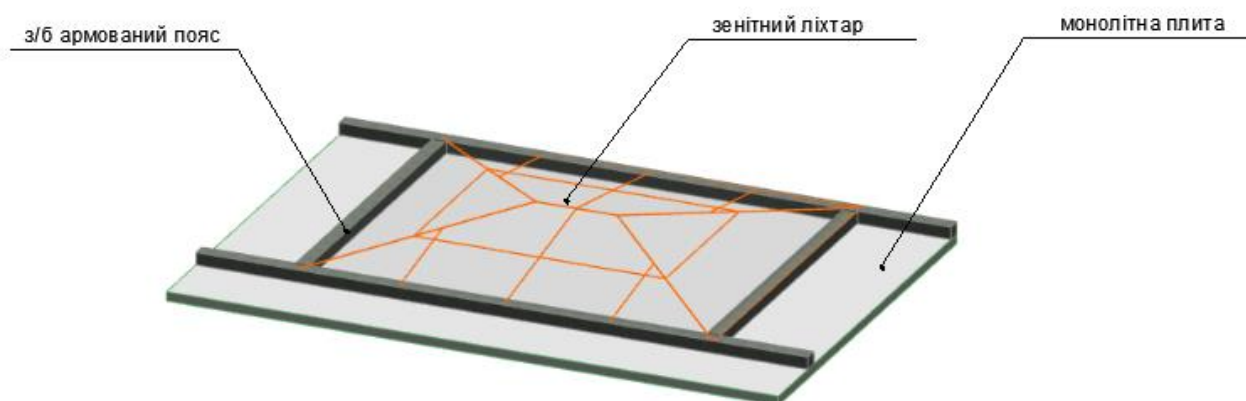


Рис. 4.1. Фрагмент компанування монолітної плити

Монолітна плита спирається на ригелі по вісі  $Y$  та на вбудований ригель по вісі  $X$  (жорстке зацмлення).

Розрахунок виконаний у програмному комплексі «Ліра-САПР» із урахуванням методичних рекомендацій, наведених у [34, 35] та нормативних документів [21–23].

#### 4.1.1. Збір навантажень

У відповідності до завдання із урахуванням діючих нормативних документів [21, 22] та підібраних будівельних матеріалів, зводимо усі навантаження [20], які діють на монолітну плиту до табл. 4.1.

### Визначення навантаження на 1м<sup>2</sup> покриття (кПа)

Вид навантаження	№ п/п	Найменування навантаження	$R_{\text{хар}}$	$\gamma_{\text{fm}}$	$R_{\text{гран}}$
Постійне	1	Гідроізоляційна мембрана	0.011	1.2	0.0132
		$0,01 \times 1,1 = 0,011$			
	2	Утеплювач мін.вата	0,115	1.2	0.138
		$0.1 \times 1,15 = 0,115$			
	3	Пароізоляція	0,0015	1.3	0,00195
		$0.005 \times 0,3 = 0,0015$			
	4	Цементне стягування та монолітна плита	5	1.3	6.5
$0.2 \times 25 = 5$					
5	Вага з/б поясу та зенітного ліхтаря	10	1,2	12	
	$0,4 \times 0,4 \times 2,5 \times 25 = 10$				
		Разом:	15,128		18,68
Тимчасове	6	Снігове	1.55	1.14	1.767
		Всього:	16,68		20,42

#### 4.1.2. Розрахунок монолітної плити

Розрахунок виконаний у програмному комплексі "ЛІРА-САПР" з урахуванням зібраних навантажень та методичних рекомендацій, наведених у [34, 35].

В основу розрахунку покладено метод скінченних елементів в переміщеннях. У якості основних невідомих прийняті такі переміщення вузлів:

- X лінійне по осі X
- Y лінійне по осі Y
- Z лінійне по осі Z
- UX кутове навколо осі X

→ UY кутове навколо осі Y

→ UZ кутове навколо осі Z

Розрахунок виконаний на статичну завантаженість

Розрахункові поєднання напружень для пластинчастих елементів вибираються за критерієм екстремальних напружень з урахуванням напрямку головних майданчиків.

При виборі розрахункових сполучень зусиль враховувались на статичну завантаженість. враховується як постійне навантаження.

Ізополя переміщень в осі Z, наведені на рис. 4.2

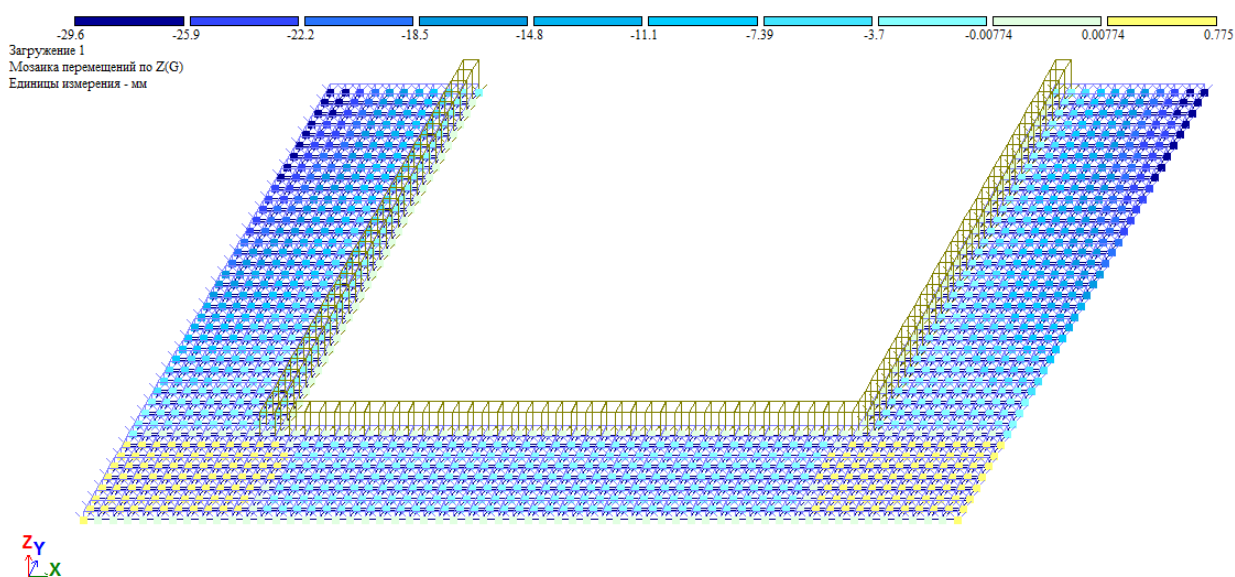


Рис. 4.2. Ізополя переміщень в осі Z

Ізополя напружень по Mx, наведені на рис. 4.3.

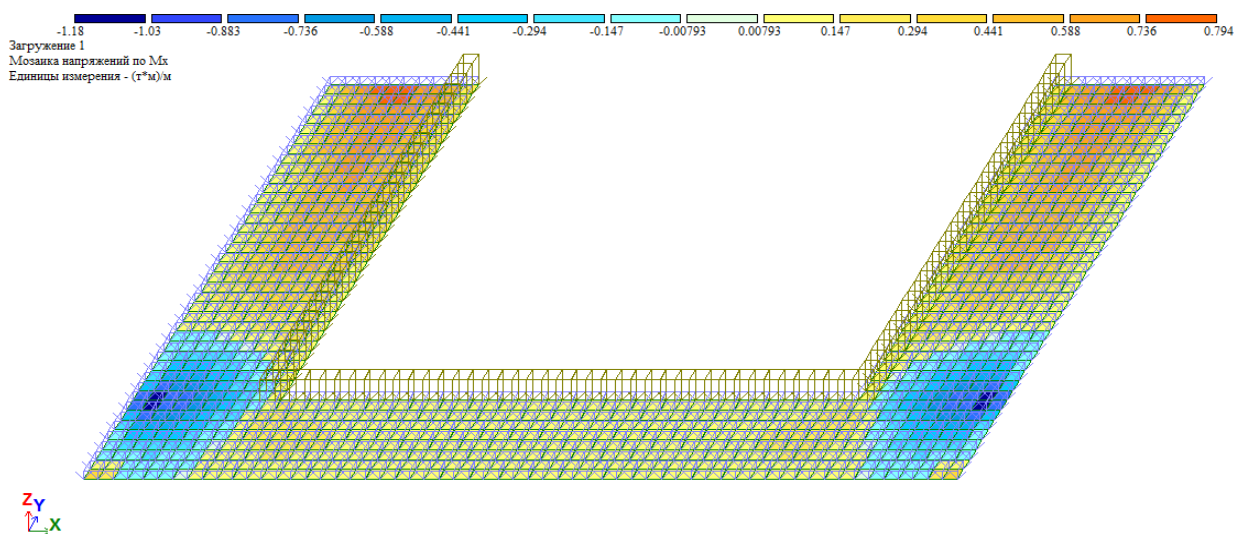


Рис. 4.3. Ізополя напружень по Mx

Ізополя напружень по  $M_y$ , наведені на рис. 4.4.

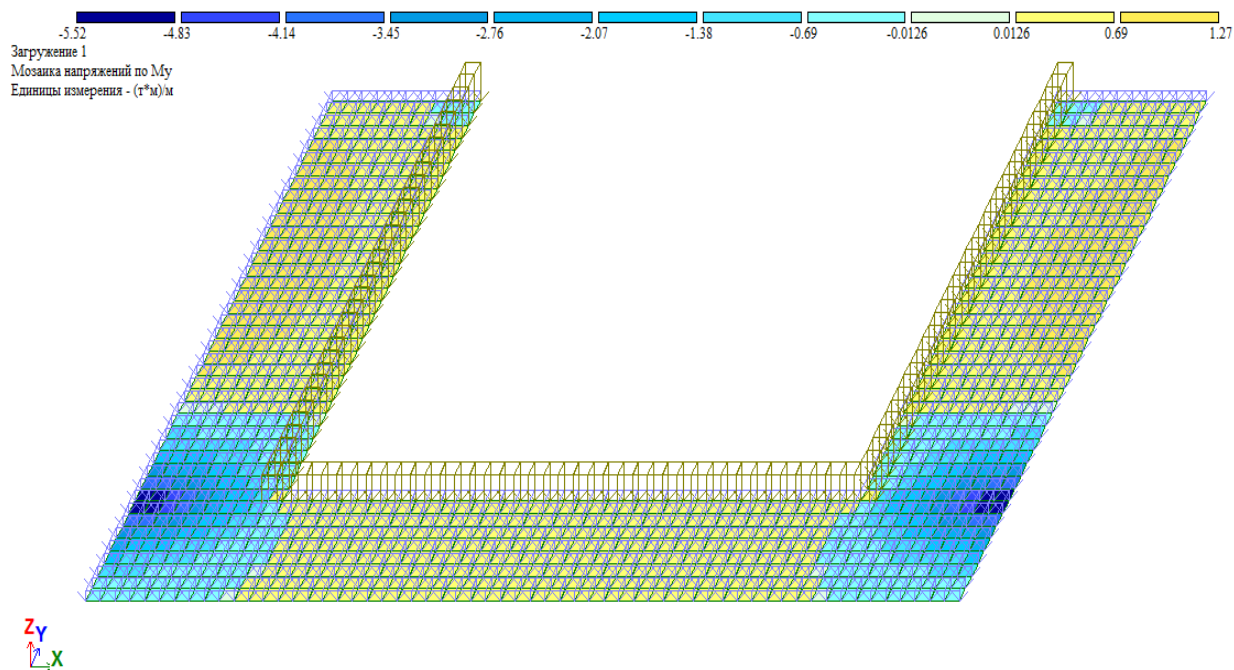


Рис. 4.4. Ізополя напружень по  $M_x$

Ізополя напружень по  $M_{xy}$ , наведені на рис. 4.5

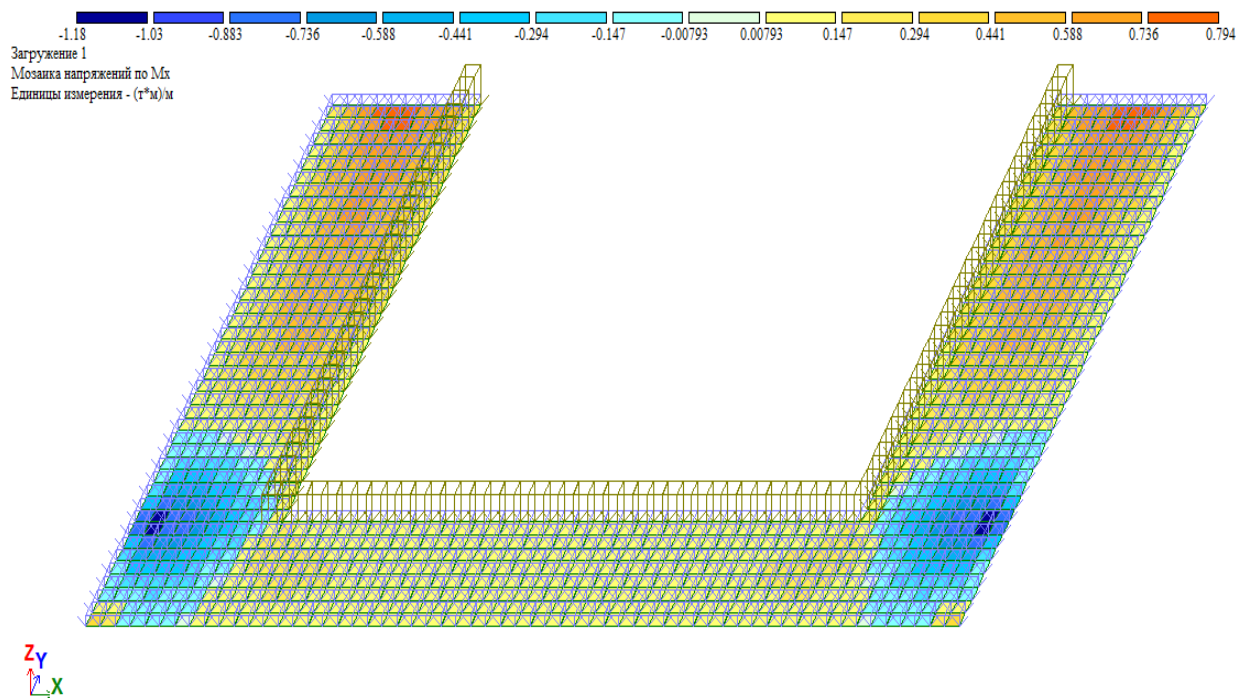


Рис. 4.5. Ізополя напружень по  $M_{xy}$

### Ізополя напружень по $Q_x$ , наведені на рис. 4.6

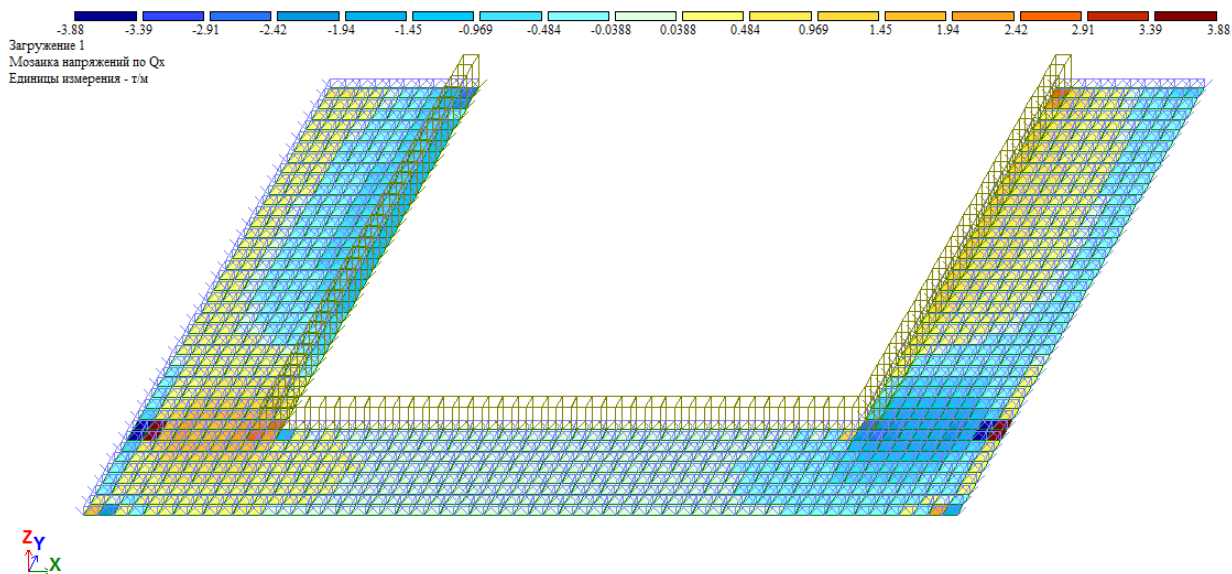


Рис. 4.6. Ізополя напружень по  $Q_x$

### Ізополя напружень по $Q_y$ :

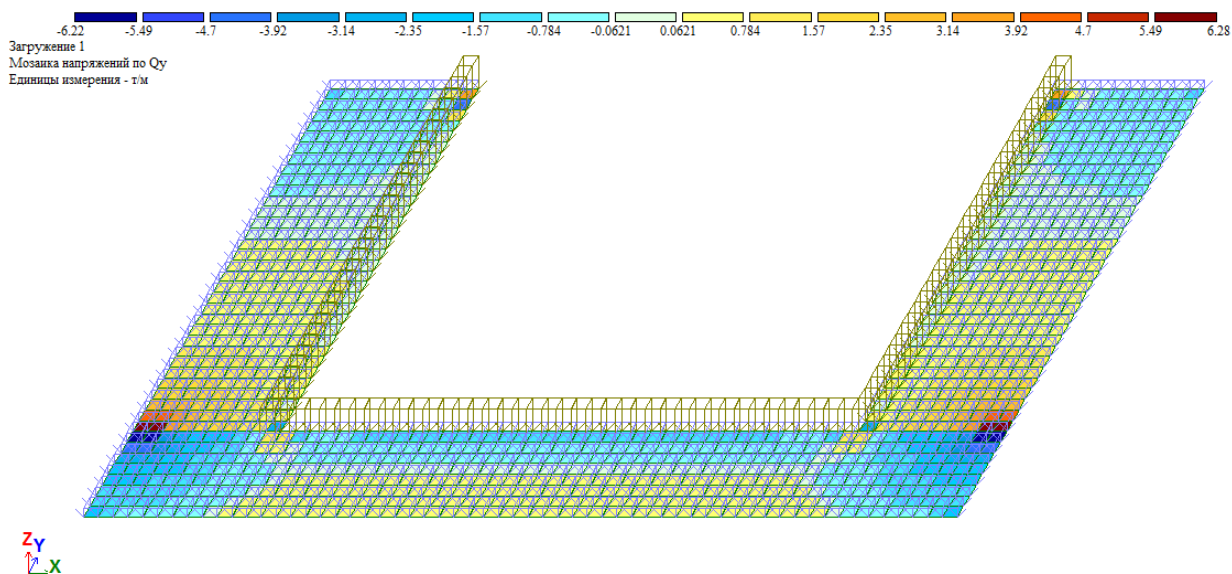


Рис. 4.7. Ізополя напружень по  $Q_y$

### 4.1.3. Конструювання монолітної плити

Результатом розрахунку у програмному комплексі «Ліра-САПР» є необхідні варіанти конструювання, підбору армування [23, 34].

Результати підбору нижнього армування по осі X, наведені на рис. 4.8.

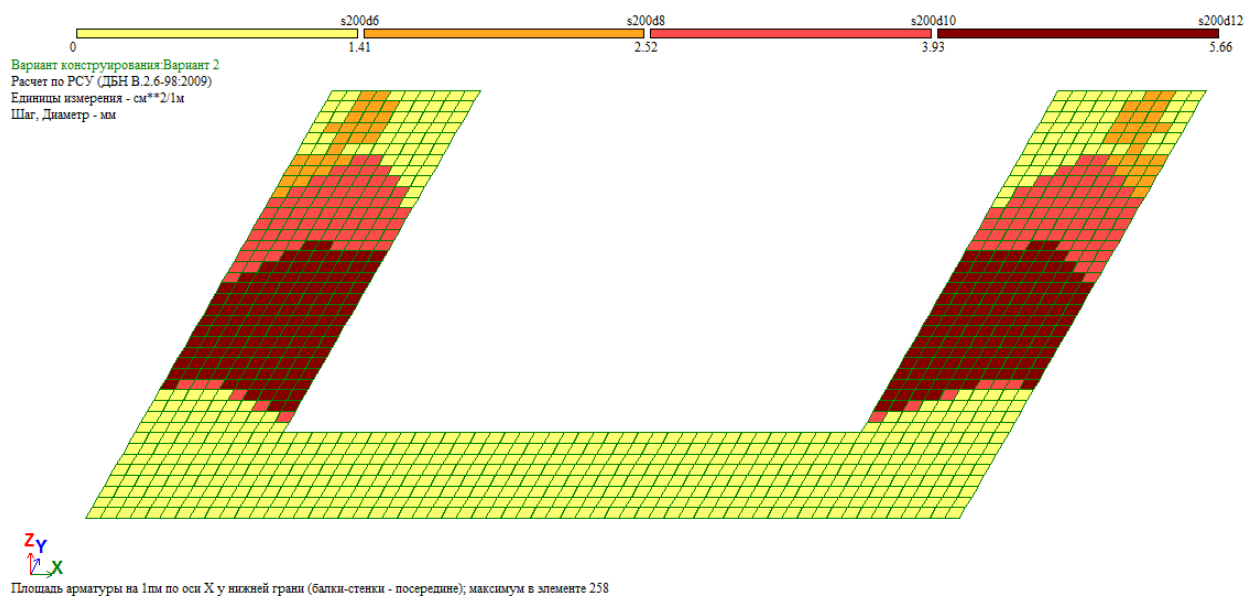


Рис. 4.8. Результаты підбору нижнього армування по осі X

Результаты підбору нижнього армування по осі Y, наведені на рис. 4.9.

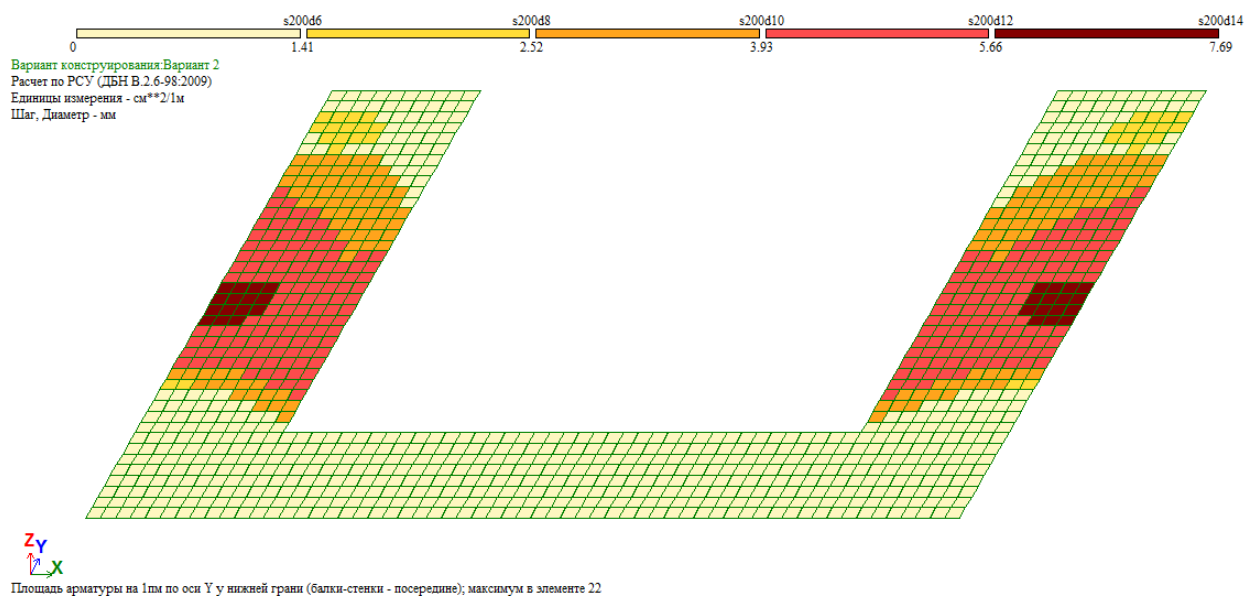


Рис. 4.9. Результаты підбору нижнього армування по осі Y

Результаты підбору армування по осі X, наведені на рис. 4.10.

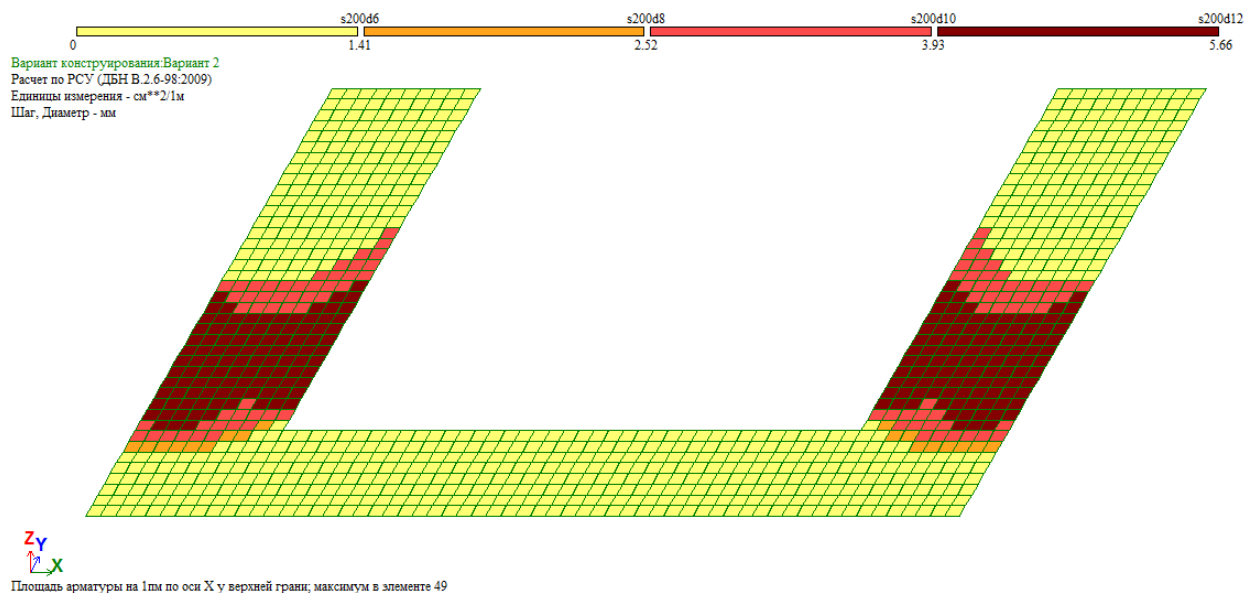


Рис. 4.10. Результаты підбору армування по осі X

Результаты підбору верхнього армування по осі Y, наведені на рис. 4.11.

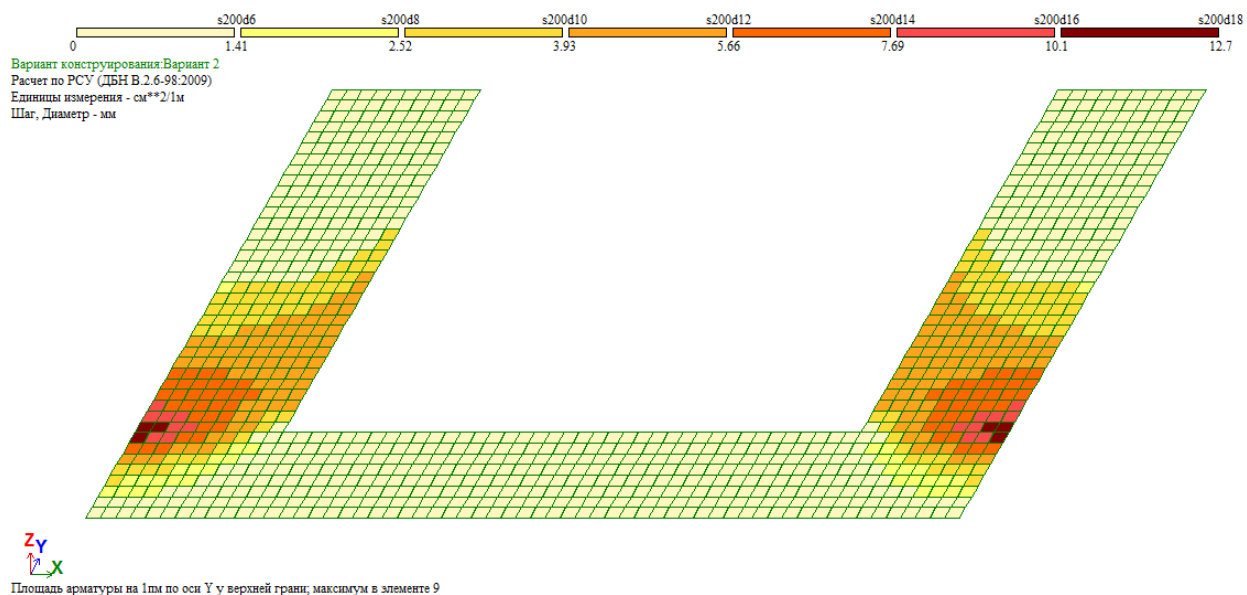


Рис. 4.11. Верхнє армування

На діаграмах можна бачити, що арматура в найбільш напружених областях плити покриття прийнята діаметром 18мм з кроком 200мм [23].

## 5. ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ

### 5.1. Розрахунок фундаменту з висячих паль

#### Вступ

Згідно із завданням магістерської кваліфікаційної роботи, потребується розрахувати та запроектувати пальові фундаменти. Проектування і розрахунок пальових фундаментів рекомендується виконувати, дотримуючись наступної послідовності [26]:

1. Аналізуються інженерно-геологічні та гідрогеологічні умови майданчика будівництва. виявляються конструктивні особливості проектованої будівлі або спорудження і визначаються значення граничних деформацій основ і надземних конструкцій.

2. Визначаються навантаження, прикладені до пальових фундаментів, в рівні верхнього обріза ростверку і складаються їх поєднання.

3. Призначається глибина закладання підошви ростверку.

4. Вибирається вид паль, призначаються розміри поперечного перетину, довжина палі і спосіб занурення її в ґрунт.

5. Призначається розрахункова схема палі (паля-стійка або паля висяча), визначається її несуча здатність по ґрунту і по матеріалу.

6. Визначається кількість паль в куці пальового фундаменту під колону каркасного будинку або кількість рядів і відстань між палями в стрічковому пальовій фундаменті під стіну будівлі.

7. Конструюється ростверк, і призначаються його основні розміри.

8. Уточнюється навантаження, що передається на палі, з урахуванням власної ваги ростверку і ґрунту на його уступах, моментів і горизонтальних навантажень. Перевіряється виконання умови несучої здатності палі (5.1).

9. Розраховується осадка пальового фундаменту і перевіряється виконання умови (5.2) розрахунку за деформаціями.

Збір навантажень на верхньому уступі фундаменту [26], у табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Визначення навантаження на 1м<sup>2</sup> покриття (кПа)

Вид навантаження	№ п/п	Найменування навантаження	$R_{хар.}$	$\gamma_{fe}$	$R_{експ.}$	$\gamma_{fm}$	$R_{гран}$
Постійне	1	Гідроізоляційна мембрана	0,011	1	0,011	1.2	0,013 2
		$0,01 \times 1,1 = 0,011$					
	2	Утеплювач мін.вата	0,115	1	0,115	1.2	0,138
		$0,1 \times 1,15 = 0,115$					
	3	Пароізоляція	0,0015	1	0,0015	1.3	0,001 95
		$0,005 \times 0,3 = 0,0015$					
	4	Цементне стягування та монолітна плита	5	1	5	1.3	6,5
$0,2 \times 25 = 5$							
		Разом:	5,128		5,128		6,653
Тимчасове	6	Снігове	1,55	1	1,55	1,14	1,767
		Всього:	6,68		6,68		8,42

Таблиця 5.2

Визначення навантаження на 1м<sup>2</sup> перекриття (кПа)

Вид навантаження	№ п/п	Найменування навантаження	$R_{хар.}$	$\gamma_{fe}$	$R_{експ.}$	$\gamma_{fm}$	$R_{гран}$
Постійне	1	ПВХ лінолеум $t=5$ мм	0,006	1	0,006	1.1	0,006 6
		$0,005 * 1,2 = 0,006$					
	2	Цементне стягування та монолітна плита	5	1	5	1.3	6,5
		Разом:	5,006		5,006		6,51
Тимчасове	5	Корисне навантаження	1,5	1	1,5	1,2	1,8
		Всього:	6,506		6,506		8,31

Таблиця 5.3.

Визначення навантаження на уступі фундаменту по вісі Г-2, кН,

$$A_{\text{вант}}=36\text{м}^2$$

Вид навантаження	№ п/п	Найменування навантаження	$R_{\text{хар.}}$	$\gamma_{\text{ге}}$	$R_{\text{експ.}}$	$\gamma_{\text{fm}}$	$R_{\text{гран}}$
Постійне	1	Від покриття	184,61	1	184,61		239,51
		$5,128*36=184,61$					
		$6,653*36=239,51$					
	2	Від перекриття	180,22	1	180,22		234,36
		$5,006*36*1=180,22$					
		$6,51*36*1=200,8$					
	3	Від власної ваги колон	54	1	54	1.1	59,4
		$25*7,2*0.3=54$					
	4	Від ваги ростверку	23,5	1	23,5	1.1	25,85
		$0,94*25=23,5$					
		Разом:	442,33		442,33		559,12
Типичне	6	Снігове $1.55*36=55,8$	55,8	1	55,8	1.14	63,61
	7	Корисне навантаження	1,5	1	1,5	1.2	1,8
		Всього:	499,63		499,63		624,53

Таким чином розрахункове навантаження на палю в вісях Г-2 складає:

$$N^I = 624,53 \text{ кН}$$

## 5.2. Розрахунок по визначенню величин фізико-механічних характеристик ґрунтів

Інженерно-геологічна будова майданчика та нормативні величини основних характеристик ґрунтів [26] за даними лабораторних досліджень приведені у таблиці 5.4.

№	Загальний опис ґрунту	Потужність шару, м	Щільність ґрунту, г/см <sup>3</sup>		Вологість ґрунту, дол.од		
			$\rho$	$\rho_s$	W	W <sub>p</sub>	W <sub>L</sub>
1	Ґрунт насипний	1,45	1,48	-	-	-	-
2	Пилувато-глинисті	2,9	1,71	2,68	0,15	0,12	0,20



Необхідна несуча здатність однієї палі:

$$F_{d,cal} \cdot \gamma_k = 624,53 \cdot 1,4 = 874,34 \text{ кН}$$

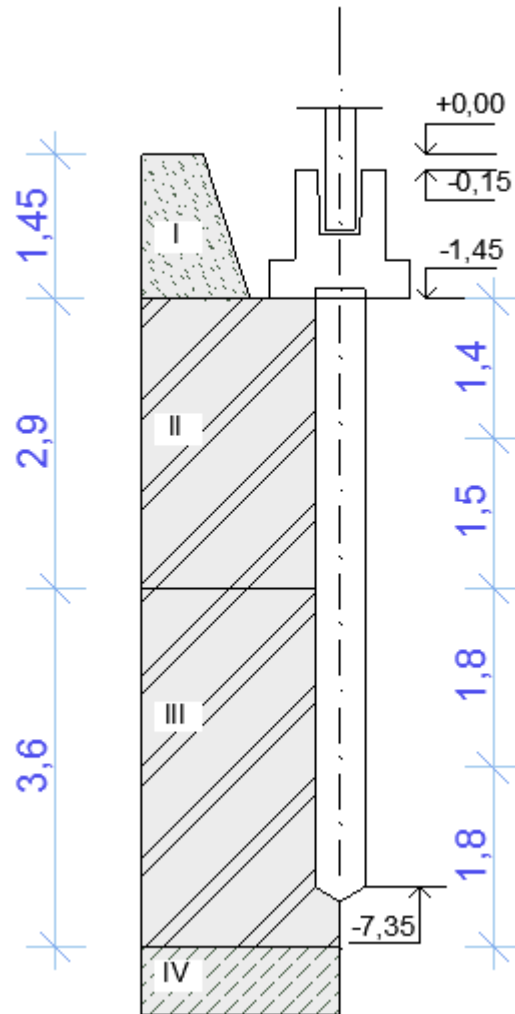


Рис. 5.2. Фрагмент інженерно-геологічного розрізу та розріз висячої палі

Розрахунковий опір по торцю палі ( $R$ ) та розрахунковий опір тертя по бічній поверхні палі ( $f$ ) підбираємо по характеристикам ґрунту:

$$R = 2498 \text{ кПа}$$

$$l_1 = 1,4 \text{ м}; \quad l_{cp} = 2,15 \text{ м}; \quad f_1 = 23,89 \text{ кПа}$$

$$l_2 = 1,5 \text{ м}; \quad l_{cp} = 3,6 \text{ м}; \quad f_1 = 28,85 \text{ кПа}$$

$$l_3 = 1,8 \text{ м}; \quad l_{cp} = 5,25 \text{ м}; \quad f_1 = 29,5 \text{ кПа}$$

$$l_4 = 1,8 \text{ м}; \quad l_{cp} = 7,05 \text{ м}; \quad f_1 = 32,05 \text{ кПа}$$

Несуча здатність одиночної забивної палі:

$$u = 0,5 \times 4 = 2\text{м}$$

Розрахунок за несучою здатністю матеріалу палі:

$$N_{\text{БР}} = \varphi(\gamma_1 c + \gamma_1 c b \times R_{1b} \times A_{1b} + \gamma_1 s \times R_{1s} \times A_{1s}) = 1(1 \times 1 \times 14,5 \times 2500 + 1 \times 400 \times 0,785) = 36564 \text{МПа}$$

**Приймаємо палю С6-50: L=6м, b=0,5м, n=1шт.**

### 5.5. Розрахунок осадки одиночної палі

Фундаменти з висячих паль потребують розрахунку основ за деформаціями. Даний розрахунок виконано за допомогою програми WebCadPro.

Вихідні дані:  $N=0,6245\text{МН}$ ,  $\nu_1 = 0,36$ ,  $\nu_2 = 0,37$ ,  $E_{01} = 24,00 \text{ МПа}$ ,  $E_{02} = 28,50 \text{ МПа}$ ,  $E = 30000 \text{ МПа}$ ,  $A = 0,25\text{м}^2$ ,  $l = 6,0 \text{ м}$ , де:  $\nu_1, \nu_2$  – коеф. Пуассона

$E_{01}, E_{02}$  – модулі деформації ґрунту в межах та за межами палі;

$E$  – модуль деформації матеріалу палі;

$A$  – площа поперечного перерізу палі;

$l$  – довжина палі.

Визначення модулів зсуву:

$$G_1 = E_{01} / 2 (1 + \nu_1) = 24,00 / 2 (1 + 0,36) = 8,82 \text{ МПа},$$

$$G_2 = E_{02} / 2 (1 + \nu_2) = 28,50 / 2 (1 + 0,37) = 10,40 \text{ МПа}$$

Розрахунок:

$$d = \sqrt{\frac{4A}{3}}, 14 = \sqrt{4 \cdot 0, \frac{250}{3}}, 14 = 0,56\text{м}$$

$$l / d = 6,0 / 0,56 = 10,63$$

$$G_1 l / G_2 d = (8,8 \cdot 6,0) / (10,4 \cdot 0,56) = 9,02$$

$$\nu = (\nu_1 + \nu_2) / 2 = (0,36 + 0,37) / 2 = 0,36$$

$$k_v = 2,82 - 3,78\nu + 2,18\nu^2 = 2,82 - 3,78 \cdot 0,36 + 2,18 \cdot 0,36^2 = 1,73$$

$$\nu = \nu_1 = 0,36$$

$$k_{v1} = 2,82 - 3,78\nu + 2,18\nu^2 = 2,82 - 3,78 \cdot 0,36 + 2,18 \cdot 0,36^2 = 1,74$$

$$\chi = E A / G_{11}^2 = (30000,0 \cdot 0,250) / (8,8 \cdot 6,0^2) = 23,62$$

$$\lambda_1 = 2,12\chi^{3/4} / (1 + 2,12\chi^{3/4}) = 2,12 \cdot 23,62^{3/4} / (1 + 2,12 \cdot 23,62^{3/4}) = 0,96$$

$$\beta^i = 0,17 \ln (k_v G_{11} / G_2 d) = 0,17 \ln (1,73 \cdot 8,8 \cdot 6,0 / 10,4 \cdot 0,56) = 0,47$$

$$\alpha^i = 0,17 \ln (k_{v1} l / d) = 0,17 \ln (1,74 \cdot 6,0 / 0,56) = 0,50$$

$$\beta = \beta^i / \lambda_1 + (1 - \beta^i / \alpha^i) / \chi = 0,47 / 0,96 + ((1 - 0,47 / 0,50) / 23,62) = 0,49$$

$$s = \beta (N / G_1 l) = 0,49 (0,625 / 8,8 \cdot 6,0) = 0,0058 \text{ м}$$

Висновок: найбільша осадка паль складає 0,58см, що є набагато меншим за допустимого значення для будівель із залізобетонним каркасом 8см.

### **5.6. Армування залізобетонних забивних паль без поперечного армування стовбура палі**

При армуванні паль слід дотримуватись таких вимог [23, 26]:

1. Схема армування забивних залізобетонних паль без поперечного армування стовбура повинна відповідати наведеній на кресленні цього додатка. Кількість сіток в голові палі показано умовно. Опалубні розміри паль наведені в таблиці цього стандарту.

2. Специфікація арматурних виробів на палі повинна відповідати наведеній і табл. 1 цього додатка.

3. Вибірка сталі на палі при різних варіантах поздовжнього армування приведена в табл. 2 цього додатка.

4. Креслення арматурних виробів, відомість стрижнів на кожен елемент арматурних виробів і вибірка сталі наведені в табл. 3 цього додатка.

Схема армування палі, наведена на рис. 5.3.:

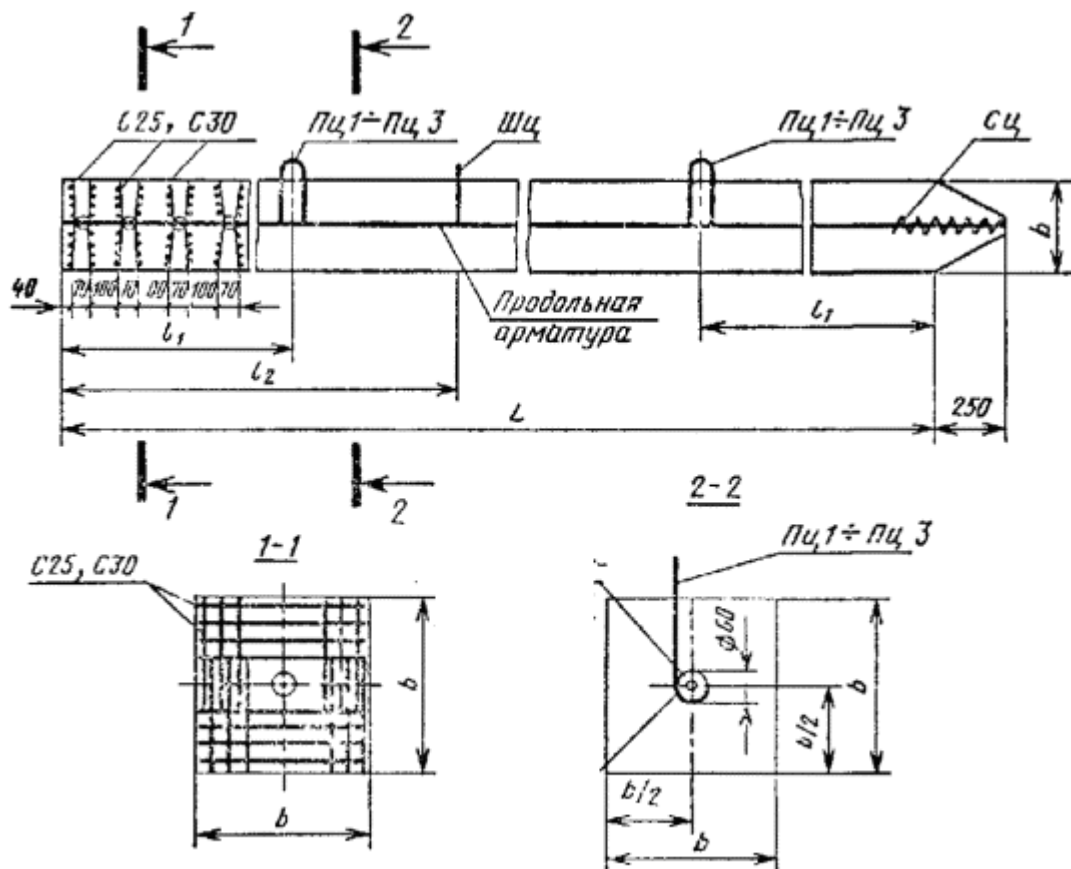


Рис. 5.3. Армування палі

## **6. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА**

### **6.1. Розробка технологічної карти на влаштування рулонної покрівлі**

#### **Вступ**

Завданням даного розділу дипломного проекту є розробка технологічної карти на покрівлі з рулонного матеріалу ФЛІЗОЛ.

Технологічна карта – це основний документ організаційно-технологічної документації, в якому плануються технологія виробництва, обсяги робіт, засоби виробництва і робоча сила, необхідна для їхнього виконання [37].

Технологічна карта містить практичні рекомендації для проведення покрівельних робіт з зазначеного матеріалу.

У технологічній карті надано рекомендації щодо організації праці робітників, зайнятих покрівельними роботами, по установці обладнання і приймання матеріалів. Також наведено інструкції з техніки безпеки та контролю якості робіт, зазначена потреба в механізмах з метою прискорення виконання та підвищення якості робіт [38].

#### **Умови підготовки процесу**

До початку облаштування покрівлі повинні бути виконані і прийняті:

1) всі будівельно-монтажні роботи на ізольованих ділянках, включаючи замонолічування швів між збірними залізобетонними плитами, установку і закріплення до несучих плит водостічних воронок, компенсаторів деформаційних швів, патрубків (або склянок) для пропуску інженерного обладнання, анкерних болтів, антисептованих дерев'яних брусків (або рейок) для закріплення ізоляційних шарів і захисних фартухів;

2) шари паро- та теплоізоляції, стяжки і потім проведена контрольна перевірка ухилів і рівності підстави під покрівлю на всіх поверхнях, включаючи карнизні ділянки покрівель та місця примикань до виступаючих над покрівлею конструктивних елементів.

Перевірочні роботи **повинні включати**: дотримання проектних ухилів від вододілу і інших вищих позначок ската покрівлі до найнижчих – водостічних воронок; для цього спочатку слід встановлювати нівелір і за допомогою рейки визначити їх позначки [38]. Ухили визначаються ставленням перевищення відміток до відстані між точками. Якщо виявиться, що ухил підстави менше проектного, необхідно виправити стяжку, довівши всі позначки до проектних значень; натягнути шнур між усіма високими точками або на вододілі та найнижчою точкою біля воронки з метою перевірки дотримання ухилу по всій поверхні основи на схилі і виправити місця, де будуть виявлені контр-ухили (зворотні ухили); перевірити рівності всієї поверхні підстави. Для цього докласти до поверхні стяжки уздовж і поперек ската триметрову рейку; просвіт між поверхнею підстави і рейкою не повинен перевищувати 10 мм.

Якщо всі вимоги проекту до якості підстави дотримані, можна поверхню стяжки погрунтувати. Просохла після ґрунтування основа готова до початку влаштування покрівлі.

## **6.2. Вимоги до якості підготовчого процесу**

При влаштуванні покрівель із застосуванням рулонних матеріалів повинні виконуватися вимоги норм по техніці безпеки в будівництві, діючих правил по охороні праці і протипожежної безпеки [30].

Робота з влаштування покрівлі з Філізола відповідно до схеми організації робочого місця повинна бути включена в монтажний цикл з тим, щоб використовувати баштовий кран для підйому рулонних матеріалів, а в разі відсутності слід використовувати даховий кран.

Робота з влаштування покрівлі повинна бути організована таким чином, щоб до мінімуму скоротити непродуктивні перестановки механізмів і переходи робітників, а також переміщення і перенесення Філізола.

Для забезпечення якості покрівлі, рівності основи: перед виконанням теплоізоляції виробляють нівелювання поверхні несучих плит для установки

маяків, які є підставою під рейки для укладання монолітної теплоізоляції смугами на необхідну висоту.

Теплоізоляційні роботи поєднують з роботами по влаштуванню пароізоляційного шару (якщо він потрібен по проекту), виконуючи їх «на себе». Це підвищує безпеку теплоізоляції при транспортуванні матеріалів.

Теплоізоляційні плити повинні щільно прилягати одне до одного. Якщо ширина швів між плитами перевищує 5 мм, то їх заповнюють теплоізоляційним матеріалом.

Замочена під час монтажу теплоізоляція повинна бути видалена і замінена сухою. В період організації виконання роботи особлива умова полягає в тому, що теплоізоляційні роботи необхідно проводити в суху погоду, щоб не допустити замокання теплоізоляційного матеріалу. Якість теплоізоляції має бути зазначено в актах на приховані роботи.

Перед пристроєм ізоляційних шарів основа повинна бути сухою, на ній не допускаються уступи, борозни та інші нерівності.

Основою під покрівлю можуть служити: рівні поверхні несучих залізобетонних плит або теплоізоляція без влаштування по них вирівнюючих стяжок; стяжка з цементно-піщаного розчину або асфальтобетону.

У місцях примикання покрівель до стін, шахтам і інших конструктивних елементів повинні бути передбачені перехідні похилі бортики (під кутом  $45^\circ$ ), висотою не менше 100мм з легкого бетону або цементно-піщаного розчину. Стіни з цегли або блоків в цих місцях повинні бути оштукатурені цементно-піщаним розчином марки 50.

При влаштуванні стяжки, що вирівнює з цементно-піщаного розчину, укладання останнього виробляють смугами шириною не більше 3 м обмеженими рейками, які служать маяками. Розчин подають до місця укладання по трубопроводах за допомогою розчинонасосів або в ємностях на колісному ході. Розрівнюють цементно-піщану суміш правилом, це може бути металевий куточок, пересувається по рейках. Грунтовку наносять за допомогою фарбувального розпилувача або кистями (при малих обсягах робіт).

**Вимоги до основи під покрівлю [39]**

Найменування	Вид стяжки	
	з теплоізоляційних шарів монолітної укладки на основі в'язучого	з цементно-піщаного розчину
	цементного	по теплоізоляційним плитам або теплоізоляції монолітної укладки
1. Рівність	Плавно наростаючі нерівності не більше 10 мм поперек ухилу і 5 мм уздовж ухилу по висоті між підставою і контрольною рейкою завдовжки 3 м. Відхилення площини підстави від заданого ухилу не більше 0,2%	
2. Міцність на стиск, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), не менше	0,6 (6)	5(50)
3. Вологість, %	2)	5
4. Товщина, мм	3)	20...25

1) Якщо велика різниця перепадів виробляють зрізання виступів або підкладають клиноподібні пластини (або вирівнюють перепади цементним розчином, бетоном).

2) Не вище передбаченої главою ДБН по будівельній теплотехніці.

3) Товщину теплоізоляції приймають з розрахунку.

4) Температурно-усадочні шви виконують над швами в несучих плитах

**6.3. Організація та технологія будівельного процесу**

Приклейка Філізола здійснюється шляхом розігріву наплавного шару пальниками, які працюють на зрідженому газі пропан-бутану або рідкому паливі.

Влаштування покрівельного килима в межах робочих захваток починають із знижених ділянок: карнизних звисів, ділянок розташування водостічних воронок і розжолобків. При накладці ізоляційних шарів слід передбачати напустку суміжних полотнищ на 100 мм [37].

Технологічні прийоми наклейки наплавного рулонного матеріалу можуть бути різними. Роботу можна виконувати в такій послідовності, рис. 6.1:

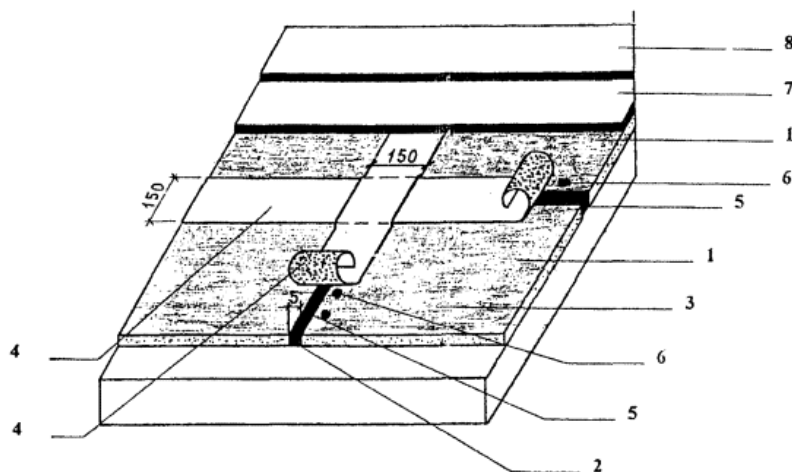


Рис. 6.1. Схема укладки наплавного рулонного матеріалу:

- 1 – стяжка; 2 – шов; 3 – грунтовка по стягуванню; 4 – смуга Філізола В;  
5 – герметик; 6 – точкова приклейка смуги (з одного боку шва); 7 – філізол Н;  
8 – філізол В

Схема компресорного ґрунтовочного агрегату, наведена на рис. 6.2.:

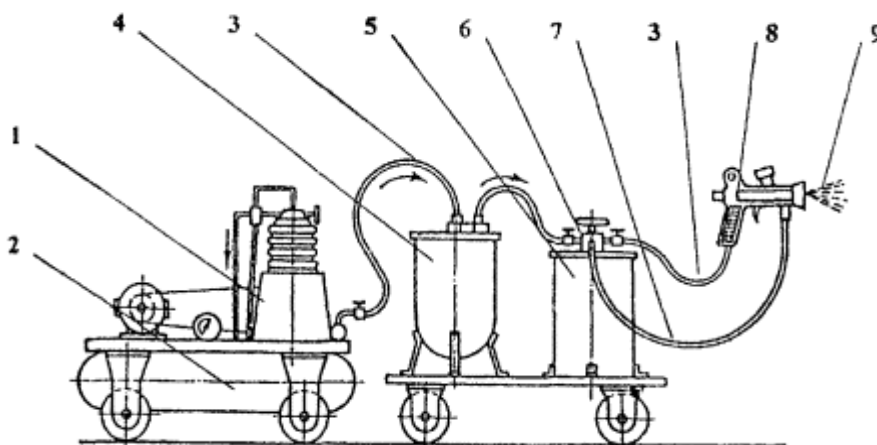


Рис. 6.2. Схема компресорного ґрунтовочного агрегату:

- 1 – компресор; 2 – збірники повітря; 3 – повітряний шланг;  
4 – масловодоотделитель; 5 – фарбонагнетаючий бачок; 6 – редуційний  
вентиль; 7 – ґрунтовочний шланг; 8 – фарборозпилювач; 9 – факел

На підготовлену основу розкочують 5-7 рулонів, приміряють один рулон по відношенню до іншого і забезпечують необхідну напустку. Потім приклеюють кінці всіх рулонів з одного боку і полотнища рулонного матеріалу назад скачують в рулони (при значному охолодженні полотнищ в зимовий період ці операції проводять при легкому підігріванні ручним пальником зовнішньої поверхні рулону). Рулони, розгортаючи, приклеюють до основи за допомогою ручного газового або рідинного пальника.

Крім того, для наклейки рулону можливе застосування захват-раскатчика, що має Г-подібну форму з розмірами плечей по 1000 мм, виготовленого з металеві трубки діаметром не більше 15 мм.

Для цього покрівельник запалює пальник і оплавляє скачаний рулон маятниковими рухами пальника вздовж рулону, тримаючи склянку горілки на відстані 10-20 см від рулону. Після утворення валика стекла наплавленого шару (з нижньої сторони рулону) покрівельник захват-раскатчиком чіпляє і, відступаючи назад, розгортає і приклеює рулон. Прикатка рулону в місцях напусток здійснюється катком IP-735.

Слід особливо уважно стежити за синхронністю розплавлення шару мастики і розкочування рулону. Швидкість руху визначається часом, необхідним для початку розплавлення мастичного шару рулону, що оцінюється візуально по початку освіти валика розплавленої мастики.

Пальник ПВ-1:

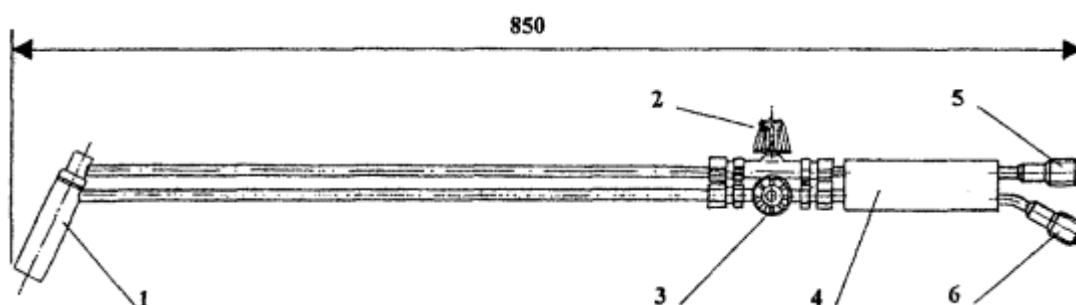


Рис. 6.3. Схема роботи пальника ПВ-1

1 - головка пальника; 2 - вентиль подачі повітря; 3 - вентиль подачі пального; 4 - державка; 5 - штуцер повітря М 16 × 1,5; 6 - штуцер пального М 16 × 1,51 Н

Послідовність влаштування покрівельного килиму, показана на рис. 6.4:

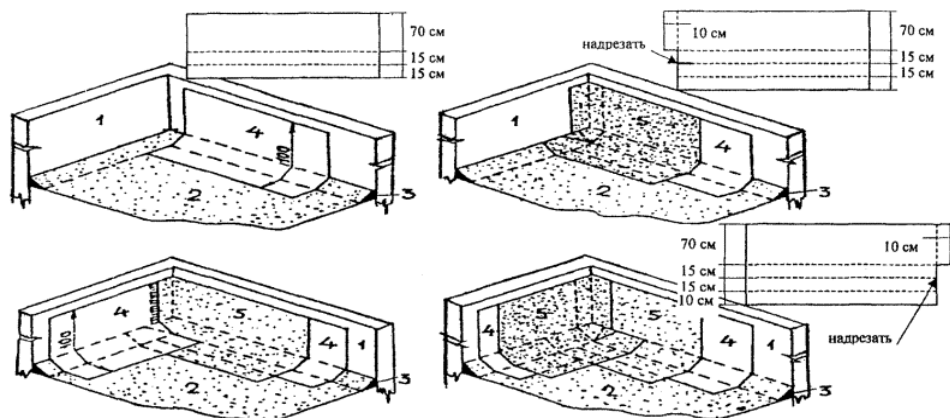


Рис. 6.4. Послідовність влаштування покрівельного килиму:

1 - парапет; 2 - основний покрівельний килим; 3 - перехідний похилий бортик; 4 - нижній шар додаткового килима; 5 - верхній шар (з грубозернистим посипанням) додаткового килима.

Розкладка і розкрій полотнищ наплавного рулонного матеріалу при влаштуванні додаткового покрівельного килима на поверхні внутрішнього кута, рис .6.5:

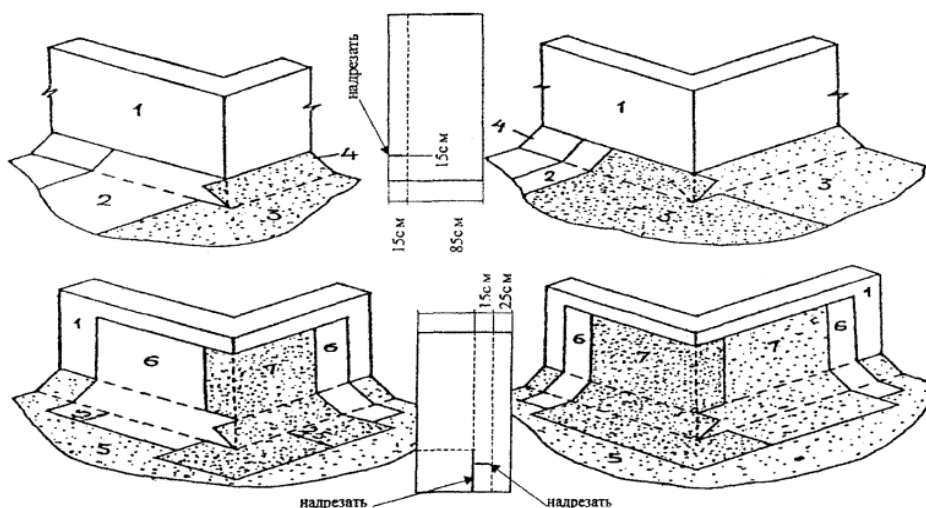


Рис. 6.5. Схема розкладки і розкрію полотнищ наплавного рулонного матеріалу:

1 - стіна з/б поясу під zenітний ліхтар або вент-шахти; 2 - нижній шар основного покрівельного килима; 3 - верхній шар (з грубозернистим посипанням) основного килима; 4 - похилий бортик; 5 - основний покрівельний килим; 6 - нижній шар додаткового килима; 7 - верхній шар (з грубозернистим посипанням) додаткового килима

Воронка внутрішнього водостоку, зображена на рис. 6.6:

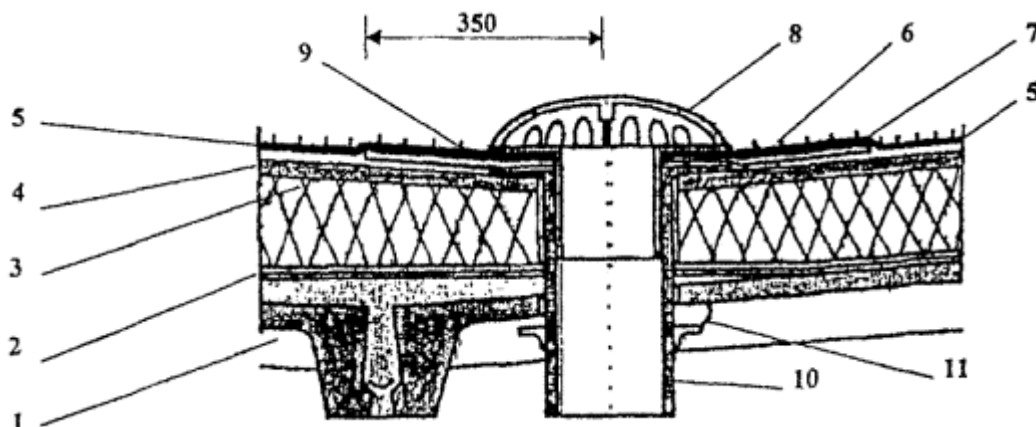


Рис. 6.6. Схема розміщення воронки внутрішнього водостоку:

- 1 - збірна залізобетонна плита покриття; 2 - пароізоляція (за розрахунком);
- 3 - теплоізоляція; 4 - вирівнює стяжка; 5 - основний покрівельний килим;
- 6 - грубозерниста посипка верхнього шару наплавляемого рулонного матеріалу;
- 7 - додатковий шар покрівельного килима; 8- ковпак водоприймальної воронки;
- 9 - легкий бетон вирівнюючого шару ендови; 10 - водоприймальна чаша;
- 11 – ущільнювач

Роботу із влаштування покрівлі з Філізола виконує бригада покрівельників, що складається з 2-х або 3-х чоловік:

один покрівельник працює з пальником для розплавлення наплавленого шару, регулює швидкість руху і контролює якість роботи; другий покрівельник підносить рулони Філізола в робочій зоні, розгортає кожен рулон на 2 м на ділянці приклеїці з метою уточнення напрямку і напустки, потім скачує полотно знову в рулон; третій покрівельник виконує роботу по розкочування рулонів Філізола і ущільнення напусток катком IP-735.

Розігриваючи покривний шар наплавляється з одночасним підігрівом основи або поверхні раніше наклеєного ізоляційного шару, рулон розкочують, щільно притискаючи до основи.

Схема роботи бригади з наклеювання рулону, зображено на рис. 6.7.:

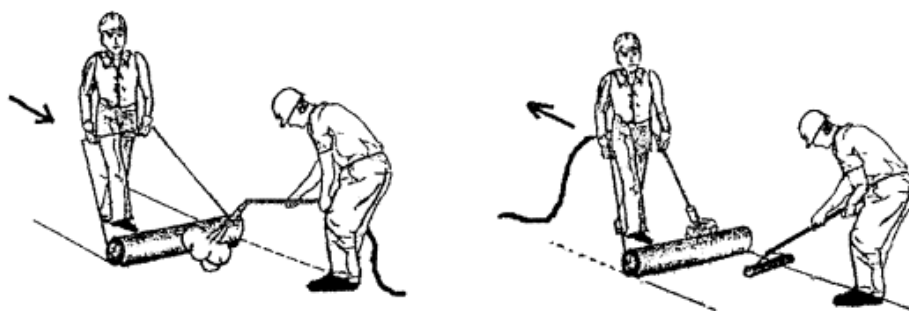


Рис. 6.7. Схема роботи бригади з наклеювання рулону

При влаштуванні покрівлі з підвищеним розташуванням верхньої частини парапетних панелей (більше 450 мм) (Рис. 10) захисний фартух з покрівельним килимом закріплюють пристрілкою дюбелями, а обробку верхній частині парапету виконують з покрівельної сталі, що закріплюється милицями або з парапетних плиток, шви між якими герметизують .

Примикання покрівлі до парапету висотою понад 450мм, рис. 6.8.

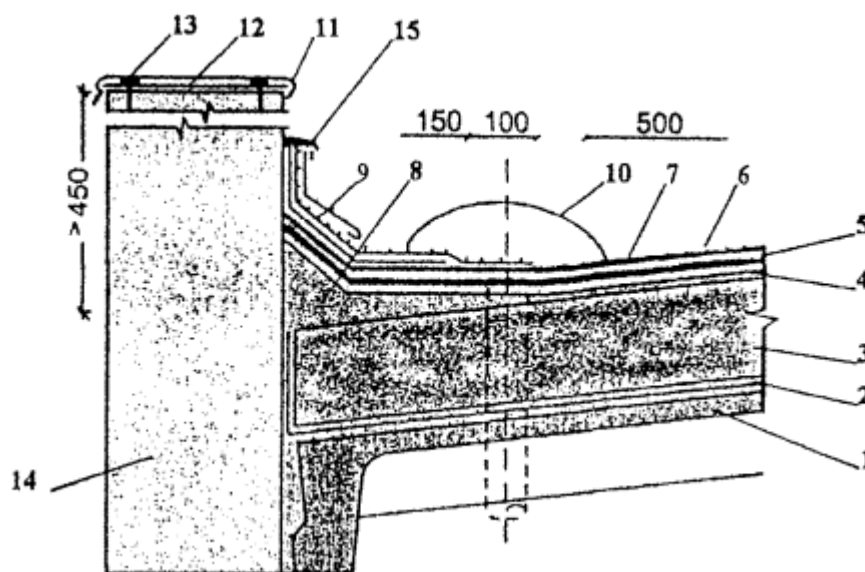


Рис. 6.8. Примикання покрівлі до парапету висотою понад 450мм:

1 - збірна залізобетонна плита покриття; 2 - пароізоляція (за розрахунком); 3 - теплоізоляція; 4 - вирівнює стяжка; 5 - нижній шар основного покрівельного килима; 6 - верхній шар основного покрівельного килима; 7 - грубозерниста посипка; 8 - похилий бортик; 9 - шари додаткового покрівельного килима; 10 - воронка внутрішнього водостоку; 11 - оцинкована покрівельна сталь; 12 - милиці  $40 \times 4$  через 600 мм; 13 - дюбелі; 14 - стіна; 15 - герметизуюча мастика

Додаткові шари покрівельного килима з Філізола для місць примикань до вертикальних поверхнях виконують із заздалегідь підготовлених шматків Філізола необхідної довжини. Верхній край додаткових шарів Філізола повинен бути закріплений. Одночасно кріплять фартухи з оцинкованої сталі для захисту цих верств від механічних пошкоджень і атмосферних впливів на покрівлю. Способи кріплення можуть бути різними: до дерев'яних рейок, закладеним в штрабу цегляної кладки, або пристрілкою металевої планки розміром 4×40мм (через 600мм) дюбелями до бетонної поверхні.

#### **6.4. Вимоги до якості виконання робіт**

У процесі підготовки і виконання покрівельних робіт перевіряють [38]:

- якість Філізола, яке повинно відповідати вимогам ТУ;
- готовність окремих конструктивних елементів покриття для виконання покрівельних робіт;
- правильність виконання всіх примикань до виступаючих конструкцій;
- відповідність числа шарів покрівельного килима вказівкам проекту.

Приймання покрівлі повинно супроводжуватися ретельним оглядом її поверхні, особливо у воронках, водовідвідних лотків, в разжелобках і в місцях примикань до виступаючих конструкцій над дахом.

Виконана рулонна покрівля повинна відповідати таким вимогам [38]:

- мати задані ухили;
- не мати місцевих зворотних ухилів, де може затримуватися вода;
- покрівельний килим повинен бути надійно приклеєний до основи, не розшаровуватися і не мати міхурів, западин.

Виявлені під час огляду покрівлі виробничі дефекти повинні бути виправлені до здачі будинків або споруд в експлуатацію.

Приймання готової покрівлі повинна бути оформлена актом з оцінкою якості робіт. При прийманні виконаних робіт підлягає огляду акти прихованих робіт:

- примикання покрівлі до водоприймальних воронок;

- примикання покрівлі до виступаючих частин вент-шахти, антен, розтяжок, стійок, парпетів;
- пристрій пошарово двох шарів покрівельного килима.

Після закінчення всіх покрівельних робіт необхідно виконати вимоги екологічної чистоти:

- всі залишки бітуму, містичних грудок, обрізків рулонних матеріалів повинні бути ретельно упаковані, укладені в ємності, контейнери і спущені з покрівлі за допомогою механізованих засобів (дахові крани, підйомники, лебідки і т.д.), потім вивезені у спеціально відведені зони.

### 6.5. Визначення обсягів робіт

Таблиця 6.2

#### Визначення обсягів виконання робіт

№	Найменування робіт	Обсяг робіт		Трудомісткість робіт	
1	Очищення основи від сміття механізованим способом	100м <sup>2</sup>	5,84	люд-змін	0,3
2	Влаштування пароізоляції	100м <sup>2</sup>	5,84	люд-змін	4,9
3	Влаштування теплоізоляції	100м <sup>2</sup>	5,84	люд-змін	8,4
4	Влаштування цементно-піщаної стяжки з послідуочим огрунтуванням стяжки	100м <sup>2</sup>	5,84	люд-змін	15,3
5	Обробка водостічних воронок	1шт	8	люд-змін	1,3
6	Грунтування поверхні праймером	100м <sup>2</sup>	5,84	люд-змін	0,48
7	Покриття даху Філізолем з опалюванням покривного шару	100м <sup>2</sup>	5,84	люд-змін	3,5
8	Обробка примикань до стін захисними фартухами з покрівельної стали	1м	153	люд-змін	5,54

### 6.6. Матеріально-технічне забезпечення робіт

Потреба в основних матеріалах, необхідних для влаштування покрівельних робіт, визначається на підставі "Нормативних показників витрати матеріалів" і приведена в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3

#### Відомість потреби в основних матеріалах:

№	Найменування матеріалів, виробів	Вихідні дані		Потреба на вимірювач кінцевої продукції
		Одиниці виміру	Норма витрат	
1	2	3	4	5
Одношарова покрівля				
1	Філізол-супер	м <sup>2</sup>	115 на 100 м <sup>2</sup>	671,6
2	Праймер	кг	800г на 1 м <sup>2</sup>	467,2
3	Зріджений газ пропан-бутан	кг	22 на 100 м <sup>2</sup> шару	128,5

### 6.7. Техніко-економічні показники за технологічною картою

Техніко-економічні показники за технологічною картою, наведені у таблиці 6.4

Таблиця 6.4.

#### Техніко-економічні показники за технологічною картою

№	Найменування показників	Од. вим	Кількість
1	Обсяг робіт за техкартою	м <sup>2</sup>	3504
2	Тривалість виконання будівельного процесу	змін	15
3	Трудомісткість виконання всього обсягу робіт	Люд-год	317,76
4	Виробіток одного робітника в зміну	м <sup>2</sup> /змін	78
5	Виробіток бригади в зміну	м <sup>2</sup> /змін	233,6

## 7. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

### 7.1. Розробка будівельного генерального плану

Будівельним генеральним планом (будгенпланом) називають план будівельного майданчика, на якому розміщені об'єкти будівництва, існуючі будівлі та споруди, показані: розстановка основних монтажних і вантажопідйомних механізмів, тимчасових будівель і споруд, тимчасові мережі каналізації, водопостачання та електропостачання, майданчики укрупнювального зборок та інші споруди і пристосування, що зводяться і використовуювані в період будівництва [28].

Для розробки будгенплану необхідні такі вихідні матеріали:

- генплан розміщення будівлі, споруди або комплексу будинків і споруд;
- Матеріали технічних рішень по водопостачанню, енергопостачанню, транспорту;
- матеріали інженерних і техніко-економічних вишукувань;
- матеріали за обраними методам виробництва робіт;
- розрахунки потреб будівельного майданчика під часів-них будівлях, складських площах та інших елементах будівельного виробництва.

При розробці будгенплану повинно бути враховано наступне [28]:

- рішення будгенпланом повинні бути ув'язані з іншими розділами проектів, у тому числі і з прийнятою технологією робіт, і встановленими термінами будівництва;
- рішення будгенпланом повинні відповідати вимогам будівельних нормативів;
- будгенплан повинен забезпечити повне задоволення побутових потреб учасників будівництва – це вимога реалізується шляхом підбору та розміщення побутових приміщень, об'єктів харчування та санітарної гігієни, відпочинку учасників будівництва, пішохідних шляхів та ін .;

→ всі тимчасові будівлі і споруди, крім мобільних, повинні розташовуватися на ділянках, що не підлягають забудові до кінця будівництва;

→ місця для розвантаження та складування збірних конструкцій слід вибирати в безпосередній близькості від місць їх монтажу. Це скоротить кількість перевантажень і зменшить відстань повторних перевезень. Доцільність проміжного перевантаження масових матеріалів необхідно піддавати ретельному аналізу;

→ правильне розміщення монтажних механізмів, місць укрупненого конструкцій, розміщення майданчикових бетонно-розчинних вузлів - основна умова правильної побудови стройгенплану;

→ прийняті в будгенпланом рішення мають відповідати вимогам техніки безпеки та умовам охорони довкілля;

→ будівництво тимчасових споруд на будівельному майданчику по можливості повинне бути зведене до мінімуму. Для обслуговування будівництва, якщо є для цього умови, повинні бути використані по максимуму існуючі будівлі, споруди, дороги, мережі. Створення тимчасових споруд повинно бути ретельно обгрунтовано. З метою економії коштів необхідно використовувати типові інвентарні і збірно-розбірні споруди;

→ при використанні інвентарних тимчасових споруд за типовими проектами в ПВР на них повинні бути зроблені відповідні посилання.

Будівельний генеральний план включає в себе [28]:

- межі будівельного майданчика, її види огороження;
- постійні та тимчасові мережі та комунікації;
- постійні та тимчасові дороги;
- схеми руху транспортних засобів та будівельних механізмів;
- місця установки будівельних і вантажопідйомних машин механізмів із зазначенням шляхів їх пересування і зон дії;
- будуються тимчасові будівлі та споруди;
- розташування побутових приміщень;
- шляхи руху робітників, проходи в будівлі і споруди;

- джерела електропостачання і освітлення будмайданчика;
- майданчики і приміщення для складування матеріалів і конструкцій;
- розташування протипожежного водопроводу і гідрантів;
- майданчики укрупнювального складання конструкцій;

## **7.2. Проектування тимчасових шляхів та їх типів**

Внутрішні транспортні комунікації на території будівельного майданчику облаштовуються з метою забезпечення ефективної роботи підйомно-транспортних і монтажних машин, агрегатів та установок для технологічного обслуговування будівельно-монтажних робіт, тимчасового зберігання обладнання, конструкцій та інших виробів, що надходять на будівництво, а також для забезпечення надійного й безпечного проходу працівників до місць виконання робіт, підсобних приміщень та споруд [39].

Внутрішні тимчасові автошляхи запроектовано з утрамбованого щебеню у вигляді кільцевої схеми. Рух одnobічний, кількість смуг руху - 1. Ширина смуги – 5м. Також влаштовано кармани шириною 3,5м для забезпечення можливості маневрування, стоянки автотранспорту та доставки будівельних матеріалів та конструкцій на місця складування. Габарити карманів та виліт крюка монтажного крану дозволяють приймати будівельні конструкції та матеріали з транспортних засобів та завантажувати місця складування.

Радіуси заокруглення доріг в плані прийнято 22м.

Тимчасові пішохідні траси для проходження до адміністративно-побутових приміщень прийнято з трамбованого щебеню, шириною 2м [39].

## **7.3. Адміністративно-побутові приміщення**

Проектування тимчасових будівель і споруд ведеться за даними календарного плану, а саме – кількості робітників та ІТР на буд майданчику. Площа та тип адміністративно-побутових та господарських приміщень приймається за нормами потреби у площі, наведена на рис. 7.1.

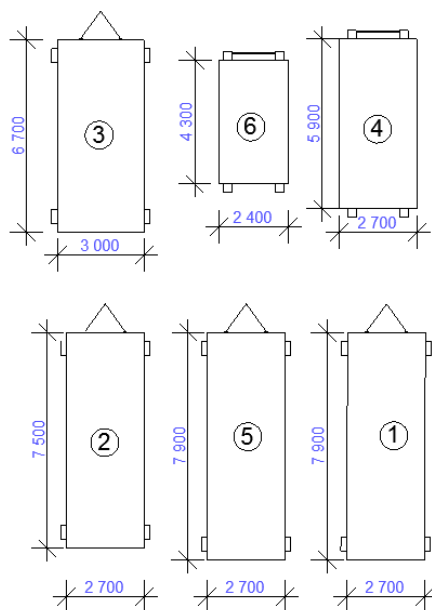


Рис. 7.1. Схема розміщення адміністративно-побутових та господарських приміщень на будгенплані

Таблиця 7.1

Відомості щодо адміністративно-побутових та господарських приміщень на буд генплані [39]

№	Назва	Площа, м <sup>2</sup>
1	Прохідна та прорабська з диспетчерською	21,33
2	Приміщення для прийому їжі	20,25
3	Гардеробна	20,1
4	Душові та приміщення для сушіння одягу	15,93
5	Приміщення для відпочинку робочих	21,33
6	Приміщення-майстерні	10,32

Максимальна кількість робітників у зміну визначається за технологічною картою на вид робіт або за календарним графіком.

#### 7.4. Розрахунок потреби в складських приміщеннях

Визначення потреби в будівельних складах ведеться по нормах витрати матеріалів в обсягу робіт. Тривалість розрахункового споживання певного

матеріалу в днях приймається по календарному плану будівництва. Необхідні запаси конструкцій, матеріалів і виробів, які повинні зберігатися на приоб'єктних складах, визначаються відповідно до графіків їх завезення на будівельний майданчик, розрахованими при розробці календарного плану робіт, з урахуванням призначених норм запасу цих матеріалів [39].

Склади для зберігання матеріально-технічних ресурсів споруджуються з дотриманням нормативів складських приміщень і норм виробничих запасів.

Майданчики для складування будівельних конструкцій розташовуються в зоні дії кранів з урахуванням технологічної послідовності монтажу. Розміри майданчиків приймаються відповідно габаритам конструкцій з урахуванням проходів.

### **7.5. Розрахунок потреб будівництва у воді**

При проектуванні будгенплану розв'язуються питання забезпечення будівництва водою для виробничих, господарсько-питних, санітарно-технічних потреб. Тимчасові мережі водопостачання майданчика розробляються з таким розрахунком, щоб вони підходили на всі періоди будівництва об'єкту та по можливості не перебудовувались.

Тимчасове водопостачання здійснено від діючих водопроводів, розташованих поблизу району будівництва.

#### **Розрахунок тимчасового водопостачання:**

Проект водопостачання розробляється одночасно з рішенням основних питань організації будівельного майданчика.

Глибина закладання трубопроводів в залежності від промерзання ґрунтів – 1,2м від поверхні землі.

Діаметр труби для пожежних потреб – 100мм. На цій гілці встановлюють пожежні гідранти на відстані 150м між собою, або біля кожного входу в будівлю.

Діаметри тимчасових роздавальних трубопроводів прийнято Ø50мм.

Потребу будівництва в воді (л/с) визначають в залежності від прийнятих методів виробництва робіт, їх об'ємів та строків їх виконання.

Загальна витрата води (л/с) на будмайданчику [28, 39]:

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{госп-пит}} + Q_{\text{сан-тех}} + Q_{\text{вир}} + Q_{\text{пож}}$$

де

$$Q_{\text{госп-пит}} = \frac{q_3 \times N_1 \times k_2}{n \times 3600} = \frac{15 \times 27 \times 2}{8 \times 3600} = 0,03 \text{ л/с}$$

$Q_{\text{госп-пит}}$  – розрахункові секундні витрати води на господарчо-питні потреби

$Q_{\text{сан-тех}}$  – розрахункові секундні витрати води на санітарно-технічні потреби

$$Q_{\text{сан-тех}} = \frac{q_4 \times N_2}{m \times 60} = \frac{40 \times 11}{45 \times 60} = 0,163 \text{ л/с}$$

$Q_{\text{вир}}$  – розрахункові секундні витрати води на виробничі потреби

$Q_{\text{пож}}$  – мінімальні витрати води на пожежогасіння – з розрахунку дії двох інструментів разом з гідрантів 5л/с на кожний

$$Q_{\text{вир}} = \frac{q_2 \times V \times k_2}{n \times 3600} \approx 0,2 \text{ л/с}$$

$$Q_{\text{пож}} = q_1 \times k_1 = 5 \times 2 = 10 \text{ л/с}$$

$q_1$  – витрати води на пожежогасіння – 5л/с

$q_2$  – питомі витрати води на одиницю об'єму

$q_3$  – питомі витрати води на робітника в зміну – 10...15л

$q_4$  – питомі витрати на одного, що користується душем – 30...40л

$N_1$  – кількість робітників в максимальну зміну.

$N_2$  – кількість робітників, що користується душем – 40%N

$k_2$  – коефіцієнт годинної нерівномірності споживання води – 1,5...2,5

$k_1$  – кількість струменів

$m$  – тривалість роботи душового обладнання – 45хв. Після зміни

$n$  – кількість годин роботи в зміну

$V$  – об'єм будівельних робіт – штукатурних, малярних, покрівельних.

$$Q_{\text{заг}} = 0,03 + 0,163 + 0,2 + 10 = 10,39 \text{ л/с}$$

Розрахунок діаметра труб, магістрального водопроводу, по гілкам якого встановлені гідранти:

$$d = \sqrt{\frac{4 \times Q_{\text{заг}} \times 1000}{\pi \times v}} = \sqrt{\frac{4 \times 10,39 \times 1000}{3,14 \times 1,5}} = 94 \text{ мм}$$

де  $v$  – швидкість руху води в трубах, м/с (для малих діаметрів – 0,6...0,9; для великих – 0,9...1,4)

Діаметр магістрального трубопроводу приймаємо 100мм.

Всі прийняті рішення, щодо прокладання трас тимчасового трубопроводу, розміщення гідрантів, колодязів та роздавальних кранів наведено на будгенплані.

## 7.6. Організація тимчасового енергозабезпечення та освітлення

Загальна потреба в електроенергії будмайданчика може бути встановлена у вигляді потужностей (кВ·А) загальної трансформаторної підстанції [39].

Необхідна потужність трансформаторної підстанції розраховується за формулою:

$$P = n \times c \times k_1 = 0,302 \times 400 \times 0,9 = 108,7 \text{ кВ} \cdot \text{А. ,де}$$

$n$  – розрахунковий нормативний показник потреби в електроенергії, кВ·А на 1млн.грн. річного обсягу робіт по будмайданчику – 400кВ·А

$c$  – річний обсяг БМР;

$k_1$  – коефіцієнт, що враховує зміни кошторисної вартості будівництва в залежності від району будівництва – 0,83...0,9.

Підбираємо трансформаторну підстанцію типу ТМ 380/220/36, потужністю 160 кВт, зовнішнього влаштування з розмірами в плані 2,2×1,2м.

Для роботи монтажного крану та інших механізмів(бетонозмішувачі) – 380V, для освітлення території виконання робіт – 220V, 36V – для спеціальних робіт(обігрівання бетону).

Тимчасові мережі електроенергії запроектовано у вигляді повітряних ліній. Відстань між стовпами, яка залежить від ваги проводів і міцності опор, становить 30м. Стовпи повітряних ліній використовуються для розміщення прожекторів, що використовуються для охоронного освітлення території будівельного майданчику.

Проектується охоронне, аварійне та освітлення робочих місць.

Аварійне освітлення влаштовується на незалежній лінії в місцях основних проходів та спусків.

Освітлення робочих місць проводиться прожекторами, кількість яких розраховується. Необхідно також освітлити в'їзд на будмайданчик та всі адміністративно-побутові приміщення.

Охоронне освітлення робиться по периметру майданчика освітленістю не менш 0,5лк, яке здійснюється за рахунок прожекторів, що встановлюються паралельно забору на стовпах через 30м.

Тимчасова мережа електроосвітлення підключається до міської мережі через трансформаторну підстанцію. Від трансформаторної підстанції по стовпах до розподільчої шафи. На кожній ділянці розташовано щиток для споживачів. До розподільчої шафи підключаються всі споживачі.

### **7.7. Вибір монтажного крана**

Вибір кранів для спорудження будівель та споруд проводиться в два етапи. На етапі розробки ПОБ, коли приймаються основні організаційні та технологічні рішення ситуаційного плану, встановлюють технічну можливість використання крана визначеного розміру. На наступному етапі - при розробці ПВР уточнюють параметри крана, які вимагаються, і виконують техніко-економічні розрахунки та визначають економічну доцільність використання конкретної марки крана [39].

Вихідними даними при виборі крана є:

→ габарити та конструкція будівель та споруд (в плані та по вертикалі);

→ параметри (маса, габарити) конструкцій, які монтуються і їх розміщення на плані в будівлях;

→ прийнята технологія і метод монтажу; ,

→ умови виконання робіт (грунтові та кліматичні чинники, конструктивні особливості підземної частини будівлі, ступінь зосередженості на майданчику будівель та споруд, які будуються, організаційно-технічні обмеження, які існують).

Технічні параметри монтажних кранів включають: висоту підйому крюка, вантажопідйомність, виліт крюка. Ці ж параметри кранів визначають і їх розміщення на будівельних майданчиках.

Вибір монтажного крану ведеться по 3м даним: висота підйому крюка  $H_{кр}$ , виліт стріли  $L_{кр}$  та вага вантажу  $Q$ .

Всі монтажні механізми та шляхи їх руху на буд генплані позначені та прив'язані до споруд постійного призначення.

При зведенні будівлі використовується кран стріловий КС-5363 з  $L_{кр\ max} = 21$ м. Технічні параметри КС-5363:

Таблиця 7.2

Технічні параметри будівельного крану КС-5363

$L_{кр}$ (виліт крюка)	$L_{кр}^{max}$	21м
	$L_{кр}^{min}$	6м
$H_{кр}$ (висота крюка)	При $L_{кр}^{max}$	8,4
	При $L_{кр}^{min}$	18,3/14,7
$Q$ (вантажопід'ємність)	При $L_{кр}^{max}$	3,3/4
	При $L_{кр}^{min}$	25/30

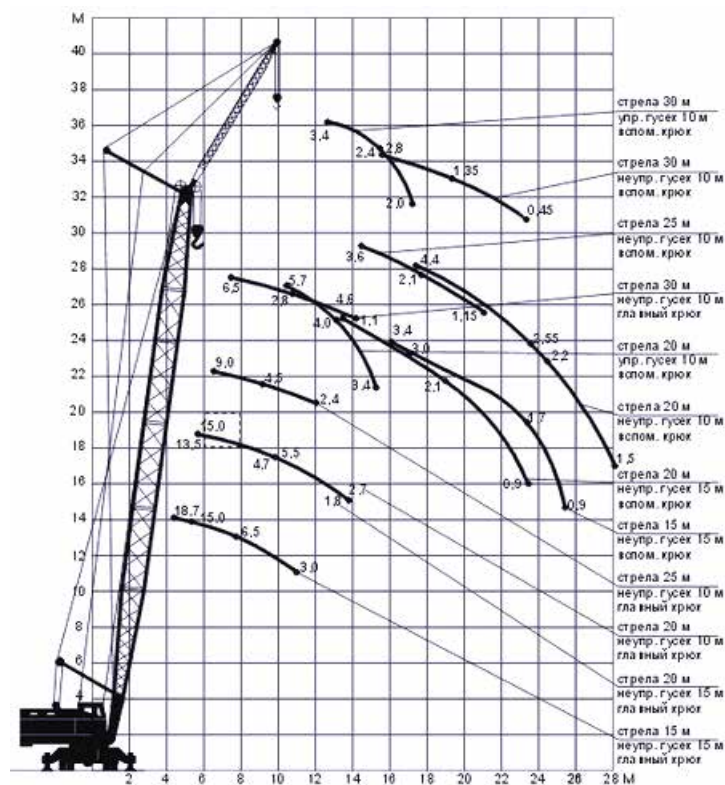


Рис. 7.2. Технічні параметри будівельного крану КС-5363 [39]

Небезпечною зоною роботи крана називають простір, де можливе падіння вантажу при його переміщенні з урахуванням ймовірного розсіювання при падінні.

Межі небезпечних зон в місцях, над якими відбувається переміщення вантажів вантажопідіймальним краном, а також поблизу споруджуваного будинку, визначаються горизонтальною проекцією на землю траєкторії найбільшого зовнішнього габариту переміщуваного (падаючого) вантажу (предмета), збільшеної на розрахункову відстань відльоту вантажу (предмета).

Для даного буд генплану прийнятий радіус небезпечної зони 24м від місця стоянки монтажного крану.

Техніко-економічні показники буд генплану наведені у графічній частині проєкту до МКР.

## 8. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці в будівництві - це система законодавчих, соціально-економічних, технічних, екологічних, гігієнічних і організаційних заходів, мета яких забезпечити здоров'я працівників від виробничих пошкоджень і нещасних випадків та забезпечити найбільш сприятливі умови продуктивної праці [29].

Охорона праці включає в себе питання трудового законодавства техніки безпеки, санітарно-гігієнічних заходів, протипожежної безпеки, а також нагляд і контроль за виконанням вимог норм і правил з охорони праці.

У даному розділі магістерської кваліфікаційної роботи розглядаються питання техніки безпеки та охорони праці при виконанні покрівельних робіт по влаштуванню рулонної покрівлі.

### 8.1. Загальні положення

До обслуговування і експлуатації засобів механізації при виробництві покрівельних робіт допускаються особи, що добре вивчили правила експлуатації, специфічні вимоги по техніці безпеки і мають посвідчення про допуск до роботи.

Для транспортування балонів із зрідженим газом пропан-бутаном в зоні будмайданчика або в межах даху допускається використання спеціальних візків, розрахованих на 2 балона. Балони на візках повинні надійно кріпитися хомутом.

Категорично забороняється подавати на дах наповнені газом балони ковпаком вниз.

Кантовка наповнених балонів допускається в межах робочого місця і тільки по підставі даху, не дає іскри при ударі по ньому металом.

Стороннім особам забороняється перебувати в робочій зоні під час виконання робіт по наклейці Філізола.

Перед початком роботи покрівельник повинен надіти спецодяг і переконатися в її справності. Взуття має бути не ковзної. Запобіжні

пристосування (пояс, мотузка, ходові містки, переносні драбини і т.п.) повинні бути своєчасно випробувані і мати бирки.

Необхідно отримати у майстра, керівника робіт інструктаж про безпечні методи, прийоми і послідовність виконання майбутньої роботи.

Перед початком роботи покрівельникові необхідно:

→ підготувати робоче місце, прибрати непотрібні матеріали, очистити всі проходи від сміття і бруду;

→ переконатися в надійності риштування, а на плоскій покрівлі, тимчасового огороження. Перевірити огорожено місце роботи внизу будівлі, зміцнити всі матеріали на даху;

→ зовнішнім оглядом перевірити справність балонів, пальників, рукавів, надійність їх кріплення (кріпити рукава тільки металевими хомутами), справність редукторів, манометрів.

При роботі з газовими балонами (робочий газ - пропан) необхідно керуватися «Тимчасовою інструкцією по безпечній експлуатації постів, зберігання і транспортування балонів зріджених газів пропан-бутанової суміші при гідроізоляційних роботах».

При роботі на схилах з ухилом понад  $20^\circ$  і при обробці карнизів покрівлі з будь-яким ухилом покрівельник повинен користуватися запобіжним поясом і мотузкою, міцно прив'язаної до стійких конструкцій будівлі. Місця закріплення повинен вказати майстер чи виконроб.

Скидати з покрівлі матеріал і інструмент забороняється, щоб уникнути падіння з покрівлі на людей, що проходять будь-яких предметів встановлюються запобіжні козирки над проходами, зовнішніми дверима. Зона можливого падіння предметів відгороджується, вивішується плакат «Прохід заборонено».

При складуванні на покрівлі штучних матеріалів, інструменту та вжити заходів проти їх ковзання по схилу або здування вітром. Розміщувати на даху матеріали допускається тільки в місцях, передбачених проектом виконання робіт.

Піднімати матеріали слід переважно засобами механізації. Покрівельні матеріали при підйомі треба укладати в спеціальну тару для запобігання від випадання.

Підготовку, обрізку, випрямлення покрівельних листів виробляти внизу в певному місці на верстаті. Допускаються ці роботи в горищному приміщенні при наявності достатнього освітлення. Для різання сталевих покрівельних листів застосовувати ножиці, які мають спеціальні кільця або цапфи.

Елементи та деталі покрівлі, в тому числі компенсатори в швах, захисні фартухи, ланки ринв, сливи, звіси і т.п., слід подавати на робочі місця в заготовленому вигляді. Заготівля зазначених елементів і деталей безпосередньо на даху не допускається.

Приймальний майданчик нагорі по периметру повинний мати міцне огороження висотою 1 м і бортову дошку не менше 150мм.

## **8.2. Вимоги безпеки при роботі з газовими та рідинними пальниками**

При роботі з газополуменевим обладнанням рекомендується користуватися захисними окулярами [28 та ін.].

При запаленні ручної газополум'яної пальника (робочий газ - пропан) слід відкривати вентиль на 1/4 - 1/2 обороту і після короткочасного продування рукава запалити горючу суміш, після чого можна регулювати полум'я.

Запалювання пальника виробляти сірником або спеціальної запальничкою, забороняється запалювати пальник від випадкових предметів, що горять.

З запаленим пальником перестати висуватися за межі робочого місця, не підніматися по трапах і лісам, не робити різких рухів.

Гасіння пальника проводиться перекриванням вентиля подачі газу, а потім опусканням блокувального важеля.

Під час перерв у роботі полум'я пальника має бути погашено, а вентилялі на ній щільно закриті.

Під час перерв у роботі (обід і т.п.) повинні бути закриті вентилялі на газових балонах, редукторах.

При перегрів пальника робота повинна бути припинена, а пальник погашена, і охолоджена до температури навколишнього повітря в ємності з чистою водою.

Газополуменеві роботи повинні проводитися на відстані не менше 10 м від груп балонів (більше 2-х), призначених для ведення газополуменевих робіт; 5 м від окремих балонів з палим газом; 3 м від газопроводів горючих газів.

При запаленні ручної рідинної пальника (робоче паливо - дизпаливо) спочатку включають компресор, подаючи невелику кількість повітря на головку пальника (регулювання вентилем), потім відкривають вентиль подачі палива і підпалюють отриману паливну суміш у зрізу головки. Послідовним збільшенням витрати пального і повітря встановлюють стійке полум'я. Переміщати компресор можна тільки у відключеному стані.

Покрівельні матеріали, обладнання, паливо слід піднімати за допомогою вантажопідійомних механізмів в спеціальній тарі або міцно зв'язаними у пакети.

Роботу по вертикальній обклеєній гідроізоляції виробляти з випробуваних риштування або будівельних лісів.

При виявленні витоку газу з балонів роботу слід негайно припинити. Ремонт балонів або іншої апаратури на робочому місці газополуменевих робіт не допускається.

У разі замерзання редуктора або запірного вентиля, відігрівати їх тільки чистою гарячою водою.

Балони з газом повинні знаходитися на відстані не менше 1 м від нагрівальних приладів і 5 м від нагрівальних печей та інших сильних джерел тепла. Чи не знімати ковпак з балона ударами молотка, зубила або іншим інструментом, здатним викликати іскру. Ковпак з балона слід знімати спеціальним ключем.

Рукава оберігати від різних пошкоджень; при укладанні не допускати і сплющивання, скручування, згинання; не користуватися олійними рукавами, не допускати попадання на шланги іскор, важких предметів, а також уникати

впливу на них високих температур; не допускати використання газових рукавів для подачі рідкого палива.

Для подачі стисненого повітря застосовують пневмошланги.

Балони при роботі на не завжди місцях повинні бути закріплені в спеціальній стійці або візку і в літню пору захищені від нагрівання сонячними променями.

Балони з газом слід переміщати тільки на спеціально обладнаних візках.

Робоче місце покрівельника має бути забезпечено такими засобами пожежогасіння та медичної допомоги:

порошкові вогнегасники з розрахунку на одну секцію покрівлі не менше 2х штук; ящик з піском місткістю 0,05 куб. м; лопати - 2 штуки; азбестове полотно – 1м<sup>2</sup>; аптечка з набором медикаментів.

При виникненні на робочих місцях пожежі необхідно гасити його з застосуванням вогнегасників, сухим піском, накриваючи осередки загоряння азбестового або брезентовим полотном.

При нещасних випадках, що сталися в результаті аварії, всі операції по евакуації постраждалих, надання першої медичної допомоги, доставці (при необхідності) в лікувальний заклад покрівельник виконує під керівництвом майстра (виконроба).

Після закінчення покрівельних робіт із застосуванням газополум'яної пальника покрівельник повинен закрити вентиль подачі палива на пальники, перекрити вентиль на балоні, вимкнути компресор.

Зняти рукава з редукторами з балонів, змотати їх і прибрати у відведене місце зберігання.

Вентилі балонів закрити захисними ковпаками і поставити балони в приміщення для їх зберігання.

Очистити робоче місце, прибрати інструмент і пристосування, матеріали, окуляри, пальники, балони. Повідомити майстра (виконроба) про всі неполадки, помічені під час роботи; опустити люльки вниз і зняти рукоятки з лебідок; відключити електроінструмент та механізми від електромережі; здати

на зберігання ручний інструмент і запобіжний пояс; прийняти теплий душ або ретельно вмити водою з милом обличчя і руки.

Клеючі склади і розчинники, а також їх випаровування містять нафтові дистилати і тому є вогнебезпечними матеріалами. Не допускається вдихання їх парів, куріння і виконання покрівельних робіт поблизу вогню або на закритих і не вентиляованих ділянках. У разі загоряння цих матеріалів необхідно використовувати (при гасінні вогню) порошкові вогнегасники і пісок. Водою користуватися забороняється.

Не слід допускати контакту покрівельних матеріалів з розчинниками, нафтою, маслом, тваринним жиром і т.п.

Роботи по влаштуванню тепло- і гідроізоляції покриттів допускається проводити при температурі зовнішнього повітря до  $-20^{\circ}\text{C}$  і при відсутності снігопаду, ожеледиці та дощу. Всі матеріали повинні зберігатися при температурах від  $15$  до  $25^{\circ}\text{C}$ . Розчинники і герметизуючі склади повинні зберігатися в герметично закритій тарі з дотриманням правил зберігання легкозаймистих матеріалів. Порожню тару з-під цих матеріалів слід зберігати на спеціально відведеному майданчику, віддаленій від місця роботи.

Після закінчення робочої зміни забороняється залишати невикористаний гарячий утеплювач та покрівельні рулонні матеріали всередині або на покриттях будівель, а також в протипожежних розривах.

Виконання робіт по влаштуванню покрівель одночасно з іншими будівельно-монтажними роботами на покрівлях, пов'язаними із застосуванням відкритого вогню (зварювання тощо) не допускається.

До початку виконання робіт на покриттях повинні бути виконані всі передбачені проектом огорожі і виходи на покриття будівель (зі сходових кліток, по зовнішнім сходах).

Протипожежні двері та люки виходів на покриття мають бути справні і при проведенні робіт закриті. Замикати їх на замки або інші запори забороняється.

Проходи і підступи до евакуаційних виходів і стаціонарних пожежних драбин повинні бути завжди вільними.

Обладнання, що використовується для підігріву наплавного рулонного покрівельного матеріалу (газові пальники з балонами і обладнанням), не допускається використовувати з несправностями, здатними привести до пожежі, а також при відключених контрольно-вимірювальних приладах і технологічної автоматики, що забезпечують контроль заданих режимів температури, тиску та інших, регламентованих умовами безпеки, параметрів.

При використанні обладнання для підігріву забороняється:

→ відігрівати замерзлі трубопроводи, вентиля, редуктори та інші деталі газових установок відкритим вогнем або розпеченими предметами;

→ користуватися рукавами, довжина яких перевищує 30 м;

→ перекручувати, заломлювати або затискати газопровідної рукава;

використовувати одяг і рукавиці зі слідами масел, жирів, бензину, гасу та інших горючих рідин;

→ допускати до самостійної роботи учнів, а також працівників, які не мають кваліфікаційного посвідчення і талона з техніки безпеки.

Зберігання та транспортування балонів з газами повинно здійснюватися тільки з накрученими на їхні горловини запобіжними ковпаками. При транспортуванні балонів не можна допускати поштовхів і ударів. Перенесення балонів на плечах і руках забороняється.

При зверненні з порожніми балонами з-під горючих газів повинні дотримуватися такі ж заходи безпеки, як і з наповненими балонами.

Під час перерв у роботі, а також у кінці робочої зміни обладнання для нагріву покрівельного матеріалу має відключатися, рукава повинні бути від'єднані і звільнені від газів і парів горючих рідин.

Після закінчення роботи вся апаратура і обладнання повинні бути прибрані в спеціально відведені приміщення (місця).

Покрівельний матеріал, горючий утеплювач та інші горючі речовини і матеріали, що використовуються при роботі, необхідно зберігати поза будове або ремонтується будівлі в окремому спорудженні або на спеціальному

майданчику на відстані не менше 18 м від споруджуваних і тимчасових будівель, споруд і складів.

На покрівлі у місць проведення покрівельних робіт допускається зберігати не більше змінної потреби витратних (дахових) матеріалів. Запас матеріалів повинен знаходитися на відстані не менше 5 м від кордону зони виконання робіт.

У місці проведення робіт допускається розміщувати тільки балони з горючими газами, безпосередньо використовувані при роботі. Створювати запас балонів або зберігати порожні балони біля місць проведення робіт не допускається.

Складування матеріалів і установка балонів на покрівлі і в приміщеннях ближче 5 м від евакуаційних виходів (в тому числі підходів до зовнішніх пожежних драбин) не допускається.

Ємності з горючими рідинами слід відкривати тільки перед використанням, а після закінчення роботи закривати і здавати на склад. Тара з-під горючих рідин повинна зберігатися в спеціально відведеному місці поза місцями проведення робіт.

Балони з горючими газами і ємності з легкозаймистими рідинами повинні зберігатися окремо, в спеціальних складах або під навісами за сітчастою огорожі, недоступною для сторонніх осіб.

Зберігання в одному приміщенні балонів, а також бітуму, розчинників та інших горючих рідин не допускається.

Заправка паливом агрегатів на покрівлі повинна проводитися в спеціальному місці, забезпеченому двома вогнегасниками і ящиком з піском. Зберігання на покрівлі палива для заправки агрегатів і порожньої тари з-під палива не допускається.

При виявленні пожежі або ознак горіння (задимлення, запах гару, підвищення температури і т.п.) необхідно:

→ негайно про це повідомити в пожежну охорону;

→ прийняти якомога заходів щодо евакуації людей, гасіння пожежі та забезпечення збереження матеріальних цінностей.

Після закінчення робіт необхідно провести огляд місць і привести їх у пожежо-вибухобезпечний стан.

На об'єкті повинна бути визначена особа, відповідальна за збереження і готовність до дії первинних засобів пожежогасіння.

### **8.3. Техніка безпеки при виконанні робіт з даховим краном**

Піднімати матеріали слід тільки засобами механізації. Покрівельні матеріали при їх підйомі слід укладати в спеціальну тару, яка захищає їх випадання.

Ліси, підмости і інші засоби підмоцнення повинні бути інвентарними і виготовлені за типовими проектами.

Крани малої вантажопідйомності - К-1М, КБК-2 та інші, що застосовуються для подачі матеріалів при влаштуванні покрівель, встановлюються і експлуатуються відповідно до заводської інструкції (паспортом) заводу-виготовлювача і інструкцією з охорони праці машиніста дахового крана.

Особи, допущені до самостійної роботи (вантажники, покрівельники, машиністи), повинні бути навчені і пройти перевірку знань безпечного проведення робіт та проінструктовані з усіх видів виконуваних робіт.

Робітники, що обслуговують крани, повинні пройти перевірку знань будови і безпечної експлуатації крана, а також пройти навчання за інструкцією з охорони праці для стропальників, які обслуговують вантажопідіймальні машини, керовані з кабіни або з пульта управління.

Робочі (покрівельники), зайняті на вантажно-розвантажувальних роботах, повинні пройти інструктаж з безпеки праці та пожежної безпеки відповідно до вимог ГОСТ 12.3.009-76 "Роботи вантажно-розвантажувальні».

ІТР, майстри, керівники робіт повинні пройти перевірку знань вимог з безпеки праці, знати технологічний процес, пристрій і експлуатацію підйомно-транспортного устаткування, пожежної безпеки і виробничої санітарії відповідно до їх посадовими обов'язками.

Машиніст дахового крана повинен перевіряти правильність та повноту завантаження контрвантаж, бути ознайомлений з небезпечними і шкідливими виробничими факторами, що діють на працюючого, - це небезпека отримання травм, можливість ураження електричним струмом, падіння з висоти вантажу, що піднімається і інші фактори.

Машиніст дахового крана забезпечується спецодягом, спецвзуттям та засобами індивідуального захисту.

Перед початком роботи машиніст дахового крана повинен перевірити надійність кріплення всіх елементів конструкцій та технічну справність крана, заземлення відповідно до «Правил улаштування електроустановок (ПУЕ)»; перевірити освітлення, горизонтальність установки крана; наявність огорожень в робочій зоні підйому крана; справність пульта управління; справність вантажозахоплювального пристрою, гака, тари і тросів; справність обмежувача висоти підйому гака; правильність і повноту завантаження контрвантаж щоб уникнути перекидання крана, наявність схем стропування вантажів.

Установку крана виробляти так, щоб вантаж при підйомі не міг зачепитися за виступаючі частини будівлі [28].

Після монтажу кран повинен бути підданий динамічним випробуванням з перевантаженням 10% і статичним випробуванням з перевантаженням 25%, про що складається відповідний акт.

Підйом і спуск вантажів проводиться тільки у вертикальному положенні без підтягування і ривків. Вантаж, що піднімається повинен утримуватися від обертання і розгойдування. Кранівник і майстер повинні стежити за тим, щоб маса вантажу не перевищувала допустиму вантажопідйомність дахового крана.

Під час роботи машиніст і покрівельник повинні підготувати матеріал для підйому (відповідно до схеми укладання та стропування), укласти його в контейнер не більше 6-ти рулонів, загальна маса не повинна перевищувати вантажопідйомність крана, перевірити надійність закріплення вантажу.

Підняти вантаж на висоту 200-300 мм, щоб переконатися в правильності зачіпки і надійності гальм, при підйомі вантажу стежити за правильним укладанням вантажного троса.

Перед початком підйому вантажу машиніст крана повинен попередити працівників, які обслуговують кран, про необхідність їх виходу з небезпечної зони і до тих пір, поки вони знаходяться в небезпечній зоні, що не здійснювати підйом вантажу.

Підйом вантажу проводити плавно, без ривків, не допускаючи різкого гальмування при підйомі і опусканні вантажу, а також перемикання електродвигуна з прямого ходу на зворотний без витримки в нейтральному положенні. Недотримання цього правила може призвести до обриву троса, поломки будь-якої частини крана або зриву вантажу.

Під час **роботи крана** машиніст не повинен:

- ▶ здійснювати чистку і змащування механізмів крана;
- ▶ залишати вантаж у висячому положенні під час перерв у роботі;
- ▶ виробляти будь-який ремонт або регулювання гальм;
- ▶ надягати зіскочивший торс на ролики направляючого блоку;
- ▶ допускати підняття вантажу на відтягнення, опускати і переміщувати над людьми;
- ▶ піднімати людей, стежити за надійністю кріплення каретки пересування;
- ▶ поправляти нерівномірно намотують на барабан трос рукою, гачком, палицею або дошкою, бути біля натягнутого тросу або допускати присутність біля нього людей.

У разі виникнення несправностей у роботі крана роботу слід припинити, опустити вантаж, послабити натяг троса і тільки після цього усунути несправність.

Роботу дахового крана слід зупинити, якщо відсутня або несправна кришка на пульті управління і є доступ до струмоведучих частин електроустаткування, при появі шуму, стуку, запаху гару, різких ривків і поштовхів, а також при несправності обмежувача висоти підйому гака, несправність електрообладнання, гальма, вантажного троса, тари, недостатньої маси контрвантаж. Якщо при підйомі вантажу припинилася подача електроенергії, необхідно обережно і плавно опустити вантаж вниз, користуючись ручним гальмом. Не слід проводити різке гальмування, так як в результаті цього може зламатися опора, на якій укріплений блок.

Після закінчення роботи машиніст зобов'язаний опустити вантажозахоплювальні пристрої і тару вниз, вимкнути електроживлення дахового крана і закрити шафу пульта управління на замок, оглянути всі вузли крана, знімні вантажозахоплювальні пристрої і тару і про виявлені недоліки повідомити керівника робіт або особи, відповідальної за справний стан крана.

При виконанні робіт на плоских дахах, що не мають постійного огороження (парапетної решітки і т.п.), необхідно встановлювати тимчасові огорожі висотою не менше 1,1 м з бортовою дошкою.

Місця виробництва покрівельних робіт повинні бути забезпечені не менше, ніж двома евакуаційними виходами (сходами), а також первинними засобами пожежогасіння відповідно до Правил пожежної безпеки при виконанні будівельно-монтажних робіт.

Під час перерв у роботі технологічні пристосування, інструмент, матеріали та інші дрібні предмети, що знаходяться на робочому місці, повинні бути закріплені або прибрані з даху.

Після закінчення роботи або зміни забороняється залишати на даху матеріали, інструмент або пристосування, щоб уникнути нещасного випадку. Громіздкі пристосування повинні бути надійно закріплені.

## ВИСНОВКИ

У магістерській кваліфікаційній роботі розроблено проєкт готельного комплексу із улаштуванням енергоефективних заходів.

Встановлено, що основною проблемою впровадження енергоефективних технологій в громадські комерційні проєкти є недостатня участь держави в фінансуванні та стимуляції бізнесу. Для налагодження цього процесу необхідно внести зміни в законодавство про землю, про технологічні парки, про порядок оподаткування та субсидіювання підприємств, які на різних рівнях розвивають енергоефективні технології у будівництві.

З'ясовано, що енергоефективні технології викликають інтерес лише у невеликої частки девелоперів комерційної нерухомості, які орієнтуються на розвиток ІТ-галузі. Для можливості розгортання економічно доцільних енергоефективних проєктів комерційного спрямування і в інших галузях потрібна як державна підтримка, так і вихід бізнесу на зарубіжні інвестиційні ринки, що надасть додаткові гарантії та знизить ризики очікування 10–15-тирічного періоду окупності великомасштабних інноваційних проєктів.

Виявлено, що ІТ-галузь стала каталізатором для розвитку інновацій в галузі енергоефективного будівництва. Саме завдяки їй, архітектори змогли реалізувати найбільші енергоефективні громадські споруди, які є прототипами для подальшого подібного проєктування в Україні та основою для розробки принципів “зеленого” будівництва, основні положення яких мають знайти відображення у змінах до державних будівельних норм України.

Розроблена архітектурна частина проєкту, яка включає будівля, що має форму прямокутника в плані із розміри в осях 24×30м. Для будівлі комплексу передбачено дві сходові клітинки задля забезпечення пожежної безпеки та для більш зручного розділення потоку робочих комплексу від відвідувачів.

Перший поверх функціонально розділений на боулінг-зону з залом очікування та на зону відпочинку з баром.

Конструктивна система будівлі –каркасна. Каркас створюють сітки колон 6х6м. Висота колон 1го поверху 4,75м, 2го – 3м. Колони та ригелі, які на них

спираються, обрані серій П-04. Разом із плитами перекриття утворюється диск жорсткості. Перекриття 1го поверху виконано зі збірних багатопустотних плит, покриття 2го поверху складається як із збірних елементів так і з монолітних ділянок, зокрема в осях Б-Г-2-5, по периметру зенітного ліхтаря.

Фундаменти будівлі виконуються з залізобетонних висячих паль. Підшва ростверку знаходиться на відмітці -1,45м, глибина закладання – 6,9м. Зовнішні стіни комплексу – не несучі, виконуються з газобетонних блоків, утеплені стіни мінераловатними плитами.

У технологічній частині проекту розроблена технологічна карта на улаштування м'якої покрівлі із наведеним техніко-економічним обґрунтуванням та описом основних технологічних робіт.

В організаційній частині проекту розроблений будгенплан із відповідними схемами руху крану, техніко-економічними показниками виконання проекту, складськими приміщеннями, під'їзними шляхами тощо.

Наведені основні заходи щодо забезпечення охорони праці під час виконання покрівельних робіт та забезпечення заходів протипожежного стану.

### Список використаних джерел

1. Бахтін Д. Впровадження енергоефективних технологій при будівництві нової комерційної нерухомості в Україні. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія: «Архітектура»*. 2020. № 2 (4), С. 9–18. <https://doi.org/10.23939/sa2020.02.008>
2. Самойленко І.О. Енергетичний менеджмент та енергоефективність: підр. для студ. / І.О. Самойленко, О.Г. Гриб, А.О. Запорожець, та ін. Харків: ФОП Бровін, 2020. 348с.
3. Ратушняк Г.С., Бікс Ю.С., Лялюк А.О. Організаційно-технологічні чинники впливу на енергоефективність огорожувальних конструкцій будівель. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*. 2022. Вип. 2. С.203-210. <https://doi.org/10.31649/2311-1429-2022-2-203-210>
4. Конюк А., Данько К. Проблеми архітектурної організації екологічного та енергоефективного житла на прикладі екологічного блокованого житлового будинку в м. Полтава. *Енергоефективність в будівництві та архітектурі*. 2018. №11. С. 112–120. <https://doi.org/10.32347/2310-0516.2018.11.112-119>
5. The GEF Small Grants Programme. SGP Ukraine: буклет Енергоефективність в будівництві: від А до Я. ФОП Пруденко Н.К., 24 с.
6. Енергозбереження в будівельній галузі (на допомогу викладачам закладів професійної (професійно-технічної) освіти за професіями будівельного профілю). – Харків: НМЦ ПТО у Харківській області, 2025. – 64 с.
7. Основи енергетичного менеджменту: конспект лекцій / укладач С. В. Сапожніков. – Суми : Сумський державний університет, 2015. – 163 с.
8. Саницький М.А. Енергозберігаючі технології в будівництві: навч. посібник / М.А. Саницький, О.Р. Позняк, У.Д. Марущак. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 236 с.
9. Дребот О.І., Височанська М.Я., Білотіл В.Ю. Удосконалення організаційного механізму щодо розвитку «зеленого» житлового будівництва

на прикладі сільських селітебних територій. *Вісник аграрної науки*. 2023. № 7 (844). С. 60–71.

10. Формування енергоефективної компетентності майбутніх кваліфікованих робітників будівельної галузі: методичний посібник / Герлянд Т. М., Гоменюк Д. В., Дрозіч І. А., Каленський А.А., Пащенко Т.М., Пятничук Т.В. – К.: Інститут професійної освіти НАПН України, 2025. – 176 с.

11. Sergeychuk, O.V., Martynov, V.L., Andropova, O.V., Koval, L.M. (2023). Determination of conditional atmosphere temperature for energy certification of buildings. *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering*, 2023, Vol. 15(2), pp. 134–140. (видання у НМБД Scopus)

12. Pankratov, A., Komyak, V., Kyazimov, K., Komyak, V., Naydysh, A., Danilin, A., Kosse, A., Virchenko, G., & Martynov, V. (2020). Development of models for the rational choice and accommodation of people in mobile technical vehicles when evacuating from buildings. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2020, Vol. 4(4(106)), pp. 29–36. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.209256> (видання у НМБД Scopus)

13. Чичуліна К.В., Биба В.В., Міняйленко І.В., Скриль В.В. Потенціал енергоефективності України: перспективи співпраці з ЄС» для студентів спеціальності 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність», 101 «Екологія», 192 «Будівництво та цивільна інженерія» другого рівня вищої освіти : навч. посіб. – Полтава: НУ «Полтавська політехніка ім. Ю. Кондратюка», 2021. – 109 с.

14. Енергетична стратегія України на період до 2030 року. Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 15 березня 2006 р. № 145. Режим доступу: <http://search.ligazakon.ua>.

15. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність»: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 18.08.2017 р. № 605-р. Дата оновлення: 18.08.2017.

16. Планування та забудова територій : ДБН Б.2.2–12:2019. – [Чинний з 2019–10–01]. – К. : Мінгеріон України, 2019. – 177 с. – (Державні будівельні норми).

17. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель : ДБН В.2.6–31:2021. – [Чинний від 2022-09-01]. – К. : Мінрегіон України, 2022. – 23 с.

18. Slyusarenko, Y. et al. (2023). Experimental Solving the Problem of the Shelter Object Reinforced Concrete Structures Thermal Expansion. In: Ilki, A., Çavunt, D., Çavunt, Y.S. (eds) Building for the Future: Durable, Sustainable, Resilient. fib Symposium 2023. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 350. Springer, Cham., pp. 1683–1693, [https://doi.org/10.1007/978-3-031-32511-3\\_173](https://doi.org/10.1007/978-3-031-32511-3_173) (видання у НМБД Scopus)

19. Яковенко І.А. Напрями наукових досліджень кафедри будівництва НУБіП України / І.А. Яковенко, Є.А. Бакулін // Зб. тез доп. X Міжн. наук.-техн. конф. «Крамаровські читання» з нагоди 116-ї річниці від дня народження д.т.н., проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ, віцепрез. УАСГН В.С. Крамарова (1906–1987) та 125 річниці НУБіП України (24–25 лютого 2023 р., м. Київ). – К. : НУБіП України, 2023. – С. 488–491.

20. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зі зміною №1 та №2 : ДБН В.1.2-2:2006. – [Чинні від 2020-06-01]. – К. : Мінбуд України, 2020. – 68 с. – (Державні будівельні норми).

21. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення : ДБН В.2.6-98:2009. – [Чинний з 2011-07-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, Державне підприємство «Укрархбудінформ», 2011. – 71 с. – (Державні будівельні норми).

22. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування : ДСТУ Б.В.2.6–156:2010. – [Чинний з 2011-06-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2011. – 118 с. – (Національний стандарт України).

23. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови : ДСТУ 3760:2019.–[Чинний з 2019–08–01]. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2019. – (Державний стандарт України).

24. Будинки адміністративного та побутового призначення. Будинки і споруди: ДБН В.2.2-28:2010. – [Чинний від 2011-01-10]. – К. : КИЇВЗНДІЕП, 2011. – 28 с. – (Державні будівельні норми України)

25. Громадські будівлі та споруди : ДБН В.2.2-9-99. – [Введені в дію з 2000-01-01]. – К. : Держбуд України, 1999. – 51 с. – (Державні будівельні норми України).

26. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення : ДБН В.2.1-10:2018 : – [Введені в дію з 2019-01-01]. – К. : Мінрегіон України, 2018. – 36 с. – (Державні будівельні норми України).

27. Основні вимоги до будівель та споруд. Захист від шуму : ДБН В.1.2-10-2008. – [Введені в дію з 2008-10-01]. – К. : Держбуд України, 2008. – 11 с. – (Державні будівельні норми України).

28. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1-5:2016. – [Введені в дію з 2017-01-01]. – К. : Держбуд України, 2016. – 11 с. – (Державні будівельні норми України).

29. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення: ДБН А.3.2-2-2009. – [Введені в дію з 2012-04-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2010. – 112 с. – (Державні будівельні норми України).

30. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги: ДБН В.1.1-7:2016. – [Чинний з 2017-01-06]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2016. – (Державні будівельні норми).

31. Системи протипожежного захисту : ДБН В.25-56:2014. . – [Введені в дію з 2015-07-01]. – К. : Держбуд України, 2014. – 127 с. – (Державні будівельні норми України).

32. Сталеві конструкції. Норми проектування: ДБН В.2.6-198:2014. Зі зміною №1. – [Чинний від 2022-09-01]. – К. : Мінрегіон України, 2022. – 220 с.

33. Бакулін Є.А. Інженерний захист та підготовка територій : навч. посіб.; за ред. канд. техн. наук Бакуліна Є.А. / Є.А. Бакулін, І.А. Яковенко, В.М. Бакуліна. – К. : НУБіП України, 2020. – 212 с.

34. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт за дисциплінами «САПР у будівництві», «Моделювання будівель та споруд сільськогосподарського призначення» підготовки фахівців ОС «Магістр» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» / уклад.: Є.А. Дмитренко, І.А. Яковенко, О.А. Фесенко. – К. : НУБіП України, 2021. – 104 с.

35. Барабаш М.С. Основи комп'ютерного моделювання : навчальний посібник / М.С. Барабаш, П.М. Кір'язєв, О.І. Лапенко, М.А. Ромашкіна. – К. : НАУ, 2018. – 492 с.

36. Бамбура А.М., Павліков А.М., Колчунов В.І. та ін. Практичний посібник із розрахунку залізобетонних конструкцій за діючими нормами України (ДБН В.2.6–98:2009) та новими моделями деформування, що розроблені на їхню заміну. К.: Толока, 2017. 627 с.

37. Дудар, І. Н. Технологія будівельного виробництва (курсове та дипломне проектування) : навчальний посібник / І.Н. Дудар, О.М. Лівінський, Т.В. Прилипко. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 75 с.

38. Ковальчук Я.О. Технологія та організація будівництва : навчальний посібник / Я.О. Ковальчук. – Тернопіль : ТНТУ, 2017. – 191 с.

39. Угненко Є.Б. Основи організації будівництва та будівельного виробництва : конспект лекцій / Є.Б. Угненко, О.М. Тимченко, Н.В. Белікова . – Харків : УкрДУЗТ, 2019. – Ч. 1. – 81 с.

40. Якименко О. В. Технологія будівельного виробництва: конспект лекцій для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія / О. В. Якименко, Н. Г. Морковська, А. О. Жигло. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 215 с.

41. Мартинов В.Л. Оптимізація розподілу утеплювача по теплоізоляційній оболонці енергоефективних будівель / В.Л. Мартинов, Т.Л. Чирва // Прикладна геометрія та інженерна графіка : міжвід. наук.-техніч. збірник. – 2022. – Вип. 102.– С. 91–96.

42. Chyrva T. The influence of blasting on buildings and constrictions / T. Chyrva, V. Martynov, V. Koliakova, V. Chyrva // Будівельні конструкції. Теорія і практика. – 2022. – Вип. 10. – С.143-149. <https://doi.org/10.32347/2522-4182.10.2022.143-149>

43. Мартинов В.Л. Оптимізація орієнтації енергоефективних будівель, що обертаються / В.Л. Мартинов, Т.Л. Чирва // Прикладна геометрія та інженерна графіка міжвід. науково-техніч. збірник. – 2022. – Вип. 103. – С.123–133. <https://doi.org/10.32347/0131-579X.2022.103.123-133>.

44. Мартинов В. Графічні моделі з визначення раціонального опору теплопередачі світлопрозорих конструкцій / В. Мартинов, Т. Чирва // Прикладна геометрія, інженерна графіка та об'єкти інтелектуальної власності. – 2022. – Том 1. – № 11. – С. 81–84. <http://jagegip.kpi.ua/article/view/260639>

45. Мартинов В. Визначення раціонального опору теплопередачі непрозорих конструкцій енергоефективних будівель / В. Мартинов, Т. Чирва, О. Мартинюк // Прикладна геометрія, інженерна графіка та об'єкти інтелектуальної власності. – 2023. – №XII. – С. 149–151. <https://doi.org/10.20535/ngikg2023.XII>

46. Вірченко Г., Мартинов В., Терещук М. До питання архітектурного формоутворення православних храмів Чернігівщини. Прикладна геометрія та інженерна графіка. 2023. №105. С. 53–61. <https://doi.org/10.32347/0131-579x.2023.105.53-61>

47. Мартинов В., Стаднійчук Д., Мартинюк О. Визначення раціональних параметрів розташування світлопрозорих конструкцій на фасадах зелених будівель у післявоєнний період в Україні. Прикладна геометрія та інженерна графіка. 2023. №105. С. 172–179. <https://doi.org/10.32347/0131-579X.2023.105.172-179>

48. Мартинов В., Терещук М., Поляк Ю. Оптимізація параметрів геліоприймачів для енергоефективних будівель у післявоєнний період в Україні. Прикладна геометрія та інженерна графіка. 2023. №104. С. 111–118. <https://doi.org/10.32347/0131-579x.2023.104.111-118>

49. Мартинов В., Банний Т., Мартинюк О. Оптимізація форми зелених будівель у післявоєнний період в Україні Енергоефективність в будівництві та архітектурі : наук.-техн. зб. – К. : КНУБА, 2024. – Вип. 17. – С. 74–81.

50. Analytical Studies of the Kinematic Parameters of Planar Rod Mechanisms. Chernysh, O.M., Berezovyi, M.H., Yaremenko, V.V. & Kruhlii, M.M. (2021). *Machinery and Energetics*, 12(2), pp. 113–121. (НМДБ Scopus).

51. Nazarenko, I., Mishchuk, Y., Mishchuk, D., Ruchynskiy, M., Rogovskii, I., Mikhailova, L., Titova, L., Berezovyi, M. & Shatrov, R. (2021). Determination of energy characteristics of material destruction in the crushing chamber of the vibration crusher. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (7(112)), pp. 41–49. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.239292> (НМДБ Scopus).

52. 77-а наук.-практ. студ. конф. «Наукові здобутки студентів у дослідженнях технічних та біоенергетичних систем природокористування: конструювання та дизайн» (18-19 квітня 2024 р.) Доповідь: Конструкція металевого підземного бункера для цивільного населення. Людмила Панченко, Микола Березовий.

## **ДОДАТКИ**