

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра промислового, цивільного і міського будівництва

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему:

**«ПРОЕКТУВАННЯ МЕДИЧНОГО ЗАКЛАДУ З
ВИКОРИСТАННЯМ ЕФЕКТИВНИХ
УТЕПЛЮВАЧІВ»**

Магістрант: гр. ПЩБ-24м, Гудзовський І.Р.

Керівник: професор, д.т.н. Тімченко Р.О.

Рецензент: доц., к.т.н. Крішко Д.А.

Кривий Ріг – 2025 р.

РЕФЕРАТ

Магістерська робота представлена у вигляді графічної частини та пояснювальної записки:

- _____ аркушів креслення
- _____ сторінок текстового документу.

Тема наукового дослідження «Проектування медичного закладу з використанням ефективних утеплювачів».

Об'єкт дослідження – технологічні процеси зовнішнього утеплення цивільних будівель з улаштуванням навісних фасадних систем.

Предмет дослідження – параметри якості технологічних процесів улаштування навісних фасадних систем; оцінка якості влаштування навісних фасадних систем; закономірності впливу дефектів теплозахисту при влаштуванні навісних фасадних систем на якість будівельної продукції.

Мета роботи – вдосконалення системи контролю якості улаштування навісних фасадних систем, що забезпечує підвищення енергетичної ефективності цивільних будівель.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

1. Аналіз існуючого рівня розвитку технічного регулювання в галузі енергозбереження в будівництві, включаючи контроль параметрів теплозахисту.

2. Аналіз порушень технології влаштування навісних фасадних систем з визначенням основних дефектів теплозахисту та обґрунтування можливості оцінки впливу дефектів за допомогою комп'ютерного імітаційного моделювання.

3. Визначення спільного впливу значущих дефектів влаштування навісних фасадних систем на рівень теплозахисту стінових огорожувальних конструкцій цивільних будівель.

4. Розробка організаційних рішень влаштування навісних фасадних систем, спрямованих на підвищення енергетичної ефективності цивільних будівель.

5. Обґрунтування економічної ефективності розроблених організаційних

рішень пристрою навісних фасадних систем з урахуванням параметрів енергетичної ефективності.

У результаті досліджень було:

1. Найбільш перспективним напрямком підвищення енергетичної ефективності будівель є вдосконалення організаційно-технологічних рішень влаштування зовнішніх огорожувальних конструкцій цивільних будівель. Для цього необхідним є виконання таких умов: забезпечення вимог нормативної документації та технічних регламентів у сфері енергозбереження та підвищення енергоефективності; підвищення рівня якості будівельно-монтажних робіт; визначення реальних теплозахисних характеристик будівель, що будуються, експлуатуються та реконструюються.

2. Перспективним напрямком підвищення енергетичної ефективності будівель, що споруджуються та реконструюються, є забезпечення належного будівельного контролю при влаштуванні зовнішніх огорожувальних конструкцій. Організація будівельного контролю та розробка методів оцінки якості влаштування фасадних систем з урахуванням параметрів енергетичної ефективності є необхідною умовою встановлення балансу між прийнятими проектними рішеннями та фактичним виконанням будівельних робіт.

3. Практика будівництва та діагностика дефектів зовнішніх огорожувальних конструкцій на споруджуваних будівлях визначають науковий і практичний інтерес у встановленні впливу дефектів будівельних робіт з влаштування фасадних на рівень теплозахисту, що дозволяє дати фактичну оцінку рівня теплозахисту споруджуваних і реконструйованих будівель, що є особливо актуальним у житлово -комунальній сфері.

4. В результаті виробничих досліджень були встановлені основні дефекти теплозахисту при влаштуванні фасадних систем: зазор в стику плит утеплювача; зазор в стику кронштейна з плитою утеплювача; відшарування плит утеплювача від основи; відхилення від проектного значення товщини основи; відхилення від проектного значення коефіцієнта теплопровідності матеріалу основи; відхилення від проектного значення товщини утеплювача; відхилення від проектного значення коефіцієнта теплопровідності матеріалу

теплоізоляційного шару; зазор у деформаційному шві між основою і плитою перекриття. Отримано статистичні характеристики дефектності для відхилень від технологічних допусків при виконанні робіт. Рівень дефектності склав 35–45 %.

5. Аналіз результатів комп'ютерного імітаційного моделювання встановив, що кількісний вплив зазору ($t = 0,01$ м) в стику плит утеплювача на теплозахисні властивості фрагмента огорожувальної конструкції з НФС склав (–14,5 %); вплив зазору ($t = 0,015$ м) в стику кронштейна з плитою утеплювача склав (–3,1 %); вплив відшарування ($t = 0,01$ м) плит утеплювача від основи склав (–53,4 %).

6. Розроблена методика розрахунку уточненого значення приведенного опору теплопередачі дозволяє здійснювати приймальний контроль зовнішніх стін з влаштуванням фасадних систем без проведення трудомістких натурних випробувань, а також підвищити достовірність даних енергопаспорта на етапі введення будівлі в експлуатацію з присвоєнням класу енергетичної ефективності.

Магістерська робота відноситься до галузі будівництва і призначена для використання при застосуванні енергоефективних технологій у сучасному будівництві.

Зміст

Вступ	
Розділ 1. Архітектурно-будівельний	
1.1 Архітектурно-планувальні рішення	
1.1.1 Загальні відомості.....	
1.1.1.1 Розробка генерального плану.....	
1.1.1.2 Рішення за генеральним планом.....	
1.1.1.3 Благоустрій та озеленення.....	
1.1.1.4 Рішення по розташуванню інженерних мереж	
1.2 Об'ємно-планувальні рішення	
1.3 Конструктивні рішення.....	
1.4 Внутрішні санітарно-технічні мережі і устаткування	
будівель	
1.5. Заходи по енергозбереженню	
1.6 Техніко-економічні показники.....	
1.7 Теплотехнічний розрахунок утеплювача зовнішньої стіни ...	
Розділ 2. Конструктивно-розрахунковий	
2.1 Обґрунтування вибору конструкцій запроектованої будівлі...	
2.2. Розрахунок і конструювання плити перекриття з круглими	
порожнинами	
2.2.1. Збір навантаження на 1 м перекриття	
2.2.2. Вихідні дані	
2.2.3. Визначення внутрішніх зусиль.....	
2.2.4. Розрахунок за граничними станами першої групи	
2.2.5. Розрахунок плити за граничними станами другої групи	
2.3 Розрахунок монолітної плити перекриття	

2.3.1 Збір навантажень.....

2.3.2 Результати розрахунку монолітної плити перекриття ..

Розділ 3. Основи та фундаменти

3.1 Інженерно-геологічні характеристики основ

3.2 Фізико-механічні властивості ґрунтів

3.3 Збір навантажень

3.4. Проектування фундаментів мілкового закладення

3.4.1 Глибина закладення підшви фундаментів.....

3.4.2 Визначення розмірів підшви фундаменту.....

3.4.3 Розрахунок осідання фундаменту методом пошарового підсумовування.....

Розділ 4. Технологія та організація будівництва.....

4.1 Технологічна карта на влаштування кам'яної кладки.....

4.1.1 Калькуляція трудових витрат і заробітної плати

4.1.2 Визначення потреби в матеріалах, напівфабрикатах та виробках.....

4.1.3 Технологія виробництва робіт

4.1.4 Техніка безпеки при виробництві бетонних і залізобетонних робіт

4.2 Календарний графік будівництва

4.3 Проектування будгенплану об'єкта

4.3.1 Визначення потреби в інвентарних будівлях

4.3.2 Розрахунок площі складських приміщень

4.3.3 Розрахунок водопостачання будівельного майданчику...

4.3.4 Розрахунок електропостачання будівельного майданчика

- 4.3.5 Опис буд генплану
- 4.3.6 Техніко-економічні показники будгенплану
- 4.3.7 Заходи з охорони праці та пожежної безпеки

Розділ 5. Безпека життєдіяльності та охорона праці.....

- 5.1 Загальні відомості про об'єкт проектування
- 5.2 Генплан і буд генплан

 - 5.2.1 Небезпечні зони на будівельному майданчику
 - 5.2.2 Транспортні шляхи
 - 5.2.3 Огородження будівельного майданчика
 - 5.2.4 Електропостачання, водопостачання та освітлення
 - 5.2.5 Безпека при кам'яних роботах
 - 5.2.6 Складування матеріалів і конструкцій

- 5.3 Розрахунок стропу для монтажу
- 5.4 Протипожежні заходи
- 5.5 Заходи з охорони праці при виконанні кам'яних робіт
- 5.6 Вимоги безпеки при виконанні монтажних робіт

Розділ 6. Екологія.....

- 6.1 Опис місця провадження планованої діяльності
- 6.2 Оцінка впливу на довкілля

 - 6.2.1 Вплив на атмосферне повітря
 - 6.2.2 Вплив на водне середовище
 - 6.2.3 Вплив на ґрунти та надра.....
 - 6.2.4 Світлове, теплове та радіаційне забруднення, вплив на клімат та мікроклімат.....
 - 6.2.5 Вплив шуму та вібрацій.....
 - 6.2.6 Поводження з відходами.....

6.2.7	Вплив на соціальне середовище.....
6.2.8	Вплив на навколишнє техногенне середовище.....
6.3	Екологічні умови провадження планованої діяльності.....
Розділ 7. Економіка
7.1	Економічні розрахунки конструктивних рішень.....
7.1.1	Економічне порівняння запропонованих конструктивних рішень
7.1.2	Локальний кошторис на будівельні роботи № 1 – порівняння варіанту №1.....
7.1.3	Договірна ціна № 1 порівняння варіанту №1.....
7.1.4	Локальний кошторис на будівельні роботи № 2 – порівняння варіанту №2.....
7.1.5	Договірна ціна № 2 порівняння варіанту №2.....
7.2	Розрахунок варіантів конструктивного рішення за приведеними витратами.....
7.3	Визначення економічного ефекту від впровадження раціональної конструкції.....
Розділ 8. Науково-дослідний
8.1	Проблема наукового дослідження
8.2	Об'єкт та предмет наукового дослідження.....
8.3	Мета та задачі наукового дослідження.....
8.4	Методи досліджень.....
8.5	Наукова новизна одержаних результатів.....
8.6	Апробація результатів дослідження.....
8.7	Стан питання
8.7.1	Аналіз методів покращення будівельних

власливостей ґрунтових основ	
8.7.2 Аналіз умов забезпечення енергоефективності та комфортності цивільних будівель конструктивними рішеннями зовнішніх стін	
8.7.3 Комп'ютерне імітаційне моделювання процесу теплообміну при оцінці впливу дефектів будівельних робіт на теплозахисні властивості фрагмента огороджувальної конструкції з пристроєм навісної фасадної системи	
8.7.4 Методика дослідження впливу дефектів будівельних робіт на рівень теплозахисту фрагмента огороджувальної конструкції з влаштуванням фасадних систем з використанням програми «ELCUT»	
8.8 Загальні висновки	

Список використаних

джерел.....

Додатки.....

Додаток 1.....

Додаток 2.....

Додаток 3.....

Вступ

В громадському будівництві за обсягами складає до 70% і передбачає переважно зовнішнє утеплення захисних конструкцій. Найбільш індустріальним способом є влаштування навісних фасадних систем з повітряним зазором. Як показує практика будівництва, в широко застосовуваних навісних фасадних систем відзначаються численні технологічні порушення під час виконання будівельних робіт, що негативно позначаються на енергетичній ефективності будівель. Скорочення енерговитрат у процесі експлуатації цивільних будівель є актуальним завданням, що потребує подальшого розвитку.

Найбільш перспективним напрямом підвищення енергетичної ефективності будівель є вдосконалення технології влаштування зовнішніх конструкцій цивільних будівель, що захищають, а також забезпечення належного будівельного контролю при виконанні робіт. Проте, досі вивчення впливу дефектів будівельних робіт на теплозахисні властивості будівель не мало достатнього опрацювання.

Проведення теоретичних та експериментальних наукових досліджень у встановленні впливу дефектів влаштування зовнішніх конструкцій на рівень теплозахисту обумовлено необхідністю встановлення балансу між прийнятими проектними рішеннями та фактичним виконанням робіт, що є особливо актуальним у сфері цивільного будівництва, а також необхідністю актуалізації національних стандартів.

Одним із ефективних способів контролю та підвищення енергоефективності будівель є енергетична паспортизація. Відповідність фактичних значень проектним рішенням встановлюється результатами натурних випробувань, здійснюваних лише етапі закінчення виконання робіт. Існуюча практика застосування енергопаспорта зводиться до констатації тепловтрат, тому підвищення достовірності даних енергопаспорта на етапі введення будівлі в експлуатацію є актуальним завданням.

У архітектурно-будівельному розділі 1 запропоновано планувальне рішення медичного закладу, що представляє собою будівлю цікавого

архітектурно-планувального рішення.

Проектуєма будівля медичного закладу має в плані П-подібну форму розмірами в крайніх вісях 39,3 x 48,6 м. Планування будинку вирішене з певним ступенем комфортності й чітким функціональним зонуванням

Всі приміщення освітлені природним світлом відповідно до вимог норматива, висота приміщення – 3,0 м.

У конструктивно-розрахунковому розділі 2 проведено розрахунок плити перекриття розміром 6 x 1,5 м і представлено її армування, а також розрахунок монолітних ділянок.

У розділі 3 «Основи та фундаменти» представлено інженерно-геологічний переріз ґрунтів, фізико-механічні характеристики ґрунту, виконано розрахунок основ по деформаціям та зроблено розрахунок стрічкового фундаменту.

Наступним розділом роботи є розділ 4 «Технологія та організація будівництва», який включає розробку технологічної карти на влаштування цегляної кладки та календарний графік виконання всіх видів робіт, проектування будівельного генерального плану на період зведення будівлі.

У розділі 5 «Безпека життєдіяльності та охорона праці» виконано розрахунок стропів для монтажу та висвітлено перелік питань безпечної експлуатації будівель. Було висвітлено перелік питань охорони праці при будівництві.

У розділі 6 «Екологія» розглянуто заходи щодо зниження негативного впливу будівництва на навколишнє середовище.

У розділі 7 «Економіка» виконано економічне порівняння запропонованих конструктивних рішень утеплювачів та розрахунок економічного ефекту.

У науково-дослідному розділі 8 проведено дослідження улаштування навісних фасадних систем, що забезпечує енергетичну ефективність.

Окрім пояснювальної записки, у магістерській роботі також представлено креслення формату А-І, загальним обсягом 13 аркушів.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

					<i>КНУ.МР.192.25.342с.06 АР</i>			
<i>Зм</i>	<i>Кіль</i>	<i>Прізвище</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Проектування медичного закладу з використанням ефективних утеплювачів</i>	<i>Стадія</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Тімченко</i>				<i>МР</i>		
<i>Консул.</i>		<i>Крішко</i>				<i>ПЦБ-24М</i>		
<i>Магістр.</i>		<i>Гудзовський</i>						
<i>Зав.каф</i>		<i>Валовой</i>						

1.1 Архітектурно-планувальні рішення

1.1.1 Загальні відомості

Будівництво медичного закладу буде проводитись в м. Кривий Ріг, в Саксаганському районі. Рельєф ділянки складний, з яскраво вираженим ухилом в північно-західному напрямку.

1.1.1.1 Розробка генерального плану

Генеральний план виконується в масштабі 1:1000 на топогеодезичному підґрунті, де рельєф місцевості зображується горизонталями в абсолютних або відносних відмітках, які відраховуються від умовного нульового рівня (Балтійська система висот).

Генеральний план розроблено з урахуванням діючих протипожежних та санітарних норм та в ув'язці з існуючою містобудівельною ситуацією. Чинниками, які визначили місце розташування комплексу, є: існуюча забудова, санітарно-гігієнічні та архітектурно-планувальні вимоги. [2-5]

Проектом благоустрою території передбачено влаштування під'їзду зі сторони головної вулиці, а також доріжок, тротуарів, малих архітектурних форм та площадок для відпочинку.

Проектом озеленення території передбачено посів газонів із багаторічних трав, посадка декоративних кущів та дерев.

В основу прийнятих рішень покладені принципи створення комфортних умов використання території, посилення характеру архітектурно-планувальної композиції забудови з урахуванням ґрунтових та кліматичних умов ділянки. [6]

1.1.1.2 Рішення за генеральним планом

Планування ділянки, що забудовується, запроектовано з використанням шляхів природного стоку атмосферних вод. Перетин лінії стоку поверхневих вод будівлями або спорудами не допущено. Усі поверхневі води відводяться з майданчика будівництва через постійно діючу зливову мережу за межі забудовуваного майданчика.

Планування території проведено зі збереженням дернового шару.

Навколо кожної будівлі та споруди влаштовано водонепроникні вимощення шириною 1м.

Відмостка проектованої будівлі має підготовку з бетону 15 см. Ухил вимощення в поперечному напрямку 0,05. Відмітка бровки вимощення перевищує планувальну відмітку на 0,05 м. Відведення води з покриття доріг здійснюється лотками в бік вулиць із нижчою відміткою, які мають систему зливової каналізації.

За генпланом проїзди прийняті шириною 3.5м. Покриття по проїзду прийнято із середньозернистого асфальтобетону завтовшки 5 см, по основі з вапняного щебеню, на шарі піску 20 см.

Ділянка будівництва правильної форми, з розмірами в плані – 122x104 м. Фасадна сторона ділянки виходить на вулицю Світальського і орієнтована на схід.

Орієнтація будівлі прийнята згідно норм орієнтації вікон приміщень лікарень. Мінімальна відстань від корпусу до червоної лінії – 20 м. У в'їзду на ділянку передбачена відкрита автостоянка, площею близько 400 м². Перед головним входом в центр влаштований майданчик для відвідувачів з газонами і лавками. За головним корпусам влаштована садово-паркова зона з алеями для прогулянок, шириною 2 м, альтанками і квітниками. Всі алеї і майданчики викладені фігурною тротуарною плиткою.

Основні показники за генеральним планом зведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1. – Техніко-економічні показники за генпланом

№ п/п	Найменування	Од. зам.	Кількість
1.	Площа земельної ділянки	м ²	7100
2.	Площа забудови	м ²	5608,8
3.	Площа мощення	м ²	6559,6
4.	Площа озеленення	м ²	1759,2
5.	Щільність забудови	%	80
6.	Коефіцієнт мощення	%	10
7.	Коефіцієнт озеленення	%	10

Довкола корпусу, на відстані 12 м, влаштований проїзд, шириною 3,5 м з тротуарами, призначений для автотранспорту центру і спецтехніки. Покриття автостоянки, проїзду і тротуарів виконано з асфальтобетону. Територія центру обгороджена і має 2 входи (парадний і службовий) і 2 в'їзди. На в'їздах і на службовому вході встановлені прохідні.

1.1.1.3 Благоустрій та озеленення

У проєкті озеленення передбачається підсаджування груп із хвойних і листяних дерев і красивоквітучих чагарників.

Наявні насадження, за можливості, зберігаються, знесенню підлягають лише ті дерева, які потрапляють під дороги.

Проєктом передбачено удобрення ґрунту згідно з нормами, зазначеними в обсягах робіт, і комплексний догляд за насадженнями протягом року після висаджування.

Озеленення території виконане листяними і хвойними високозростаючими деревами, чагарниками, квітками і травою. Перед головним входом посаджені хвойні дерева і квітник. Садово-паркова зона усаджена листяними і хвойними деревами, чагарниками, і квітками травою.

Забезпечення будмайданчика на період будівництва водопостачанням, електроенергією та водовідведення від існуючих мереж.

Умови постачання будівельних матеріалів, напівфабрикатів та готових конструктивних елементів на будівельний майданчик:

- форма постачання – складська;
- вид транспорту – автомобільний.

1.1.1.4 Рішення по розташуванню інженерних мереж

Для проєктування комплексу запроектована єдина система інженерних мереж різного призначення.

Інженерні мережі розміщуються уздовж проїздів та паралельно основним лініям забудови.

До проєктувальних споруд передбачається прокладка наступних

інженерних мереж:

- водовід Ø57 мм зі сталених труб із протипожежним гідрантом ПК-1;
- каналізація господарська – побутова Ø250 мм із поліетиленових труб;
- газопровід низького тиску Ø45 мм із сталевих труб;
- електричний кабель у траншеї 0,4 кВ.

Проектовані інженерні мережі підключаються до існуючої відповідно до виданих технічних умов.

1.2 Об'ємно-планувальні рішення

Будівля медичного закладу запроектована П-подібної форми з підвальним поверхом, розмірами в крайніх вісях 39,3 x 48,6 м. Висота поверхів – 3,0 м.

Основні приміщення закладу мають природне освітлення. Другим, або штучним світлом освітлюються санітарні вузли, складські приміщення. Коридори освітлюються природним світлом через вікна, розміщені в торцевих стінах коридорів.

Зовнішня обробка будівлі виконана з фасадної червоної цеглини з елементами декоративної штукатурки. Цоколь оздоблений природним камнем. Сходи фасадного входу оздоблені морозостійкою, декоративною плиткою. Палати, кабінети, операційні, коридори, холи і тому подібне – забарвлені дисперсійними фарбами. Санвузли, санкімнати, стерилізаційні, приміщення для миття і тому подібне – ½ оздоблені плиткою і ½ забарвлено дисперсійними фарбами.

1.3 Конструктивні рішення

Будівля медичного закладу запроектована в конструкціях серії 1.020-1; каркасна з цегельними самонесучими зовнішніми стінами. Просторова стійкість будівлі забезпечується власною роботою діафрагм жорсткості і дисків перекриття.

Величина нормативних постійних і тимчасових навантажень на перекриття і відповідні коефіцієнти перевантажень прийняті по ДБН. У проекті передбачено вживання індустріальних виробів по типових серіях конструкцій і деталей будівель.

Фундаменти. Стрічкові, збірні із бетонних блоків. Фундаменти служать для сприйняття навантаження від елементів, що лежать вище, і передачі її на основу.

Елементи каркасу. Стінова огорожа – цегляна кладка з глиняної цегли. Товщина зовнішніх стін 770 мм, внутрішніх – 380 мм. Осі зовнішніх стін мають внутрішню прив'язку 200 мм, зовнішню – 570 мм. Утеплювач зовнішніх стін – плити мінераловатні; розмір плит 2000x1000x100 мм, відповідно до вимог теплового захисту будівлі. Внутрішні перегородки гіпсобетонні збірні по серії 1.231.9 - 7 товщиною 80мм..

Перекриття. Перекриття і покриття – збірні залізобетонні круглопустотні плити товщиною 220мм, номінальних розмірів *6x1,5м, 7,2x1,5м, 6x1,8м, 6x1,2м, 3x1,2м*. Виготовлені з бетону С12/15, армовані каркасами і сітками з дрової арматури Вр-І. Поздовжня робоча арматура плити перекриття А500.

Сходи. Збірні залізобетонні шириною 1,5м і з набірних залізобетонних сходинок. Зовнішні пожежні сходи - сталеві. Сходи заввишки – 150 мм і шириною – 300 мм.

Стіни. Стіни підвалу із збірних бетонних блоків. Зовнішні стіни вище 0,000 – цегельні, самонесучі, завтовшки 510 мм.

Всі зовнішні поверхні стін підвалу, а також всі поверхні цегельних стін підвальних каналів і приямків, дотичних з ґрунтом обклеювальна на бітумній мастиці по вирівненій поверхні в 2 рази. Зворотня засипка стін підвалу виконується після монтажу перекриттів над ним і влаштування підлоги підвалу.

Перемички – монолітні залізобетонні.

Перегородки. На 1 – 4 поверхах - збірні гіпсокартонні (RIGIPS), завтовшки 80, 90, 100мм. Залежно від призначення вмонтовується на одинарному або подвійному каркасі, з одношаровою або багатшаровою обшивкою, з різним по товщині шаром ізоляції. Комбінуючи перераховані

елементи, добиваються необхідних показників по міцності і звукоізоляції. У разі потреби перегородка може нести протипожежну функцію. Влаштовуються перегородки після закінчення “мокрих” процесів (вирівнювання підлоги нівелір-масою і тому подібне) і нормалізації режиму вологості в приміщенні.

У підвалі – цегельні, в одну цеглину.

Покрівля. Рулонна з внутрішнім водостоком, утеплювач – пінобетонні плити завтовшки 150 мм. Разуклонка виконується з керамзитового гравію $\gamma = 400 \text{ кг/м}^3$. Примикання покрівлі до елементів конструкцій прийняті по серії 2.260-1.

Вікна і двері. Вікна і зовнішні двері – виконані з алюмінієвих термоізольованих профілів, які відповідають всім вимогам нормативних документів для опалювальних житлових і нежитлових приміщень (по звуко-, теплоізоляції, і вологонепроникності і тому подібне).

Підлоги. Підлоги складаються із гідроізоляції – 5мм, шлакобетону – 35мм(під керамічну плитку) і 40мм(під лінолеум), цементно-піщаної стяжки – 30 мм і покриття (лінолеум, плитка).

Для скління фасаду застосовується алюмінієва система самонесучих конструкцій, теплоізольованих і економічних. Хол - зимовий сад – виконаний з алюмінієвого профілю з енергозбережними склопакетами. Можлива установка в склопакети декоративних елементів, тонованих і протиударних стекол.

1.4. Внутрішні санітарно-технічні рішення та обладнання будівель

Опалення

Опалення і гаряче водопостачання запроектовано з магістральних теплових мереж від УТ-1, з нижнім розведенням по підвалу. Приладами опалення слугують конвектори. На кожен блок - секцію і кожен вбудований блок виконується окремий тепловий вузол для регулювання та обліку теплоносія. Магістральні трубопроводи і труби стояків, розташовані в підвальної частині будівлі, ізолюються і покриваються алюмінієвою фольгою.

Водопостачання

Холодне водопостачання запроектовано від внутрішньоквартального

колектора водопостачання з двома вводами. Вода на кожную секцію подається внутрішньобудинковим магістральним трубопроводом, що розміщений у підвальній частині будівлі, який ізолюється і покривається алюмінієвою фольгою. На кожную блок-секцію і вбудований блок встановлюється рамка вводу. Навколо будинку виконується магістральний пожежний господарсько-питний водопровід з колодязями, в яких встановлені пожежні гідранти.

Каналізація

Каналізація виконується господарсько - фекальна в міську мережу. З кожної секції та кожного вбудованого приміщення виконуються самостійні випуски госпфекальної та дощової каналізації.

Енергопостачання

Енергопостачання виконується від міської підстанції із запиткою по дві секції двома кабелями - основним і запасним. Вбудовані приміщення живляться окремо, через свої електрощитові. Усі електрощитові розташовані на перших поверхах.

1.5. Заходи по енергозбереженню

Заходи по енергозбереженню виконані у відповідності до вимог. [19]

Згідно схеми температурних зон України [3 , дод. В] район будівництва належить до II зони.

Нормативне значення опору теплопередачі огорожуючих конструкцій [3, табл.1] складає: для зовнішніх стін – $R_0^H = 2,5 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

Для досягнення нормативних показників опору теплопередачі зовнішні стіни утеплюються мінераловатними плитами URSA TSP щільністю $\rho = 85 \text{ кг/м}^3$ та коефіцієнтом теплопровідності $\lambda = 0,032 \text{ Вт/м}^2\text{К}$.

Визначаємо товщину утеплювача зовнішніх стін.

R_0 – розрахунковий опір теплопередачі $\text{м}^2\cdot\text{К/Вт}$:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_b} + R_k + \frac{1}{\alpha_n},$$

де λ_b – коефіцієнт теплопередачі внутрішньої поверхні огорожі, $\text{Вт/м}^2\cdot\text{К}$;

R_k – термічний опір огорожуючої конструкції, $\text{м}^2\cdot\text{К/Вт}$;

λ_n – коефіцієнт тепловіддачі (для зимових умов) зовнішньої поверхні огорожі, Вт/м²·К.

При проектуванні огорожуючих конструкцій необхідно, щоб їх опір теплопередачі був не менше нормативної величини R_0^H :

$$R_0 > R_0^H .$$

$$R_0^H = 1/8,7 + (0,03/0,70 + 0,30/0,11 + x/0,032 + 0,12/0,70) + 1/23 = 0,1149 + 0,0429 + 2,7273 + x/0,032 + 0,1714 + 0,0435 = 3,1 + x/0,032;$$

$$x = 0,019 \text{ м.}$$

Приймаємо товщину утеплювача 20 мм.

$$R_0 = 3,1 + 0,020/0,032 = 3,725 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

$$R_0 = 3,725 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} > R_0^H = 2,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт, умова виконується.}$$

1.6 Техніко-економічні показники

Техніко-економічні показники будівлі представлено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Техніко-економічні показники будівлі.

№з/п	Найменування показників	Од. вим.	Кіл-ть
1	Площа забудови будівлі	м ²	2026,8
2	Будівельний об'єм будівлі	м ³	42157,4
3	Житлова площа	м ²	10335,1
4	Загальна площа квартир	м ²	2039,7
5	Коеф. - т $K_1 = \text{житл.пл/заг.пл}$	–	0,2
6	Коеф. - т $K_2 = \text{буд.об'єм/жит.пл.}$	–	20,7

1.7 Теплотехнічний розрахунок утеплювача зовнішньої стіни

Визначаємо термічний опір R_k (м · °С)/Вт з послідовно розташованими шарами (5 шарів), як суму термічних опорів окремих шарів (рис. 1.1):

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_a} + R_e + \frac{1}{\alpha_i}, \quad (2.1)$$

де: $R_e = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$, R_1, R_2, R_3, R_4 – термічний опір окремих

шарів огорожуючих конструкцій $m^2 \cdot C / Bm$ визначається за формулою:

$$R_{\hat{e}} = \delta / \lambda \quad (2.2)$$

Матеріал, щільність, коефіцієнт теплопровідності:

1) Зовнішня обробка:

$$\rho_1 = 1800 \text{ кг} / \text{м}^3; \lambda_1 = 0,76 \text{ Вт} / \text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C};$$

2) Утеплювач FASROCK:

$$\rho_2 = 1,61 \text{ кН} / \text{м}^3; \lambda_2 = 0,039 \text{ Вт} / \text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C};$$

3) Пароізоляція

4) Силікатна цегла:

$$\rho_3 = 1800 \text{ кг} / \text{м}^3; \lambda_3 = 0,76 \text{ Вт} / \text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C};$$

5) Внутрішня штукатурка:

$$\lambda_4 = 0,70 \text{ Вт} / \text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C};$$

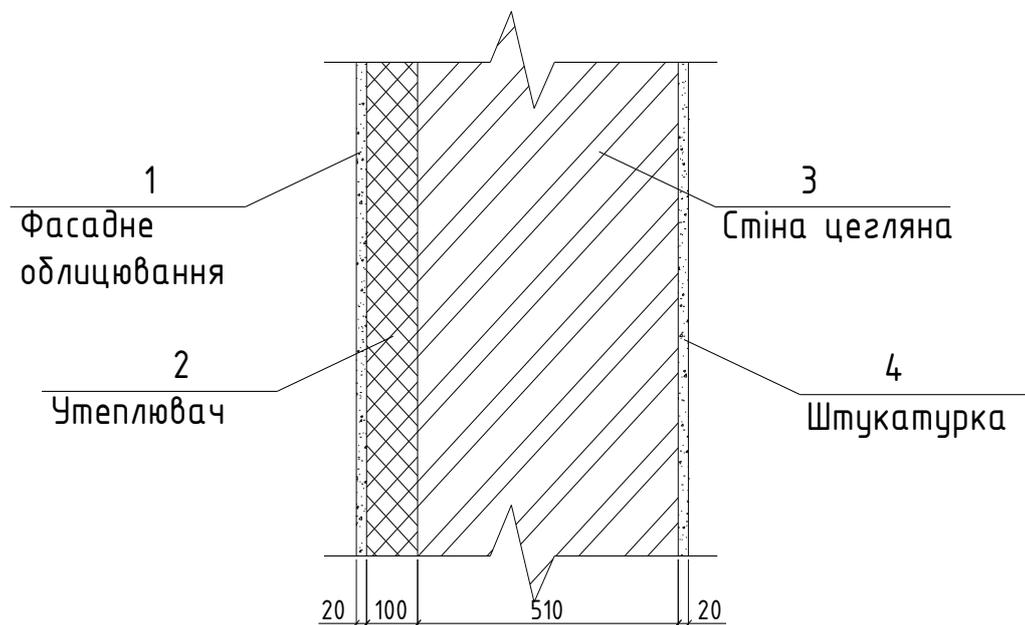


Рисунок 1.1 – Схема розрізу зовнішньої стіни

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \left(\frac{0,03}{0,7} + \frac{0,51}{0,76} + \frac{x}{0,039} + \frac{0,03}{0,76} \right) + \frac{1}{23} =$$

$$0,1149 + (0,0428 + 0,671 + x/0,039 + 0,0394) + 0,0434 = 0,9115 + x/0,039$$

$$x = (2,1 - 0,9115) \cdot 0,039 = 0,0463 \text{ м} \approx 49 \text{ мм};$$

$$R_0 = 0,9115 + \frac{0,049}{0,039} = 2,1615 \text{ м}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт} > R_0^{mp} = 2,1 \text{ м}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт}$$

Умова виконується. Конструктивно приймаємо товщину утеплювача 50 мм, згідно рекомендаціям виробника.

РОЗДІЛ 2

КОНСТРУКТИВНО-РОЗРАХУНКОВИЙ

Зм	Кіль	Прізвище	Підпис	Дата	КНУ.МР.192.25.342с.06 КЗ			
Керівник		Тімченко			Проектування медичного закладу з використанням ефективних утеплювачів	Стадія	Аркуш	Аркушів
Консул.		Єрмоєнко				МР		
Магістр.		Гудзовський				ПЦБ-24М		
Зав.каф		Валовой						

2.1 Обґрунтування вибору конструкцій запроєктованої будівлі

Запроєктована будівля каркасного типу. Сітка колон 6х3 м, 6х6 м, 6х7,2 м. Колони залізобетонні, поперечним перерізом 400 х 400 мм, виготовлені з бетону класу С12/15 та армовані робочою арматурою $\varnothing 28A400$. Плити перекриття збірні залізобетонні з круглими порожнинами, розмірами 6х1,5 м, 7,2х1,5 м, 3х1,5 м, висота 220 мм; виготовлені з бетону класу С12/15, заармовані поздовжньою робочою арматурою класу $\varnothing 10At-V$. Колони замонолічені в окремих залізобетонних монолітних фундаментах стаканного типу розмірами у плані 2,4х2,4 м, виготовленими з бетону класу В15, армовані зварною сіткою з арматури $\varnothing 14A400$ і $\varnothing 12A400$.

У розрахунково-конструктивній частині виконано проектування плити перекриття і сходового маршу.

2.2. Розрахунок і конструювання плити перекриття з круглими порожнинами

2.2.1. Збір навантаження на 1м перекриття

Міжповерхове перекриття запроєктоване збірним з плит з круглими порожнинами, розміри яких 6х1,5 м, 6х1,8 м, 7,2 х 1,5 м, 3х1,5м. Навантаження на перекриття пораховане в таблиці 3.1.

Розрахунковий проліт: $l_0 = 6000 - 2 \cdot 200/2 - 2 \cdot 125/2 = 5675$ мм.

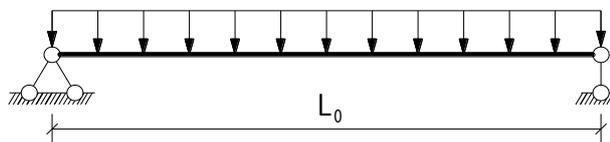


Рисунок 3.1. Розрахункова схема плити

Таблиця 3.1. Збір навантаження на плиту перекриття

№ п/п	Найменування навантаження	Нормативне навантаження кПа	Коефіцієнти		Розрахункове навантаження кПа
			γ_f	γ_n	
1	Керамічна плитка $b=7$ мм, $\rho_m=1900$ кг/м	0,14	1,1	0,95	0,146
2	Клей для плитки $B=3$ мм, $\rho_m=1800$ кг/м ³	0,06	1,3	0,95	0,074
3	Цементно- піщана стяжка, $b=30$ мм, $\rho_m=1800$ кг/м ³	0,66	1,3	0,95	0,82
4	Шлакобетон $b=35$ мм	0,42	1,3	0,95	0,52
5	Гідроізоляція $b=5$ мм	0,075	1,3	0,95	0,093
6	Залізобетонна плита, $b=220$ мм, $\rho_m=2600$ кг/м ³	2,6	1,1	0,95	2,72
7	Вага перегородок	0,5	1,1	0,95	0,52
8	Постійне навантаження	4,46			4,89
	Тимчасове навантаження довготривале	2,00	1,3	0,95	2,47
	короткотривале	1,20	1,3	0,95	1,48
	Повне навантаження, в т.ч. довготривале	0,8	1,3	0,95	0,99
		6,46			7,36
		5,66			6,37

2.2.2. Вихідні дані

Виготовляють плиту з важкого бетону класу C12/15. Бетон твердне в умовах теплообробки (пропарювання). Характеристики бетону: $R_b=8,5$ МПа; $R_{bt}=0,75$ МПа; $R_{bt,ser}=1,15$ МПа; $R_{b,ser}=11,0$ МПа; $E_b=23000$ МПа (для важкого бетону, що твердне в умовах пропарювання). Плиту армують термічно зміцненою стержневою арматурою періодичного профілю класу A600, яку натягують на упори форми. Характеристики цієї арматури: $R_{sn} = 785$ МПа; $R_s = 680$ МПа; $E_s=190000$ МПа; арматура зварних каркасів та сіток – дріт класу Bp-I, для якого $R_s = 360$ МПа; $R_{sw} = 265$ МПа; $E_s=170000$ МПа.

Арматуру натягують на упори форми електротермічним способом, а обтиск бетону виконують зусиллям напруженої арматури при досягненні міцності $R_{bp} = 0,5 \cdot C12/15 = 7,5$ МПа. Бетон твердне в умовах теплообробки

(пропарювання). Попередній натяг арматури становить

$$\sigma_{sp} = 0,6 \cdot R_{sn} = 0,6 \cdot 785 = 471 \text{ МПа.}$$

Перевіримо, як виконуються умови:

$$\sigma_{sp} + p \leq R_{s,ser}; \quad \sigma_{sp} - p \geq 0,3R_{s,ser}.$$

При електротермічному способі натягу допустимі відхилення p значення попереднього натягу визначаються за формулою:

$$p = 30 + 360 / l = 30 + 360 / 6 = 90 \text{ МПа,}$$

тут l - довжина натягнутого стержня, м.

$$\text{Отже, } \sigma_{sp} + p = 471 + 90 = 561 \text{ МПа} \leq R_{s,ser} = 785 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{sp} - p = 471 - 90 = 381 \text{ МПа} \geq 0,3R_{s,ser} = 235,5 \text{ МПа,}$$

тобто, умови виконуються.

Значення попереднього натягу в арматурі вводиться в розрахунок з коефіцієнтом точності натягу арматури γ_{sp} , що визначається за формулою:

$$\gamma_{sp} = 1 \pm \Delta \gamma_{sp}.$$

Значення $\Delta \gamma_{sp}$ при електротермічному способі натягу визначається за формулою:

$$\Delta \gamma_{sp} = 0,5 \frac{p}{\sigma_{sp}} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{n_p}} \right) \geq 0,1,$$

де n_p - число стержнів напружуваної арматури в перерізі елемента.

$$\text{Підраховавши } \Delta \gamma_{sp} = 0,5 \frac{90}{471} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{6}} \right) = 0,134, \quad \text{отримаємо при}$$

сприятливому впливі попереднього натягу $\gamma_{sp} = 1 - \Delta \gamma_{sp} = 0,866$; при перевірці на утворення тріщин у верхній стиснутій зоні плити при обтиску $\gamma_{sp} = 1 + \Delta \gamma_{sp} = 1,134$.

Попередні напруження в арматурі з урахуванням точності натягу

$$\sigma_{sp} = 0,866 \cdot 471 = 407,9 \text{ МПа.}$$

2.2.3. Визначення внутрішніх зусиль

При відомій ширині плити перекриття $b = 1,49$ м розрахунковий згинальний момент (рис. 2.1) від повного навантаження становитиме:

$$M = ql_0^2/8 = 7,36\text{кПа} \cdot 1,49\text{м} \cdot 5,675^2\text{м}^2 / 8 = 44,18 \text{кНм},$$

те ж, від нормативного:

$$M^n = q^n l_0^2/8 = 6,46\text{кПа} \cdot 1,49\text{м} \cdot 5,675^2\text{м}^2 / 8 = 38,75 \text{кНм},$$

від постійного і довготривалого навантаження:

$$M_l = q_l l_0^2/8 = 5,66\text{кПа} \cdot 1,49\text{м} \cdot 5,675^2\text{м}^2 / 8 = 33,95 \text{кНм},$$

від короткотривалого навантаження:

$$M_c = q_c l_0^2/8 = 0,8\text{кПа} \cdot 1,49\text{м} \cdot 5,675^2\text{м}^2 / 8 = 4,8 \text{кНм}.$$

Поперечна сила на опорі становитиме

$$Q = ql_0/2 = 7,36\text{кПа} \cdot 1,49\text{м} \cdot 5,675\text{м} / 2 = 31,12 \text{кН},$$

нормативне значення

$$Q^n = q^n l_0/2 = 6,46\text{кПа} \cdot 1,49\text{м} \cdot 5,675\text{м} / 2 = 27,31 \text{кН}.$$

2.2.4. Розрахунок за граничними станами першої групи

Розрахунок за нормальними перерізами

Дійсний поперечний переріз плити перекриття (рис. 2.2) зводимо до еквівалентного двотаврового (рис. 2.3) з такими розмірами: $b_f = 1490\text{мм}$; $b'_f = 1470\text{мм}$; $h = 220\text{мм}$; $h_f = h'_f = (h - h_1)/2 = (22 - 14,3)/2 = 3,85\text{см}$, де $h_1 = 0,9 \cdot d = 14,3\text{см}$, тут d - діаметр отворів у плиті, він становить 159 мм. Зведена ширина ребра $b = b'_f - n h_1 = 147 - 7 \cdot 14,3 = 46,9\text{см}$, де $n = 7$ - кількість отворів у плиті.

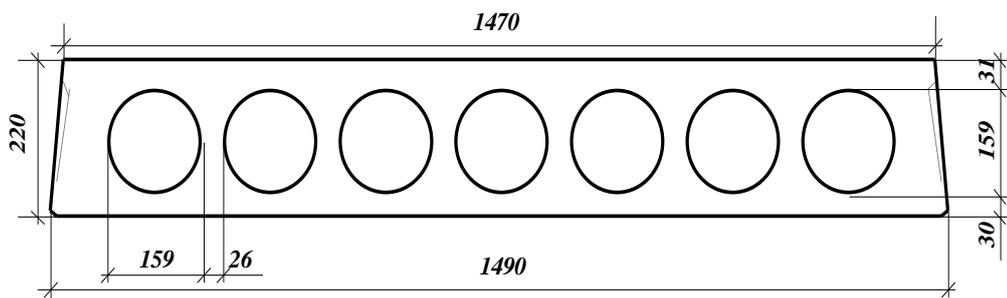


Рисунок 2.2 – Дійсний переріз плити перекриття

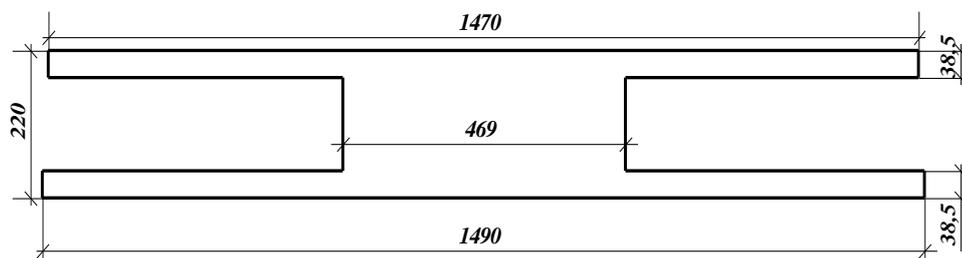


Рисунок 2.3 – Зведений переріз плити перекриття

Робоча висота перерізу $h_0 = h - a = 22 - 3 = 19 \text{ см}$.

Визначаємо момент, що сприймається полицею тавра:

$$\begin{aligned} M'_f &= R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b'_f \cdot h'_f \cdot (h_0 - 0,5h'_f) = \\ &= 8,5 \cdot 10^6 \cdot 0,9 \cdot 1,47 \cdot 0,0385 \cdot (0,19 - 0,5 \cdot 0,0385) = 74 \text{ кНм}. \end{aligned}$$

Отже, $M'_f = 74 \text{ кНм} > M = 44,18 \text{ кНм}$, а це означає, що нейтральна вісь проходить у полиці тавра, тому розрахунок ведемо, як для прямокутного перерізу, ширина якого $b = b'_f = 1,47 \text{ м}$.

Обчислимо коефіцієнт

$$\alpha_m = M / (R_b \gamma_{b2} b'_f h_0^2) = 44,18 \cdot 10^3 / (8,5 \cdot 10^6 \cdot 0,9 \cdot 1,47 \cdot 0,19^2) = 0,108.$$

За таблицями знаходимо відповідні значення $\xi = 0,110$; $\zeta = 0,943$.

Характеристика стиснутої зони перерізу

$$\omega = 0,85 - 0,008 R_b \gamma_{b2} = 0,85 - 0,008 \cdot 8,5 \cdot 0,9 = 0,789.$$

Гранична висота стиснутої зони бетону

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{sR}}{\sigma_{sc,u}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,789}{1 + \frac{775}{500} \cdot \left(1 - \frac{0,789}{1,1}\right)} = 0,548,$$

де $\sigma_{sR} = R_s + 400 - \sigma_{sp} = 680 + 400 - 0,75 \cdot 407,9 = 775 \text{ МПа}$, тут умовним коефіцієнтом $0,75$ попередньо враховано втрати попереднього натягу арматури.

Коефіцієнт умов роботи арматури класу Ат-V (А800 ДСТУ 3760-98) визначається за умови:

$$\gamma_{s6} = \eta - (\eta - 1) (2\xi/\xi_R - 1) \leq \eta,$$

де $\eta = 1,15$ для арматури класу Ат-V (А800 ДСТУ 3760-98),

$$\gamma_{s6} = 1,15 - (1,15 - 1)(2 \cdot 0,11/0,548 - 1) = 1,06.$$

Обчислимо площу поперечного перерізу робочої поздовжньої арматури

$$A_s = M / (\zeta h_0 R_s \gamma_{s6}) = 44,18 / (0,943 \cdot 0,19 \cdot 680 \cdot 1,06) = 3,42 \text{ см}^2.$$

За сортаментом приймаємо $6 \text{ } \varnothing 10$ Ат-V, з $A_{sp, \text{факт.}} = 4,71 \text{ см}^2$.

Розрахунок міцності за нахиленими перерізами

Розрахункове поперечне зусилля $Q = 31,12 \text{ кН}$. Перевіримо умову міцності по нахиленому перерізу між похилими тріщинами, припускаючи, що $\varphi_{wI} = 1$ (тобто, без врахування поперечної арматури):

$$Q = 31,12 \text{ кН} \leq 0,3 \varphi_{wI} \cdot \varphi_{bI} \cdot R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_o,$$

$$\text{де } \varphi_{bI} = 1 - \beta \cdot R_b \gamma_{b2} = 1 - 0,01 \cdot 8,5 \cdot 0,9 = 0,924.$$

Підставивши значення, отримаємо

$$0,3 \cdot 1 \cdot 0,924 \cdot 8,5 \cdot 0,9 \cdot 0,469 \cdot 0,19 = 189 \text{ кН}.$$

Отже, $31,12 \text{ кН} < 189 \text{ кН}$, умова виконується, розміри поперечного перерізу плити достатні.

Розрахунок залізобетонної плити з поперечною арматурою на дію поперечної сили для забезпечення міцності по похилій тріщині ведеться по найнебезпечнішому перерізу за умовою :

$$Q \leq Q_b + Q_{sw},$$

де Q - поперечна сила від зовнішнього навантаження;

Q_b - поперечне зусилля, що сприймається бетоном;

Q_{sw} - поперечне зусилля, що сприймається поперечною арматурою.

Зусилля Q_b визначається за формулою:

$$Q_b = \varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_o^2 / c \geq \varphi_{b3} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_o,$$

$$\text{причому } (1 + \varphi_f + \varphi_n) \leq 1,5,$$

де φ_{b2} - коефіцієнт, що враховує вплив виду бетону,

для важкого бетону $\varphi_{b2} = 2,0$;

φ_f - коефіцієнт, що враховує вплив стиснутої полиці двотаврового

перерізу, $\varphi_f \leq 0,5$, і при восьми ребрах між порожнинами визначається за формулою:

$$\varphi_f = 8 \cdot 0,75 \frac{(b'_f - b) h'_f}{b h_o} = 8 \cdot 0,75 \frac{(584,5 - 469) 38,5}{469 \cdot 190} = 8 \cdot 0,037 = 0,296 \leq 0,5,$$

$$\text{тут } b'_f \leq b + 3h'_f = 469 + 3 \cdot 38,5 = 584,5 \text{ мм}.$$

φ_n – коефіцієнт, що враховує вплив поздовжніх стискуючих сил:

$$\varphi_n = 0,1 \frac{N}{R_{bt} b h_0} \leq 0,5.$$

Для попередньо напруженої плити $N = P$, де P – зусилля попереднього обтиску, що обчислюється так:

$$P = A_{sp} \cdot \sigma_{sp} = 4,71 \cdot 0,75 \cdot 407,9 = 144,1 \text{ кН}.$$

$$\text{Обчислимо } \varphi_n = 0,1 \frac{144,1}{0,75 \cdot 0,9 \cdot 0,469 \cdot 0,19} = 0,293 < 0,5, \text{ отже, в}$$

розрахунках приймаємо $\varphi_n = 0,293$.

Обчислимо $(1 + \varphi_f + \varphi_n) = 1 + 0,296 + 0,293 = 1,589 > 1,5$, тому в розрахунках приймаємо $1,5$.

φ_{b3} – коефіцієнт, для важкого бетону $\varphi_{b3} = 0,6$.

Виконаємо підстановку у формулу

$$Q_b = \varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot \gamma_{b2} \cdot b h_0^2 / c$$

$$Q_b = 2 \cdot 1,5 \cdot 0,75 \cdot 0,9 \cdot 0,469 \cdot 0,19^2 / (2 \cdot 0,19) = 90,2 \text{ кН}.$$

Обчислене значення є більшим від

$$\varphi_{b3} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot \gamma_{b2} \cdot b h_0 = 0,6 \cdot 1,5 \cdot 0,75 \cdot 0,9 \cdot 0,469 \cdot 0,19 = 54,1 \text{ кН}.$$

Значення $Q_b = 90,2 \text{ кН} > Q = 31,12 \text{ кН}$, отже, поперечна арматура за розрахунком не потрібна і встановлюємо її лише за конструктивними вимогами.

У приопорних ділянках симетрично з кожного боку плити встановлюють по 5 каркасів з дротової арматури $\varnothing 4Bp-I$. Поперечні стержні в каркасах з дроту $\varnothing 3Bp-I$ з постійним кроком 100 мм. У верхній полиці встановлюємо

конструктивну сітку C1 марки $\frac{3\hat{A}\check{\delta} - 2; 200}{3\hat{A}\check{\delta} - 2; 300}$, причому в поздовжньому

напрямку $A'_s = 0,565 \text{ см}^2$. В нижній полиці встановлюємо сітку C2 марки

$$\frac{4\hat{A}\check{\delta} - 2; 70}{5\hat{A}\check{\delta} - 2; 300}.$$

2.2.5. Розрахунок плити за граничними станами другої групи

Визначення геометричних характеристик перерізу

Геометричні характеристики зведеного перерізу при

$$\alpha = E_s / E_b = 190000 / 23000 = 8,26,$$

$$\alpha A_{sp} = 8,26 \cdot 4,71 = 38,9 \text{ см}^2.$$

Площа зведеного перерізу

$$A_{red} = A + \alpha A_{sp} + \alpha A'_{sp} + \alpha A_s + \alpha A'_s.$$

У стиснутій зоні не встановлюється попередньо напружувана арматура, тому $A'_{sp} = 0$.

Для арматури Вр-1 сітки С-1 визначимо

$$\alpha = E_s / E_b = 170000 / 23000 = 7,39.$$

$$A_{red} = \{149 \cdot 3,85 + 147 \cdot 3,85 + 46,9 \cdot (22 - 2 \cdot 3,85)\} + 38,9 + 7,39 \cdot 0,565 = 1853,35 \text{ см}^2,$$

Статичний момент відносно нижньої грані перерізу панелі:

$$\begin{aligned} S_{red} &= S + \alpha S_{sp} + \alpha S_s + \alpha S'_s = \\ &= \{149 \cdot 3,85 \cdot 3,85 / 2 + 147 \cdot 3,85 \cdot (22 - 3,85 / 2) + 46,9 \cdot 14,3 \cdot (14,3 / 2 + 3,85)\} + 38,9 \cdot 3 + \\ &+ 7,39 \cdot 0,565 \cdot 1,3 + 7,39 \cdot 0,565 \cdot 20 = 20048,7 \text{ см}^3. \end{aligned}$$

Віддаль від центру ваги зведеного перерізу до нижньої грані панелі

$$y_0 = S_{red} / A_{red} = 20048,7 / 1853,35 = 10,82 \text{ см}.$$

Момент інерції зведеного перерізу відносно центру ваги становить:

$$I_{red} = I + \alpha A_{sp} y_1^2 + \alpha A'_s y_2^2 + \alpha A_s y_3^2.$$

$$y_1 = 10,82 - 3 = 7,82 \text{ см}; \quad y_2 = 22 - 10,82 - 2 = 9,18 \text{ см}; \quad y_3 = 10,82 - 1,3 = 9,52 \text{ см}.$$

$$\begin{aligned} I_{red} &= 149 \cdot 3,85^3 / 12 + 149 \cdot 3,85 \cdot (10,82 - 3,85 / 2)^2 + 147 \cdot 3,85^3 / 12 + 46,9 \cdot 14,3^3 / 12 + \\ &+ 147 \cdot 3,85 \cdot (22 - 10,82 - 3,85 / 2)^2 + 46,9 \cdot 14,3 \cdot (14,3 / 2 + 3,85 - 10,82)^2 + 38,9 \cdot (10,82 - 3)^2 + \\ &+ 7,39 \cdot 0,565 \cdot (22 - 10,82 - 2)^2 + 7,39 \cdot 0,565 \cdot (10,82 - 1,3)^2 = 109831,5 \text{ см}^4. \end{aligned}$$

Момент опору для розтягнутої грані перерізу

$$W_{red} = I_{red} / y_0 = 109831,5 / 10,82 = 10150,8 \text{ см}^3.$$

Для стиснутої зони:

$$W_{red}^* = I_{red} / (h - y_0) = 109831,5 / (22 - 10,82) = 9823,9 \text{ см}^3.$$

Знайдемо віддаль від центру ваги зведеного перерізу до ядрової точки, найвіддаленішої від розтягнутої зони, де перевіряється тріщиноутворення:

$$r = \varphi W_{red} / A_{red} = 0,83 \cdot 10150,8 / 1853,35 = 4,56 \text{ см},$$

тут $\varphi = 1,6 - \sigma_b / R_{b,ser} = 1,6 - 8,5/11 = 0,83$, причому $0,7 \leq \varphi \leq 1,0$.

Аналогічно визначимо віддаль від центру ваги зведеного перерізу до ядрової точки, найвіддаленішої від розтягнутої зони при дії зусиль попереднього обтиску

$$r = \varphi W'_{red} / A_{red} = 0,83 \cdot 9823,9 / 1853,35 = 4,40 \text{ см}.$$

Визначення втрат попереднього натягу при натягуванні арматури на упори

Попередній натяг арматури σ_{sp} без врахування втрат приймається рівним $0,6 R_{sn} = 0,6 \cdot 785 = 471 \text{ МПа}$. При розрахунку втрат коефіцієнт точності натягу арматури $\gamma_{sp} = 1$.

Визначимо перші втрати :

ВІД РЕЛАКСАЦІЇ НАПРУЖЕНЬ АРМАТУРИ при електротермічному способі натягу стержнєвої арматури

$$\sigma_1 = 0,03 \cdot \sigma_{sp} = 0,03 \cdot 471 = 15,7 \text{ МПа};$$

ВІД ТЕМПЕРАТУРНОГО ПЕРЕПАДУ для бетону класу В15

$$\sigma_2 = \Delta t^0$$

проте при пропарюванні форма з упорами нагрівається разом з плитою, тому

$$\sigma_2 = 0;$$

ВТРАТИ ВНАСЛІДОК ДЕФОРМАЦІЇ АНКЕРІВ, розташованих біля натяжних пристроїв, для електротермічного способу

$$\sigma_3 = 0;$$

ВТРАТИ ВНАСЛІДОК ТЕРТЯ АРМАТУРИ відсутні, тому

$$\sigma_4 = 0;$$

ВТРАТИ ВНАСЛІДОК ДЕФОРМАЦІЇ СТАЛЕВОЇ ФОРМИ для електротермічного способу натягу

$$\sigma_5 = 0;$$

ВТРАТИ ВІД ШВИДКОНАРОСТАЮЧОЇ ПОВЗУЧОСТІ БЕТОНУ

$$\sigma_6 = 0,85 \cdot 40 \cdot \sigma_{bp} / R_{bp}.$$

Обчислимо зусилля обтиску

$$P_1 = A_{sp} \cdot (\sigma_{sp} - \sigma_1 - \sigma_2) = 4,71 \cdot (471 - 15,7) = 214,4 \text{ кН}.$$

Ексцентриситет зусилля обтиску P_1 відносно центру ваги зведеного перерізу $e_{op} = y_0 - a_p = 10,82 - 3 = 7,82 \text{ см}$.

Напруження в бетоні при обтиску

$$\sigma_{bp} = \frac{P_1}{A_{red}} + \frac{P_1 e_{op} y_o}{I_{red}} = \frac{214,4}{1853,35} + \frac{214,4 \cdot 7,82 \cdot 10,82}{109831,5} = 2,81 \text{ МПа}.$$

Встановлюємо значення передаточної міцності бетону з умови:

$$\sigma_{bp} / R_{bp} \leq 0,75 \Rightarrow R_{bp} = \sigma_{bp} / 0,75 = 2,81 / 0,75 = 3,75 \text{ МПа}.$$

Зважаючи на $R_{bp} \geq 0,5B15 = 7,5 \text{ МПа}$, тому, $R_{bp} = 7,5 \text{ МПа}$.

$$\text{Тоді співвідношення } \sigma_{bp} / R_{bp} = 2,81 / 7,5 = 0,375 < 0,75.$$

Обчислимо стискуєче напруження в бетоні на рівні центру ваги напружуваної арматури від зусиль обтиску P_1 (без врахування моменту від власної ваги плити перекриття)

$$\sigma_{bp} = \frac{P_1}{A_{red}} + \frac{P_1 e_{op}^2}{I_{red}} = \frac{214,4}{1853,35} + \frac{214,4 \cdot 7,82^2}{109831,5} = 2,35 \text{ МПа}.$$

$$\text{Співвідношення } \sigma_{bp} / R_{bp} = 2,35 / 7,5 = 0,313.$$

Обчислимо коефіцієнт $\alpha = 0,25 + 0,025 R_{bp} \leq 0,8$;

$$\alpha = 0,25 + 0,025 \cdot 7,5 = 0,438 < 0,8.$$

$$\sigma_{bp} / R_{bp} = 0,313 < \alpha = 0,438, \text{ тому можна визначити втрати від}$$

швидконаростаючої повзучості для бетону, що піддається теплообробці:

$$\sigma_6 = 0,85 \cdot 40 \cdot \sigma_{bp} / R_{bp} = 0,85 \cdot 40 \cdot 0,313 = 10,6 \text{ МПа}.$$

Сумарні перші втрати становитимуть:

$$\sigma_{los,1} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_4 + \sigma_5 + \sigma_6 = 15,7 + 10,6 = 26,3 \text{ МПа}.$$

З врахуванням перших втрат $\sigma_{los,1}$ зусилля обтиску

$$P_1 = A_{sp} \cdot (\sigma_{sp} - \sigma_{los,1}) = 4,71 (471 - 26,3) = 209,5 \text{ кН.}$$

Тоді напруження σ_{bp} становитиме:

$$\sigma_{bp} = \frac{209,5}{1853,35} + \frac{209,5 \cdot 7,82^2}{109831,5} = 2,3 \text{ МПа.}$$

$$\text{Співвідношення } \frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = \frac{2,3}{7,5} = 0,31.$$

Обчислимо другі втрати :

ВІД УСАДКИ БЕТОНУ – для важкого бетону класу В15, що пропарюється

$$\sigma_8 = 35 \text{ МПа;}$$

ВІД ПОВЗУЧОСТІ БЕТОНУ при $\sigma_{bp}/R_{bp} = 0,31 < 0,75$:

$$\sigma_9 = 150 \alpha \sigma_{bp}/R_{bp} = 150 \cdot 0,85 \cdot 0,31 = 39,5 \text{ МПа,}$$

де $\alpha = 0,85$ – для бетону, що пропарюється.

Другі втрати становитимуть

$$\sigma_{los,2} = \sigma_8 + \sigma_9 = 35 + 39,5 = 74,5 \text{ МПа.}$$

Сумарні втрати попереднього натягу арматури становлять

$\sigma_{los} = \sigma_{los,1} + \sigma_{los,2} = 26,3 + 74,5 = 100,8 \text{ МПа} < 100 \text{ МПа}$ (встановлений мінімум втрат). Приймаємо значення усіх втрат $\sigma_{los} = 100 \text{ МПа}$.

Зусилля обтиску з врахуванням всіх втрат становитиме:

$$P_2 = A_{sp} (\sigma_{sp} - \sigma_{los}) = 4,71 (471 - 100) = 174,7 \text{ кН.}$$

Розрахунок на утворення тріщин, нормальних до поздовжньої осі елемента

Розрахунок плити як згинального елемента на утворення тріщин виконуємо за умовою:

$$M_r \leq M_{crc},$$

де M_r – момент зовнішніх сил, розташованих по один бік від розрахункового перерізу, відносно осі, що проходить через ядрову точку, найвіддаленішу від розтягнутої зони, тріщиностійкість якої перевіряється, і

паралельної до нульової лінії;

M_{crc} – момент, що сприймається перерізом, нормальним до поздовжньої осі елемента, при утворенні тріщин і визначається за формулою:

$$M_{crc} = R_{bt,ser} \cdot W_{pl} \pm M_{rp},$$

тут M_{rp} – момент зусилля P відносно тієї ж осі, що і для визначення M_r ; знак моменту визначається за напрямком обертання (“плюс” – коли напрямки обертання моментів M_{rp} і M_r протилежні; “мінус” – коли напрямки співпадають); визначається за формулою:

$$M_{rp} = P (e_{0p} \pm r).$$

Значення W_{pl} можна визначити наближено, виходячи з пружного моменту опору W_{red} за формулою

$$W_{pl} = \gamma W_{red} = 1,5 \cdot 10150,8 = 15226,2 \text{ см}^3,$$

де γ – коефіцієнт, що враховує вплив непружних деформацій бетону розтягнутої зони залежно від форми поперечного перерізу, при $b'_f / b = 1470/469 = 3,13 \approx b'_f / b = 1490 / 469 = 3,17$, ці значення більші за 2, але менші від 6, тому $\gamma = 1,5$.

Зусилля попереднього обтиску з врахуванням всіх втрат при коефіцієнті точності натягу $\gamma_{sp} = 0,8$ становить

$$P = \gamma_{sp} \cdot (\sigma_{sp} - \sigma_{los}) A_{sp} = 0,866 \cdot (471 - 100) \cdot 4,71 = 151,3 \text{ кН}.$$

Момент при утворенні тріщин становитиме

$$\begin{aligned} M_{crc} &= R_{bt,ser} \cdot W_{pl} + M_{rp} = \\ &= 1,15 \text{ МПа} \cdot 0,9 \cdot 15226,2 \text{ см}^3 + 151,3 \text{ кН} \cdot (7,82 + 4,56) \text{ см} = 17,6 \text{ кНм}. \end{aligned}$$

$$M_r = M^n = 38,75 \text{ кНм} > M_{crc} = 17,6 \text{ кНм},$$

отже, тріщини утворюються.

Для елементів третьої категорії тріщиностійкості, які розраховують на розкриття тріщин, нормальних до поздовжньої осі елемента, при дії короткотривалих і довготривалих навантажень повинна виконуватись умова:

$$a_{crc} = a_{crc1} - a_{crc2} + a_{crc3} < a_{crc,max},$$

де $a_{crc1} - a_{crc2}$ – приріст ширини розкриття тріщин в результаті короткотривалого збільшення навантаження від постійного і довготривалого до

повного;

a_{crc3} – ширина розкриття тріщин від довготривалої дії постійного і довготривалого навантаження.

Ширину розкриття тріщин, нормальних до поздовжньої осі елемента, визначають за формулою :

$$a_{crc} = \varphi_l \eta \delta \lambda \frac{\sigma_s}{E_s} d,$$

де φ_l – коефіцієнт, що при дії короткотривалих навантажень і нетривалій дії постійних і довготривалих навантажень становить 1,0; при тривалій дії постійних і довготривалих навантажень для конструкцій з важкого бетону при звичайній вологості $\varphi_l = 1,60-15\mu$;

η – коефіцієнт, для стержневої арматури періодичного профілю 1,0;

δ – коефіцієнт, що визначається за формулою:

$$\delta = \frac{\alpha}{\varphi_d (1 + 2\alpha\mu)},$$

тут $\alpha = E_s / E_b = 190000 / 23000 = 8,26$;

φ_d – коефіцієнт, що залежить від діаметру арматури, для $\varnothing 10$ $\varphi_d = 1,0$;

μ – коефіцієнт, що дорівнює відношенню площі перерізу арматури S до площі перерізу бетону розтягнутої зони в нормальному перерізі

Визначення ширини розкриття тріщин від нетривалої дії повного навантаження

Розрахунок виконуємо за формулою: $a_{crc,1} = \varphi_l \eta \delta \lambda \frac{\sigma_{s,1}}{E_s} d$ при дії нормативного експлуатаційного навантаження $M_{tot} = M^n = 38,75$ кНм. Зусилля попереднього обтіску з урахуванням перших втрат становить $P_1 = 209,5$ кН, що діє з ексцентриситетом $e_{sp} = 7,82$ см.

Ексцентриситет

$$e_{s,tot} = \left| \frac{M}{N_{tot}} \right| = \left| \frac{M_{tot} + P_1 e_{sp}}{P_1} \right| = \left| \frac{38,75 + 209,5 \cdot 0,0782}{209,5} \right| = 0,263 \text{ м.}$$

Відстань від центру ваги зведеного перерізу до центру ваги поздовжньої арматури розтягнутої зони $y = 7,82$ см, відстань від центру ваги зведеного перерізу до верхньої ядрової точки $r = 4,56$ см.

$$\varphi_n = \frac{1}{1 \mp \frac{y+r}{e_{s,tot}}} = \frac{1}{1 - \frac{7,82+4,56}{26,3}} = 1,89;$$

$$\varphi_m = \frac{R_{bt,ser} W_{pl}}{|\pm M\gamma \pm M_{rp}|} = \frac{R_{bt,ser} W_{pl}}{M_{tot} - M_{rp}} = \frac{1,15 \cdot 15226,2}{38,75 - 151,3(7,82 + 4,56)} = 0,475 \leq 1,0;$$

$$\varphi_{ls} = 1,1,$$

$$\frac{e_{s,tot}}{h_0} = \frac{0,263}{0,19} = 1,38 > \frac{1,2}{\varphi_{ls}} = \frac{1,2}{1,1} = 0,9;$$

Обчислимо коефіцієнт, що враховує роботу розтягнутого бетону на ділянці з тріщинами:

$$\psi_s = 1,25 - \varphi_{ls} \varphi_m - \frac{1 - \varphi_m^2}{(3,5 - 1,8\varphi_m) e_{s,tot} / h_0} \leq 1,0,$$

тут φ_{ls} – коефіцієнт, що враховує вплив тривалості дії навантаження; для бетону класу В15 і стержневої арматури періодичного профілю при нетривалій дії навантаження $\varphi_{ls} = 1,1$, а при тривалій дії $\varphi_{ls} = 0,8$;

після підстановки отримаємо:

$$\psi_s = 1,25 - 1,1 \cdot 0,475 - \frac{1 - 0,475^2}{(3,5 - 1,8 \cdot 0,475) \cdot 1,38} = 0,21 < 1,0;$$

$$\psi_b = 0,9;$$

$$\varphi_s = \frac{A'_s \psi_s}{A_s \psi_b} = \frac{0,565 \cdot 0,21}{(4,71 + 0,565) \cdot 0,9} = 0,020;$$

$$\beta = \alpha \mu \frac{\psi_b \varphi_{b2}}{\psi_s \varphi_{b1}} = 8,26 \cdot 0,0059 \frac{0,9 \cdot 1}{0,21 \cdot 0,85} = 0,25;$$

$$\text{тут } \mu = \frac{A_s}{bh_0} = \frac{4,71 + 0,565}{46,9 \cdot 19} = 0,0059;$$

Коефіцієнт, що враховує вплив стиснутих полиць у таврових і двотаврових елементах, визначається за формулою:

$$\varphi_f = \frac{(b'_f - b)h'_f}{\beta b h_0} = \frac{(147 - 46,9) \cdot 3,85}{0,25 \cdot 46,9 \cdot 19} = 1,73;$$

$$\varphi_s = \beta \left[\sqrt{1 + \frac{2 \left(1 + \varphi_s \frac{a'}{h_0} \right) \left(1 + 0,5 \varphi_f \frac{h_f}{h_0} \right)}{\varphi_n \beta (1 + \varphi_s)^2 (1 + \varphi_f)^2}} - 1 \right], \quad \text{після підстановки}$$

отримаємо:

$$\varphi_s = 0,25 \left[\sqrt{1 + \frac{2 \left(1 + 0,020 \frac{3}{19} \right) \left(1 + 0,5 \cdot 1,73 \frac{3,85}{19} \right)}{1,89 \cdot 0,25 (1 + 0,020)^2 (1 + 1,73)^2}} - 1 \right] = 0,071;$$

Висота стиснутої зони у нормальному перерізі з тріщиною, яку обчислюють за формулою

$$x_1 = \varphi_s (1 + \varphi_s) (1 + \varphi_f) \varphi_n h_0 = 0,071 (1 + 0,071) (1 + 1,73) 1,89 \cdot 19 = 7,5 \text{ см};$$

Коефіцієнт, що дорівнює відношенню площі перерізу арматури до площі перерізу бетону розтягнутої зони в нормальному перерізі елемента

$$\mu = \frac{A_{sp} + A_s}{(h - x - h_f) b + h_f b_f} = \frac{4,71 + 0,565}{(22 - 7,5 - 3,85) 46,9 + 3,85 \cdot 149} = 0,0049;$$

$$\delta = \frac{\alpha}{\varphi_d (1 + 2\alpha\mu)} = \frac{8,26}{1,0 \cdot (1 + 2 \cdot 8,26 \cdot 0,0049)} = 7,6;$$

$$\lambda = \frac{\left(2 - \frac{h'_f}{x} \right) (b'_f - b) h'_f}{b x} = \frac{\left(2 - \frac{3,85}{7,5} \right) (147 - 46,9) 3,85}{46,9 \cdot 7,5} = 1,63;$$

$$z = \left(h_0 - \frac{x}{3} \right) \left(\frac{1 + \lambda \frac{h_0 - 0,5h'_f}{h_0 - x/3}}{1 + \lambda} \right) = \left(19 - \frac{7,5}{3} \right) \left(\frac{1 + 1,63 \frac{19 - 3,85/2}{19 - 7,5/3}}{1 + 1,63} \right) = 16,86.$$

Зусилля попереднього обтиску з урахуванням перших та других втрат

$$P_2 = 174,7 \text{ кН}.$$

$$\sigma_{s1} = \frac{M_{tot} - P_2 (z - e_{sp})}{A_s z} = \frac{38,75 - 174,7 (0,1686 - 0,0782)}{(4,71 + 0,565) 10^{-4} \cdot 0,1686} = 224,4 \text{ МПа};$$

$$w = \frac{5 + 0,6 \frac{\sigma_s}{R_{b,ser}}}{\delta} = \frac{5 + 0,6 \frac{224,4}{11}}{7,6} = 2,27;$$

$$\lambda = 2 \left(1 - \frac{1}{e^w} \right) = 2 \left(1 - \frac{1}{e^{2,27}} \right) = 1,79 \geq 1,45, \text{ тому приймаємо } \lambda = 1,45.$$

Обчислимо ширину розкриття тріщин від нетривалої дії повного навантаження за формулою:

$$a_{crc,1} = \varphi_l \eta \delta \lambda \frac{\sigma_{s,1}}{E_s} d = 1 \cdot 1 \cdot 7,6 \cdot 1,45 \frac{224,4}{1,9 \cdot 10^5} \cdot 10 = 0,130 \text{ мм.}$$

Визначення ширини розкриття тріщин від нетривалої дії постійного та довготривалого тимчасового навантаження

Розрахунок виконуємо за формулою: $a_{crc,2} = \varphi_l \eta \delta \lambda \frac{\sigma_{s,2}}{E_s} d$ при дії нормативного довготривалого навантаження $M_l = 33,95 \text{ кНм}$. Зусилля попереднього обтиску з урахуванням перших втрат становить $P_l = 209,5 \text{ кН}$, що діє з ексцентриситетом $e_{sp} = 7,82 \text{ см}$.

Ексцентриситет

$$e_{s,tot} = \left| \frac{M}{N_{tot}} \right| = \left| \frac{M_l + P_l e_{sp}}{P_l} \right| = \left| \frac{33,95 + 209,5 \cdot 0,0782}{209,5} \right| = 0,240 \text{ м.}$$

Відстань від центру ваги зведеного перерізу до центру ваги поздовжньої арматури розтягнутої зони $y = 7,82 \text{ см}$, відстань від центру ваги зведеного перерізу до верхньої ядрової точки $r = 4,56 \text{ см}$.

$$\varphi_n = \frac{1}{1 \mp \frac{y+r}{e_{s,tot}}} = \frac{1}{1 - \frac{7,82 + 4,56}{24,0}} = 2,08;$$

$$\varphi_m = \frac{R_{bt,ser} W_{pl}}{|\pm M_r \mp M_{rp}|} = \frac{R_{bt,ser} W_{pl}}{M_{tot} - M_{rp}} = \frac{1,15 \cdot 15226,2}{33,95 - 151,3 \cdot (7,82 + 4,56)} = 0,546 < 1,0;$$

$$\varphi_{ls} = 1,1,$$

$$\frac{e_{s,tot}}{h_0} = \frac{0,240}{0,19} = 1,26 > \frac{1,2}{\varphi_{ls}} = \frac{1,2}{1,1} = 0,9;$$

Обчислимо коефіцієнт, що враховує роботу розтягнутого бетону на

ділянки з тріщинами:

$$\psi_s = 1,25 - \varphi_{ls} \varphi_m - \frac{1 - \varphi_m^2}{(3,5 - 1,8\varphi_m) e_{s,tot} / h_0} \leq 1,0,$$

після підстановки отримаємо:

$$\psi_s = 1,25 - 1,1 \cdot 0,546 - \frac{1 - 0,546^2}{(3,5 - 1,8 \cdot 0,546) \cdot 1,26} = 0,17 < 1,0;$$

$$\psi_b = 0,9;$$

$$\varphi_s = \frac{A'_s \psi_s}{A_s \psi_b} = \frac{0,565 \cdot 0,17}{(4,71 + 0,565) \cdot 0,9} = 0,0164;$$

$$\beta = \alpha \mu \frac{\psi_b \varphi_{b2}}{\psi_s \varphi_{b1}} = 8,26 \cdot 0,0059 \frac{0,9 \cdot 1}{0,17 \cdot 0,85} = 0,3$$

$$\text{ТУТ } \mu = \frac{A_s}{bh_0} = \frac{4,71 + 0,565}{46,9 \cdot 19} = 0,0059;$$

$$\varphi_f = \frac{(b'_f - b) h'_f}{\beta b h_0} = \frac{(147 - 46,9) \cdot 3,85}{0,3 \cdot 46,9 \cdot 19} = 1,44;$$

$$\varphi_s = \beta \left(\sqrt{1 + \frac{2 \left(1 + \varphi_s \frac{a'}{h_0} \right) \left(1 + 0,5 \varphi_f \frac{h_f}{h_0} \right)}{\varphi_n \beta (1 + \varphi_s)^2 (1 + \varphi_f)^2}} - 1 \right), \quad \text{після підстановки}$$

отримаємо:

$$\varphi_s = 0,3 \left(\sqrt{1 + \frac{2 \left(1 + 0,0164 \frac{3}{19} \right) \left(1 + 0,5 \cdot 1,44 \frac{3,85}{19} \right)}{2,08 \cdot 0,3 (1 + 0,0164)^2 (1 + 1,44)^2}} - 1 \right) = 0,079;$$

$$x_2 = \varphi_s (1 + \varphi_s) (1 + \varphi_f) \varphi_n h_0 = 0,079 (1 + 0,0164) (1 + 1,44) 2,08 \cdot 19 = 7,7 \text{ см};$$

$$\lambda = \frac{\left(2 - \frac{h'_f}{x} \right) (b'_f - b) h'_f}{bx} = \frac{\left(2 - \frac{3,85}{7,7} \right) (147 - 46,9) 3,85}{46,9 \cdot 7,7} = 1,6;$$

$$z = \left(h_0 - \frac{x}{3} \right) \left(\frac{1 + \lambda \frac{h_0 - 0,5h'_f}{h_0 - x/3}}{1 + \lambda} \right) = \left(19 - \frac{7,7}{3} \right) \left(\frac{1 + 1,6 \frac{19 - 3,85/2}{19 - 7,7/3}}{1 + 1,6} \right) = 16,83.$$

$$P_2 = 174,7 \text{ кН};$$

$$\sigma_{s,2} = \frac{M_1 - P_2(z - e_{sp})}{A_s z} = \frac{33,95 - 174,7(0,1683 - 0,0782)}{(4,71 + 0,565)10^{-4} \cdot 0,1683} = 205,1 \text{ МПа};$$

$$\mu = \frac{A_{sp} + A_s}{(h - x - h_f)b + h_f b_f} = \frac{4,71 + 0,565}{(22 - 7,7 - 3,85)46,9 + 3,85 \cdot 149} = 0,005.$$

$$\delta = \frac{\alpha}{\varphi_d(1 + 2\alpha\mu)} = \frac{8,26}{1,0 \cdot (1 + 2 \cdot 8,26 \cdot 0,005)} = 7,63;$$

$$w = \frac{5 + 0,6 \frac{\sigma_s}{R_{b,ser}}}{\delta} = \frac{5 + 0,6 \frac{205,1}{11}}{7,63} = 2,12;$$

$$\lambda = 2 \left(1 - \frac{1}{e^w} \right) = 2 \left(1 - \frac{1}{e^{2,12}} \right) = 1,76 > 1,45, \text{ тому приймаємо } \lambda = 1,45.$$

Обчислимо ширину розкриття тріщин від нетривалої дії повного навантаження за формулою:

$$a_{crc,2} = \varphi_l \eta \delta \lambda \frac{\sigma_{s,2}}{E_s} d = 1 \cdot 1 \cdot 7,63 \cdot 1,45 \frac{205,1}{1,9 \cdot 10^5} \cdot 10 = 0,119 \text{ мм.}$$

$$a_{crc,2} = 0,119 \text{ мм} < [a_{crc,2}] = 0,2 \text{ мм.}$$

Визначення ширини розкриття тріщин від тривалої дії постійного та довготривалого тимчасового навантаження

Розрахунок виконуємо за формулою: $a_{crc,3} = \varphi_l \eta \delta \lambda \frac{\sigma_{s,3}}{E_s} d$ при дії

нормативного довготривалого навантаження $M_1 = 33,95 \text{ кНм}$. Зусилля попереднього обтиску з урахуванням перших втрат становить $P_1 = 209,5 \text{ кН}$, що діє з ексцентриситетом $e_{sp} = 7,82 \text{ см}$.

Ексцентриситет

$$e_{s,tot} = \left| \frac{M}{N_{tot}} \right| = \left| \frac{M_l + P_l e_{sp}}{P_l} \right| = \left| \frac{33,95 + 209,5 \cdot 0,0782}{209,5} \right| = 0,24 \text{ м.}$$

$$\varphi_n = \frac{1}{1 \mp \frac{y+r}{e_{s,tot}}} = \frac{1}{1 - \frac{7,82 + 4,56}{24,0}} = 2,08;$$

$$\varphi_m = \frac{R_{bt,ser} W_{pl}}{|\pm M_r \mp M_{rp}|} = \frac{R_{bt,ser} W_{pl}}{M_{tot} - M_{rp}} = \frac{1,15 \cdot 15226,2}{33,95 - 151,3 \cdot (7,82 + 4,56)} = 0,546 < 1,0;$$

$$\varphi_{ls} = 0,8,$$

$$\frac{e_{s,tot}}{h_0} = \frac{0,24}{0,19} = 1,26 > \frac{1,2}{\varphi_{ls}} = \frac{1,2}{0,8} = 1,5;$$

$$\psi_s = 1,25 - \varphi_{ls} \varphi_m - \frac{1 - \varphi_m^2}{(3,5 - 1,8 \varphi_m) e_{s,tot} / h_0} \leq 1,0, \quad \text{після підстановки}$$

отримаємо:

$$\psi_s = 1,25 - 0,8 \cdot 0,546 - \frac{1 - 0,546^2}{(3,5 - 1,8 \cdot 0,546) \cdot 1,26} = 0,592 < 1,0;$$

$$\psi_b = 0,9;$$

$$\varphi_s = \frac{A'_s \psi_s}{A_s \psi_b} = \frac{0,565 \cdot 0,592}{(4,71 + 0,565) \cdot 0,9} = 0,07;$$

при довготривалій дії навантаження для бетону класу В15 при вологості повітря навколишнього середовища 80...100% $\varphi_{b2} = 2,2$.

$$\beta = \alpha \mu \frac{\psi_b \varphi_{b2}}{\psi_s \varphi_{b1}} = 8,26 \cdot 0,0059 \frac{0,9 \cdot 2,2}{0,592 \cdot 0,85} = 0,192;$$

$$\text{ТУТ } \mu = \frac{A_s}{bh_0} = \frac{4,71 + 0,565}{46,9 \cdot 19} = 0,0059;$$

$$\varphi_f = \frac{(b'_f - b) h'_f}{\beta b h_0} = \frac{(147 - 46,9) \cdot 3,85}{0,192 \cdot 46,9 \cdot 19} = 2,25;$$

$$\varphi_s = \beta \left(\sqrt{1 + \frac{2 \left(1 + \varphi_s \frac{a'}{h_0} \right) \left(1 + 0,5 \varphi_f \frac{h_f}{h_0} \right)}{\varphi_n \beta (1 + \varphi_s)^2 (1 + \varphi_f)^2}} - 1 \right), \quad \text{після підстановки}$$

отримаємо:

$$\varphi_s = 0,192 \left(\sqrt{1 + \frac{2 \left(1 + 0,07 \frac{3}{19} \right) \left(1 + 0,5 \cdot 2,25 \frac{3,85}{19} \right)}{2,08 \cdot 0,192 (1 + 0,07)^2 (1 + 2,25)^2}} - 1 \right) = 0,044;$$

$$x_2 = \varphi_s (1 + \varphi_s) (1 + \varphi_f) \varphi_n h_0 = 0,044 (1 + 0,07) (1 + 2,25) 2,08 \cdot 19 = 6,0 \text{ см};$$

$$\lambda = \frac{\left(2 - \frac{h'_f}{x} \right) (b'_f - b) h'_f}{bx} = \frac{\left(2 - \frac{3,85}{6,0} \right) (147 - 46,9) 3,85}{46,9 \cdot 6,0} = 1,86;$$

$$z = \left(h_0 - \frac{x}{3} \right) \left(\frac{1 + \lambda \frac{h_0 - 0,5 h'_f}{h_0 - x/3}}{1 + \lambda} \right) = \left(19 - \frac{6}{3} \right) \left(\frac{1 + 1,86 \frac{19 - 3,85/2}{19 - 6/3}}{1 + 1,86} \right) = 17,0.$$

$$P_2 = 174,7 \text{ кН};$$

$$\sigma_{s3} = \frac{M_l - P_2 (z - e_{sp})}{A_s z} = \frac{33,95 - 174,7 (0,17 - 0,0782)}{(4,71 + 0,565) 10^{-4} \cdot 0,17} = 199,7 \text{ МПа};$$

$$\mu = \frac{A_{sp} + A_s}{(h - x - h_f) b + h_f b_f} = \frac{4,71 + 0,565}{(22 - 6 - 3,85) 46,9 + 3,85 \cdot 149} = 0,0046$$

$$\delta = \frac{\alpha}{\varphi_d (1 + 2\alpha\mu)} = \frac{8,26}{1,0 \cdot (1 + 2 \cdot 8,26 \cdot 0,0046)} = 7,68;$$

$$w = \frac{5 + 0,6 \frac{\sigma_s}{R_{b,ser}}}{\delta} = \frac{5 + 0,6 \frac{199,7}{11}}{7,68} = 2,07;$$

$$\lambda = 2 \left(1 - \frac{1}{e^w} \right) = 2 \left(1 - \frac{1}{e^{2,07}} \right) = 1,75 > 1,45, \text{ тому приймаємо } \lambda = 1,45.$$

При тривалій дії постійних і довготривалих навантажень для конструкцій з важкого бетону при звичайній вологості

$$\varphi_l = 1,60 - 15\mu = 1,6 - 15 \cdot 0,0046 = 1,531.$$

Обчислимо ширину розкриття тріщин від тривалої дії навантаження за формулою:

$$a_{crc,3} = \varphi_1 \eta \delta \lambda \frac{\sigma_{s,3}}{E_s} d = 1,531 \cdot 1 \cdot 7,68 \cdot 1,45 \frac{199,7}{1,9 \cdot 10^5} \cdot 10 = 0,179 \text{ мм.}$$

Для елементів третьої категорії тріщиностійкості, які розраховують на розкриття тріщин, нормальних до поздовжньої осі елемента, при дії короткотривалих і довготривалих навантажень повинна виконуватись умова:

$$a_{crc} = a_{crc1} - a_{crc2} + a_{crc3} < a_{crc,max}, \text{ після підстановки отримаємо:}$$

$$a_{crc} = a_{crc,1} - a_{crc,2} + a_{crc,3} = 0,130 - 0,119 + 0,179 = 0,190 \text{ мм;}$$

$$a_{crc} = 0,190 \text{ мм} < [a_{crc,1}] = 0,3 \text{ мм.}$$

Розрахунок на утворення тріщин, нахилених до поздовжньої осі елемента

Розрахунок на утворення тріщин виконуємо за умовою

$$\sigma_{mt} \leq \gamma_{b4} R_{bt, ser},$$

де γ_{b4} – коефіцієнт умов роботи бетону і визначається за формулою:

$$\gamma_{b4} = \frac{1 - \sigma_{mc} / R_{b,ser}}{0,2 + \alpha \cdot B} \leq 1,0,$$

тут α – коефіцієнт, для важкого бетону $\alpha = 0,01$;

B – клас бетону за міцністю на стиск, МПа (В15), причому $\alpha \cdot B \leq 0,3$.

Значення головних розтягуючих і головних стискуючих напружень у бетоні визначаються за формулою

$$\sigma_{mt(mc)} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2},$$

тут σ_x – нормальне напруження в бетоні в перерізі, перпендикулярному до поздовжньої осі елемента, від зовнішнього навантаження та зусилля попереднього обтиску, визначається за формулою (знак “-”, бо ці напруження стискуючі):

$$\sigma_x = -\frac{P}{A_{red}} = -\frac{174,7 \text{ кН}}{1853,35 \text{ см}^2} = -0,943 \text{ МПа};$$

σ_y – нормальні напруження в бетоні в перерізі, паралельному до поздовжньої осі елемента, від місцевої дії опорних реакцій, зосереджених сил

та розподіленого навантаження, а також зусилля обтіску внаслідок попереднього натягу хомутів та відігнутих стержнів; оскільки напружувана поперечна арматура відсутня, то $\sigma_y = 0$;

τ_{xy} - дотичні напруження в бетоні від зовнішнього навантаження:

$$\tau_{xy} = \frac{Q^{\text{н}} S_{\text{red}}}{I_{\text{red}} b} = \frac{27,31 \text{кН} \cdot 20048,7 \text{см}^3}{109831,5 \text{см}^4 \cdot 46,9 \text{см}} = 1,1 \text{МПа}.$$

Головні стискуючі напруження

$$\sigma_{mc} = -\frac{\sigma_x}{2} - \sqrt{\frac{\sigma_x^2}{4} + \tau_{xy}^2} = -\frac{0,943}{2} - \sqrt{\frac{0,943^2}{4} + 1,1^2} = -1,67 \text{МПа}.$$

Головні розтягуючі напруження

$$\sigma_{mt} = -\frac{\sigma_x}{2} + \sqrt{\frac{\sigma_x^2}{4} + \tau_{xy}^2} = -\frac{0,943}{2} + \sqrt{\frac{0,943^2}{4} + 1,1^2} = 0,72 \text{МПа}.$$

Коефіцієнт умов роботи бетону

$$\gamma_{b4} = \frac{1 - \sigma_{mc} / R_{b,ser}}{0,2 + \alpha \cdot B} = \frac{1 - 1,67 / 11}{0,2 + 0,15} = 2,42 > 1, \text{ тому приймаємо } \gamma_{b4} = 1.$$

$\sigma_{mt} = 0,72 \text{ МПа} < R_{bt, ser} = 1,15 \text{ МПа}$, отже нахилені тріщини не утворюються.

Визначення прогинів на ділянках з тріщинами

Повний прогин:

$$f = f_1 - f_2 + f_3,$$

де f_1 – прогин від нетривалої дії всього навантаження;

f_2 – прогин від нетривалої дії постійних і тривалих навантажень;

f_3 – прогин від тривалої дії постійних та тривалих навантажень.

Прогини визначаються за формулою:

$$f = s \cdot l^2 \frac{1}{r},$$

де $s = 5/48$;

l – розрахунковий проліт, $l = 5,675 \text{ м}$;

$1 / r$ – відповідна кривина при прогині елемента, визначається для

КОЖНОГО

випадку за формулою:

$$\frac{1}{r} = \frac{M\psi_s}{zA_sE_s(h_0 - x)} - \frac{N_{tot}\psi_s}{A_sE_s(h_0 - x)},$$

де M – момент відносно осі, нормальної до площини дії моменту, що проходить через центр ваги перерізу розтягнутої арматури, від усіх зовнішніх зусиль, розташованих по один бік перерізу, і від зусиль попереднього обтиску, визначених з урахуванням перших втрат; z – віддаль від центру ваги площі перерізу арматури до точки прикладання рівнодійної зусиль в стиснутій зоні перерізу над тріщиною;

ψ_s – коефіцієнт, що враховує роботу розтягнутого бетону на ділянці з тріщинами.

Розрахунок кривини при нетривалій дії повного навантаження

$$M = M^n = 38,75 \text{ кНм}; \quad N_{tot} = P_1 = 209,5 \text{ кН};$$

$$\psi_s = 0,21;$$

$$x = 7,5 \text{ см};$$

$$z = 16,86 \text{ см};$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{r_1} &= \frac{M^n\psi_s}{zA_sE_s(h_0 - x)} - \frac{P_1\psi_s}{A_sE_s(h_0 - x)} = \\ &= \frac{(38,75 \text{ кНм} + 209,5 \text{ кН} \cdot 7,82 \text{ см})0,21}{16,86 \text{ см} \cdot 5,275 \text{ см}^2 \cdot 190000 \text{ МПа} \cdot (19 - 7,5) \text{ см}} - \\ &= \frac{209,5 \text{ кН} \cdot 0,21}{5,275 \text{ см}^2 \cdot 190000 \text{ МПа} \cdot (19 - 7,5) \text{ см}} = 2,14 \cdot 10^{-4} \text{ м}^{-1}. \end{aligned}$$

Розрахунок кривини при короткотривалій дії довготривалого навантаження

$$M = M_l = 33,95 \text{ кНм}; \quad N_{tot} = P_1 = 209,5 \text{ кН};$$

$$\psi_s = 0,17;$$

$$x = 7,7 \text{ см};$$

$$z = 16,83 \text{ см};$$

$$\frac{1}{r_2} = \frac{M_l \psi_s}{z A_s E_s (h_0 - x)} - \frac{P_1 \psi_s}{A_s E_s (h_0 - x)} =$$

$$= \frac{(33,95 \text{ кНм} + 209,5 \text{ кН} \cdot 7,82 \text{ см}) 0,17}{16,83 \text{ см} \cdot 5,275 \text{ см}^2 \cdot 190000 \text{ МПа} \cdot (19 - 7,7) \text{ см}} -$$

$$- \frac{209,5 \text{ кН} \cdot 0,17}{5,275 \text{ см}^2 \cdot 190000 \text{ МПа} \cdot (19 - 7,7) \text{ см}} = 1,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^{-1}.$$

Розрахунок кривини від довготривалої дії довготривалого навантаження

$$M = M_l = 33,95 \text{ кНм}; \quad N_{tot} = P_1 = 209,5 \text{ кН};$$

$$\psi_s = 0,592;$$

$$x = 6,0 \text{ см};$$

$$z = 17,0 \text{ см};$$

$$\frac{1}{r_3} = \frac{M_l \psi_s}{z A_s E_s (h_0 - x)} - \frac{P_1 \psi_s}{A_s E_s (h_0 - x)} =$$

$$= \frac{(33,95 \text{ кНм} + 209,5 \text{ кН} \cdot 7,82 \text{ см}) 0,592}{17 \text{ см} \cdot 5,275 \text{ см}^2 \cdot 190000 \text{ МПа} \cdot (19 - 6) \text{ см}} -$$

$$- \frac{209,5 \text{ кН} \cdot 0,592}{5,275 \text{ см}^2 \cdot 190000 \text{ МПа} \cdot (19 - 6) \text{ см}} = 3,93 \cdot 10^{-4} \text{ м}^{-1}.$$

$$\text{Загальна кривина } \frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} = (2,14 - 1,34 + 3,93) \cdot 10^{-4} \text{ м}^{-1} = 4,73 \cdot 10^{-4}$$

м^{-1} .

$$\text{Прогин } f = s \cdot l^2 \frac{1}{r} = \frac{5}{48} \cdot 5,675^2 \cdot 4,73 \cdot 10^{-4} = 15,9 \cdot 10^{-4} \text{ м} = 0,00159 \text{ м}.$$

$$\text{Допустимий прогин } [f] = \frac{l}{200} = \frac{5,675}{200} = 0,0284 \text{ м}.$$

$$f = 0,00159 \text{ м} < [f] = 0,0284 \text{ м}.$$

Отже, розрахунковий прогин менший від допустимого. Це свідчить про те, що армування плити є достатнім.

Відповідно до виконаних розрахунків виконують конструювання плити. У нижній полиці плити встановлюють попередньо напружену арматуру класу Ат-V. У верхній та нижній полицях вкладають сітки С-1, у приопорних ділянках ребер встановлюють каркаси К-1. В нижній частині плити в

приопорних ділянках встановлюють додаткові гнуті сітки С-2. У нижніх кутах закладають деталі М-1, а вгорі – петлі монтажні П-1.

Конструювання плити

Відповідно до виконаних розрахунків виконують конструювання плити. У нижній полиці плити встановлюють попередньо напружену арматуру 6Ø10Ат-V. У приопорних ділянках симетрично з кожного боку плити встановлюють по 5 каркасів з дротової арматури Ø4Вр-I. Поперечні стержні в каркасах з дроту Ø3Вр-I з постійним кроком 100 мм. У верхній полиці встановлюємо конструктивну сітку С1 марки $\frac{3\hat{A}\delta - 2;200}{3\hat{A}\delta - 2;300}$, причому в поздовжньому напрямку $A'_s = 0,565 \text{ см}^2$. В нижній полиці встановлюємо сітку С2 марки $\frac{4\hat{A}\delta - 2;70}{5\hat{A}\delta - 2;300}$.

У нижніх кутах закладають деталі М-1, а вгорі – петлі монтажні П-1.

2.3 Розрахунок монолітної плити перекриття

Вихідні дані.

Розрахункові характеристики матеріалів:

Бетон С20/25, арматура з горячекатаної сталі класу А400.

Розрахункова схема плити - плита затиснена по трьох сторонах, четверта вільно обперта.

Ширина опорних зон $b = 300 \text{ мм}$, відстань між осями опорних зон $a = 150 \text{ мм}$

Товщина плити $h = 220 \text{ мм}$.

Визначення розрахункових навантажень на 1 м^2 плити перекриття зведені в табл. 2.1

2.3.1 Збір навантажень

Таблиця 2.1 – Розрахункові навантаження на 1 м^2 плити перекриття

Вид навантаження		Експлуатаційне навантаження, кН/м^2	Коефіцієнт надійності по навантаженню	Граничне навантаження, кН/м^2
постійне	Лінолеум	5	1,2	6
	Цементно-піщана стяжка (0,05м)	90	1,3	117
	Звукоізоляція (0,025м)	70	1,2	84
	Вага плити	360	1,1	396
	Разом: g	$g_n=525$	-	$g=603$
Корисне: V		150	1,3	195
Усього: $q=g+V$		$q_n=675$	-	$q=798$

Опирання плити на стіни приймаємо 0,3м, другорядних балок -0,3м. попередньо задаємося розмірами перерізів балок:

- в прольотах 6,2м $h = (1/12 \dots 1/20)l = 0,52 \dots 0,31\text{ м}$, приймаємо $h = 500\text{ мм}$;

$b = (0,4 \dots 0,5)h = 0,2 \dots 0,25\text{ м}$, приймаємо $b = 250\text{ мм}$;

- в прольотах 6,4м $h = (1/12 \dots 1/20)l = 0,53 \dots 0,32\text{ м}$, приймаємо $h = 500\text{ мм}$;

$b = (0,4 \dots 0,5)h = 0,2 \dots 0,25\text{ м}$, приймаємо $b = 250\text{ мм}$.

Товщину плити приймаємо 150мм.

Конструктивна схема перекриття показана на робочому кресленні.

2.3.2 Результати розрахунку монолітної плити перекриття

Підраховуємо згинаючі моменти:

Кутова плита по схемі 1:

$$M_1 = 0,0321 \cdot 316,8 = 10,2 \text{ кН} \cdot \text{ м};$$

$$M'_1 = 0,071 \cdot 316,8 = 22,5 \text{ кН} \cdot \text{ м};$$

$$M_2 = 0,0176 \cdot 316,8 = 5,6 \text{ кН} \cdot \text{ м};$$

$$M_{11} = 0,039 \cdot 316,8 = 12,4 \text{ кН} \cdot \text{ м};$$

Кутова плита по схемі 2:

$$M1 = 0,0232 \cdot 316,8 = 7,4 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M'1 = 0,0535 \cdot 316,8 = 17,0 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M2 = 0,015 \cdot 316,8 = 4,8 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M11 = 0,022 \cdot 316,8 = 7,0 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Кутова плита по схемі 3:

$$M1 = 0,0272 \cdot 316,8 = 8,6 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M'1 = 0,0577 \cdot 316,8 = 18,3 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M2 = 0,0171 \cdot 316,8 = 5,4 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M11 = 0,0423 \cdot 316,8 = 13,4 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Кутова плита по схемі 4:

$$M1 = 0,0209 \cdot 316,8 = 6,6 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M'1 = 0,0474 \cdot 316,8 = 15,0 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M2 = 0,0115 \cdot 316,8 = 3,6 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M11 = 0,029 \cdot 316,8 = 9,2 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

При розрахунку по пружній схемі нерозрізних плит опертих по контуру, розрахункові моменти на опорах M1 та M11 приймають рівними півсумі опорних моментів, які примикають зліва та справа до опори панелі, яка розглядається.

Підбор переріз арматури на 1м ширини плити при товщині $h = 15 \text{ см}$,

$$h_{01} = 15 - 1,5 = 13,5 \text{ см}, \quad h_{02} = 15 - 2,2 = 12,8 \text{ см}$$

В крайній плиті 1 – в прольоті

$$A_{s1} = \frac{\eta M_1 \gamma_\eta}{R_s \cdot 0,9 \cdot h_{01}} = 1020000 \cdot 0,95 / 360(100) \cdot 0,9 \cdot 13,5 = 2,22 \text{ см}^2,$$

приймаємо 11Ø5 Вр-I із $A_s = 2,15 \text{ см}^2$, та сітку С6 марки

$$\frac{5Bp - I - 100}{5Bp - I - 200} \cdot 6000 \cdot 6200$$

$$A_{s2} = \frac{\eta M_1 \gamma_\eta}{R_s \cdot 0,9 \cdot h_{01}} = 560000 \cdot 0,95 / 360(100) \cdot 0,9 \cdot 12,8 = 1,28 \text{ см}^2,$$

приймаємо 6Ø5 Вр-I із $A_s = 1,17 \text{ см}^2$, та сітку С5 марки

$$\frac{5Bp-I-150}{5Bp-I-200} \cdot 3100 \cdot 3300$$

на опорі $As1' = \frac{\eta M_1 \gamma_\eta}{R_s \cdot 0,9 \cdot h_{01}} = 2250000 \cdot 0,95 / 355(100) \cdot 0,9 \cdot 13,5 = 5,0 \text{ см}^2$,

приймаємо 10Ø8 А400 із $As=5,03 \text{ см}^2$, та сітку С11 марки $\frac{8A-III-200}{5Bp-I-200} \cdot 3200 \cdot 6100$

$$As11' = \frac{\eta M_1 \gamma_\eta}{R_s \cdot 0,9 \cdot h_{01}} = 1240000 \cdot 0,95 / 355(100) \cdot 0,9 \cdot 13,5 = 2,73 \text{ см}^2$$
 ,

приймаємо 5Ø8 А400 із $As=2,51 \text{ см}^2$, та сітку С12 марки $\frac{8A-III-200}{5Bp-I-200} \cdot 3200 \cdot 4600$

В крайній плиті 2 – в прольоті

$$As1 = \frac{\eta M_1 \gamma_\eta}{R_s \cdot 0,9 \cdot h_{01}} = 740000 \cdot 0,95 / 360(100) \cdot 0,9 \cdot 13,5 = 1,61 \text{ см}^2$$
 , приймаємо

9Ø5 Вр-I із $As=1,77 \text{ см}^2$, та сітку С4 марки $\frac{5Bp-I-150}{5Bp-I-150} \cdot 6000 \cdot 6200$

$$As2 = \frac{\eta M_1 \gamma_\eta}{R_s \cdot 0,9 \cdot h_{01}} = 480000 \cdot 0,95 / 360(100) \cdot 0,9 \cdot 12,8 = 1,1 \text{ см}^2$$
 , приймаємо

6Ø5 Вр-I із $As=1,18 \text{ см}^2$, та сітку С3 марки $\frac{5Bp-I-150}{5Bp-I-150} \cdot 3100 \cdot 3300$

на опорі $As11' = \frac{\eta M_1 \gamma_\eta}{R_s \cdot 0,9 \cdot h_{01}} = 700000 \cdot 0,95 / 355(100) \cdot 0,9 \cdot 13,5 = 2,54 \text{ см}^2$,

приймаємо 5Ø8 А400 із $As=2,51 \text{ см}^2$, та сітку С10 марки $\frac{8A-III-200}{5Bp-I-200} \cdot 3200 \cdot 4100$

В крайній плиті 3 – в прольоті

$$As1 = \frac{\eta M_1 \gamma_\eta}{R_s \cdot 0,9 \cdot h_{01}} = 860000 \cdot 0,95 / 360(100) \cdot 0,9 \cdot 13,5 = 1,87 \text{ см}^2$$
 , приймаємо

10Ø5 Вр-I із $As=1,96 \text{ см}^2$, та сітку С7 марки $\frac{5Bp-I-100}{5Bp-I-200} \cdot 4000 \cdot 4000$

$$As2 = \frac{\eta M_1 \gamma_\eta}{R_s \cdot 0,9 \cdot h_{01}} = 540000 \cdot 0,95 / 360(100) \cdot 0,9 \cdot 12,8 = 1,24 \text{ см}^2$$
 , приймаємо

6Ø5 Вр-I із $As=1,18 \text{ см}^2$, та сітку С8 марки $\frac{5Bp-I-150}{5Bp-I-200} \cdot 3100 \cdot 3300$

$$\text{на опори } A_{s11}' = \frac{\eta M_1 \gamma_\eta}{R_s \cdot 0,9 \cdot h_{01}} = 1830000 \cdot 0,95 / 355(100) \cdot 0,9 \cdot 13,5 = 4,03 \text{ см}^2,$$

приймаємо 8Ø8 А400 із $A_s=4,02 \text{ см}^2$, та сітку С9 марки $\frac{8A-III-150}{5Bp-I-200} \cdot 3200 \cdot 6000$

В середній плиті 4 – в прольоті

$$A_{s1} = \frac{\eta M_1 \gamma_\eta}{R_s \cdot 0,9 \cdot h_{01}} = 660000 \cdot 0,8 / 360(100) \cdot 0,9 \cdot 13,5 = 1,21 \text{ см}^2, \text{ приймаємо}$$

6Ø5 Вр-I із $A_s=1,18 \text{ см}^2$, та сітку С2 марки $\frac{5Bp-I-150}{5Bp-I-200} \cdot 6000 \cdot 6200$

$$A_{s2} = \frac{\eta M_1 \gamma_\eta}{R_s \cdot 0,9 \cdot h_{01}} = 360000 \cdot 0,8 / 360(100) \cdot 0,9 \cdot 12,8 = 0,99 \text{ см}^2, \text{ приймаємо}$$

5Ø5 Вр-I із $A_s=0,98 \text{ см}^2$, та сітку С1 марки $\frac{5Bp-I-200}{5Bp-I-200} \cdot 3100 \cdot 3300$

РОЗДІЛ 3

ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ

					КНУ.МР.192.25.342с.06 ОФ			
Зм	Кіль	Прізвище	Підпис	Дата	<i>Проектування медичного закладу з використанням ефективних утеплювачів</i>	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник		Тімченко				МР		
Консул.		Тімченко						
Магістр.		Гудзовський						
Зав.каф		Валовой						
						ПЦБ-24М		

3.1 Інженерно-геологічні характеристики основ

Основними параметрами механічних якостей ґрунтів, які визначають несучу здатність ґрунту основи та його деформації, є характеристики міцності і деформаційні характеристики ґрунтів: кут внутрішнього тертя φ , питоме зчеплення c , питома вага ґрунту γ , коефіцієнт пористості e , модуль деформації E (табл. 3.1).

3.2 Фізико-механічні властивості ґрунтів

Характеристики ґрунтів природного складу, а також штучного походження, повинні визначатися, як правило, на основі їх безпосереднього дослідження в польових або лабораторних умовах з урахуванням можливої зміни вологості ґрунтів у процесі будівництва та експлуатації споруди. [21]

Нормативні і розрахункові значення характеристик ґрунтів встановлюються на основі статистичної обробки результатів випробувань і досліджень за методикою [22].

Значення характеристик ґрунтів подаються таким чином:

- нормативні – γ^n, φ^n, c^n ;
- для розрахунку конструкції основи за першою групою граничних станів – γ_I, φ_I, c_I ;
- те ж, за другою групою граничних станів – $\gamma_{II}, \varphi_{II}, c_{II}$.

У даному випадку немає можливості провести безпосередні випробування ґрунту, тому допускається приймати нормативні значення питомого зчеплення c і кута внутрішнього тертя φ згідно виданого завдання (табл. 3.1).

Тип ґрунтових умов за просіданням:

На геологічному розрізі (табл. 3.1) наведені параметри, необхідні для розрахунку, та еюра напружень від власної ваги ґрунту, з початком координат на позначці природного рельєфу. Ординати еюри визначено на відмітках підосви кожного ІГЕ за формулою:

$$\sigma_{zgi} = \sum h_i \cdot \gamma_{sat,i}$$

де h_i – потужності ІГЕ вище підосви і-го;

Таблиця 3.1. – Зведена інженерно-геологічна колонка з таблицею нормативних і розрахункових значень показників властивостей ґрунтів

Літологічний розріз і номер інженерно-геологічного елемента	Інженерно-геологічні елементи - ІЕГ	Висота шару		Класифікація і нормативні значення (Xп)							Розрахункові значення (X)					
				Природна вологість	Число пластичності	Показник текучості	щільність т/м	коэф. пористості	степінь вологості	Модуль деформації МПа	Питома вага, кН/м ³		Питоме зчеплення, кН/м ²		Кут внутр. тертя, град.	
											W	Ip	IL	ρ	e	S
①	рослинний шар ґрунту	2,1	2,1				1,53									
②	суглинок лесоподібний з карбонатними включеннями	4,2	4,2	0,17	0,14	0,4	1,71	0,83	0,55	13,5	18	18,7	11	9	20	18
③	лесовий ґрунт світло-жовтий і палевий	7,0	7,0	0,29	0,06	1,33	1,84	0,86	0,9	4,1	16,5	17,1	20	12	19	16
④	суглинок важкий і середній, коричневий	9,3	9,3	0,21	0,14	0,3	1,92	0,7	0,81	18,7	19,5	20,5	12	53	23	20

$\gamma_{sat,i}$ – питома вага шарів, вищих за i -й, у водонасиченому стані, що визначається за формулою:

$$\gamma_{sat} = \gamma_d + S_r \cdot n \cdot \gamma_w$$

де γ_d – питома вага сухого ґрунту;

n – пористість ґрунту;

S_r – ступінь вологості, приймається для суглинків – 0,8;

γ_w – питома вага води (10кН/м³);

γ_{sat} – підраховується починаючи з глибини 1,5 м - мінімальна глибина закладення водонесучих комунікацій.

Допускається проводити підрахунок від подошви ґрунтового шару.

$$P_{sl} = 60 \text{ кПа}; h_{sl} = 2,71 \text{ м}; Z_{sl} = 4,95 \text{ м}; \sigma_{sl} = 85,34 \text{ кН/м}^2; \varepsilon_{sl} = 0,011 \text{ м};$$

$$S_{sl} = h_{sl} \cdot \varepsilon_{sl} = 2,71 \cdot 0,011 = 0,0298 \text{ м}.$$

Просідання від власної ваги склало 2,98 см < 5 см. Отже, лесова товща належить до I типу за просадковістю.

3.3 Збір навантажень

Постійні навантаження:

а) Навантаження від покриття (табл. 3.2):

Таблиця 3.2 – Навантаження від покриття

№ з/п	Найменування елементів	Навантаження, кН/м ²
1	Шар гравію ($\rho = 1500 \text{ кг/м}^3$) – 10 мм	0,15
2	Наплавлюваний рулонний матеріал – 1 шар	0,1
3	Цементна стяжка ($\rho = 2000 \text{ кг/м}^3$) – 20 мм	0,4
4	Утеплювач ($\rho = 500 \text{ кг/м}^3$) – 150 мм	0,75
5	Розуклонка з керамзитового гравію – 100 мм	0,7
6	Пароізоляція	0,05
7	Залізобетонна плита	2,2
	Усього $q_{покр}$	4,35

На колони передається таке навантаження від покриття:

$$N_{покp.кр} = q_{покp} \cdot A_{кр} + N_{риг.кр} = 4,35 \cdot 21,6 + 25 \cdot 0,12 \cdot 3 = 102,96 \text{ кН}$$

$$N_{покp.сp} = q_{покp} \cdot A_{сp} + N_{риг.сp} = 4,35 \cdot 43,2 + 25 \cdot 0,12 \cdot 6 = 205,92 \text{ кН}$$

де: $q_{покp}$ – вага 1 м² покpиття, кН/м²; $A_{кр}$, $A_{сp}$ – вантажні площі;

$$N_{риг.кр} = \gamma \cdot b \cdot h \cdot (l / 2); N_{риг.сp} = 2 \cdot N_{риг.кр}.$$

б) Навантаження від покpиття (табл. 3.3):

Таблиця 3.3 – Навантаження від покpиття

№ з/п	Найменування елементів	Навантаження, кН/м ²
1	Лінолеум – 5 мм	0,015
2	Цементна стяжка ($\rho = 2000 \text{ кг/м}^3$) – 50 мм	1
3	Звукоізоляція (керамзит $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$) – 25 мм	0,125
4	Залізобетонна плита – 220 мм	2,2
	Усього $q_{пер}$	3,34

$$N_{пер.кр} = (q_{пер} \cdot A_{кр} + N_{риг} / 2) \cdot n = (3,34 \cdot 21,6 + 16,4 / 2) \cdot 5 = 401,72 \text{ кН}$$

$$N_{пер.сp} = q_{пер} \cdot A_{сp} \cdot n + N_{риг} = (3,34 \cdot 43,2 + 16,4) \cdot 5 = 803,44 \text{ кН}$$

де: $q_{пер}$ – вага 1 м² покpиття, кН/м², n – кількість покpиттів,

$N_{риг}$ – власна вага ригеля.

в) Вага зовнішньої самонесучої стіни:

$$N_{ст.кр}' = q_{ст.кр} \cdot (A_{ст} - A_{ост}) = 9,69 \cdot (7,2 \cdot 19,8 - 1,8 \cdot 1,8 \cdot 4) = 1255,82 \text{ кН}$$

де: $q_{ст.кр}$ – вага 1 м² зовнішньої стіни, кН/м²; $A_{ст} = L \cdot H$; L – крок колон;

H – висота стіни; $A_{ост}$ – площа скління.

$$N_{ст.кр} = N_{ст.кр}' / 7,2 = 1255,82 / 7,2 = 174,42 \text{ кН/п.м.}$$

г) Вага колони:

$$N_{к.кр} = N_{к.сp} = A_{к} \cdot H_{к} \cdot \gamma_{з/б} = 0,16 \cdot 19,8 \cdot 25 = 79,2 \text{ кН}$$

де: A_k – площа поперечного перерізу колон, м^2 ; H_k – повна висота, м ;
 $\gamma_{з/б} = 25 \text{ кН/м}^3$ – вага кубометра залізобетону.

Тимчасові навантаження:

а) Снігове навантаження:

$$N_{\text{сн.кр}} = S \cdot A_{\text{кр}} \cdot \psi_2 = 0,5 \cdot 21,6 \cdot 0,9 = 9,72 \text{ кН}$$

$$N_{\text{сн.ср}} = S \cdot A_{\text{ср}} \cdot \psi_2 = 0,5 \cdot 43,2 \cdot 0,9 = 19,44 \text{ кН}$$

де: $S = S_o \cdot \mu = 0,5 \cdot 1 = 0,5 \text{ кН/м}^2$ – повне нормативне значення снігового навантаження на горизонтальну проекцію покриття, кН/м^2 ; $S_o = 0,5 \text{ кН/м}^2$ – нормативне значення ваги снігового покриву на 1 м^2 горизонтальної поверхні землі; $\mu = 1$ – коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву землі до снігового навантаження на покриття; $\psi_2 = 0,9$ – коефіцієнт поєднання навантажень.

б) Короткочасне корисне навантаження на перекриття:

$$N_{\text{полезн.кр}} = \eta \cdot A_{\text{кр}} \cdot n \cdot \psi_A \cdot \psi_n \cdot \psi_2 = 2 \cdot 21,6 \cdot 5 \cdot 0,96 \cdot 0,71 \cdot 0,9 = 132,5 \text{ кН}$$

$$N_{\text{полезн.ср}} = \eta \cdot A_{\text{ср}} \cdot n \cdot \psi_A \cdot \psi_n \cdot \psi_2 = 2 \cdot 43,2 \cdot 5 \cdot 0,96 \cdot 0,71 \cdot 0,9 = 265 \text{ кН}$$

де: $\eta = 2,0 \text{ кН/м}^2$ – нормативне рівномірно розподілене навантаження на перекриття; n – кількість перекриттів; ψ_A , ψ_n – коефіцієнти сполучення; $\psi_2 = 0,9$.

- для операційної площею 42 м^2 :

$$\psi_A = 0,5 + 0,5 / 1,08 = 0,96$$

- при кількості перекриттів $n = 5$:

$$\psi_n = 0,5 + (0,96 - 0,5) / 2,24 = 0,71$$

Зведена таблиця завантажень представлена в табл. 3.4

Таблиця 3.4 – Зведена таблиця завантажень

№ з/п	Вид навантаження	Навантаження на фундамент			
		Крайній		Середній	
		N, кН	M, кН·м	N, кН	M, кНм
	а) Постійні				
1	Вага покриття	103,0	-	205,9	-
2	Вага перекриттів	401,72	-	803,44	-
3	Вага колон	79,2	-	79,2	
	УСЬОГО	583,92	-	1088,54	-
	б) Тимчасові				
4	Вага снігу	19,4	-	9,7	-
5	Вага корисного навантаження	132,5	-	265	-
	УСЬОГО ($\Sigma \cdot 0,9$)	136,71	-	247,23	-
	УСЬОГО	720,63	144,13	1335,77	267,15
6	Вага зовнішньої стіни	174,42	-	-	-
		кН/м.п.			

3.4. Проектування фундаментів мілкового закладення

До фундаментів мілкового закладення належать: стрічкові, стовпчасті, плитні тощо. Їхнє призначення - передача навантаження від споруди на природні або штучні основи.

3.4.1 Глибина закладення підшви фундаментів

Глибина закладення підшви фундаменту прийнята від позначки природного рельєфу (NL).

3.4.2 Визначення розмірів підшви фундаменту

Попередня площа підшви фундаменту:

$$A = \frac{N}{R_o - \gamma \cdot d_n}$$

де: R_o – умовний розрахунковий опір для попередніх розрахунків;
 $\gamma = 20 \text{ кН/м}^3$ – середнє значення питомої ваги фундаменту і ґрунту на його обрізах; d_n – глибина закладення підшви фундаменту.

$$A_{кр} = 720,63 / (220 - 20 \cdot 3,97) = 5,13 \text{ м}^2$$

$$A_{ср} = 1335,77 / (220 - 20 \cdot 3,97) = 9,5 \text{ м}^2$$

За отриманими значеннями підбираємо фундаменти:

- крайні: ФА7 – плита 2,7 x 2,1 (1,8 x 1,5) м; $A = 5,68 \text{ м}^2$; $h = 1,5 \text{ м}$.

- середні: ФА11 – плити 3,6 x 3,0 (2,7 x 2,1 и 1,8 x 0,9) м; $A = 10,8 \text{ м}^2$.

Перевірка тиску по підшві прийнятих фундаментів:

$$p \leq R; p_{max} \leq 1,2 R; p_{min} / p_{max} \geq 0,2$$

де: $p = N / A + \gamma \cdot d$ – середній тиск; R – розрахунковий опір ґрунту:

$$P_{max/min} = p \pm \frac{M + Q \cdot d}{W}$$

$$W = b \cdot l^2 / 6$$

Для крайніх: $p = 720,63 / 5,68 + 20 \cdot 1,5 = 156,87 \text{ кН/м}^2$

$$p_{max/min} = 156,87 \pm 144,13 / 2,552;$$

$$p_{max} = 213,35 \text{ кН/м}^2; p_{min} = 100,39 \text{ кН/м}^2.$$

Для середніх: $p = 1335,77 / 10,8 + 20 \cdot 1,5 = 153,68 \text{ кН/м}^2$

$$p_{max/min} = 153,68 \pm 267,15 / 6,48;$$

$$p_{max} = 194,91 \text{ кН/м}^2; p_{min} = 112,45 \text{ кН/м}^2.$$

Розрахунковий опір ґрунту основи:

$$\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}$$

$$R = \frac{1}{k} \cdot [M_\gamma k_z b \gamma_{II} + M_q d_l \gamma'_{II} + (M_q - 1) d_b \gamma'_{II} + M_c c_{II}]$$

де: γ_{c1} и γ_{c2} – коефіцієнти умов роботи; $k = 1$; $k_z = 1$; M_γ , M_q і M_c – коефіцієнти; $d_l = h_s + h_{cf} \cdot \gamma_{cf} / \gamma'_{II} = 1,5 + 0,08 \cdot 20 / 17,1 = 1,6$ м – глибина закладення фундаменту; d_b – глибина підвалу; γ'_{II} і γ_{II} – середні значення питомої ваги ґрунтів відповідно вище і нижче подошви фундаменту ($17,1$ кН/м³); $c_{II} = 9$ кН/м² – розрахункове значення питомого зчеплення ґрунту, що залягає під фундаментом.

$$R_{кр} = 1,25 \cdot 1,0 [0,51 \cdot 2,1 \cdot 18,7 + 3,06 \cdot 1,6 \cdot 17,1 + (3,06 - 1) \cdot 2,37 \cdot 17,1 + 5,66 \cdot 9] = 1,25 \cdot [20,03 + 83,72 + 83,49 + 50,94] = 297,73 \text{ кН/м}^2$$

$$R_{ср} = 1,25 \cdot 1,0 [0,51 \cdot 3,0 \cdot 18,7 + 3,06 \cdot 1,6 \cdot 17,1 + (3,06 - 1) \cdot 2,37 \cdot 17,1 + 5,66 \cdot 9] = 1,25 \cdot [28,61 + 83,72 + 83,49 + 50,94] = 308,45 \text{ кН/м}^2$$

3.4.3 Розрахунок осідання фундаменту методом пошарового підсумовування

Напруження від власної ваги ґрунту (рис. 3.1):

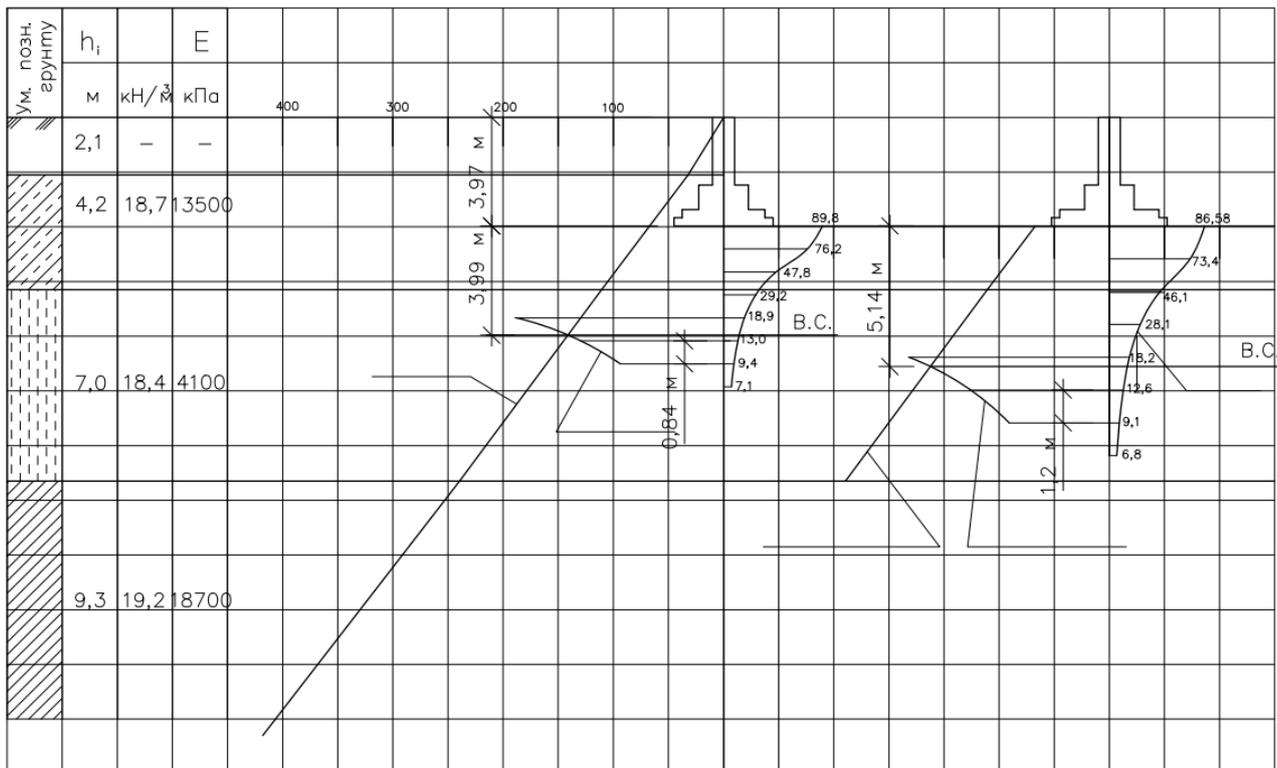


Рисунок 3.1 – Розрахункова схема

$$\sigma_{zg1} = 15,3 \cdot 2,1 = 32,13 \text{ кН/м}^2$$

$$\sigma_{zg2} = 32,13 + 18,7 \cdot 4,2 = 110,67 \text{ кН/м}^2$$

$$\sigma_{zg3} = 110,67 + 18,4 \cdot 7 = 239,47 \text{ кН/м}^2$$

$$\sigma_{zg4} = 239,47 + 19,2 \cdot 9,3 = 418,07 \text{ кН/м}^2$$

на отметке подошвы фундамента:

$$\sigma_{zg0} = 32,13 + 18,7 \cdot 1,87 = 67,1 \text{ кН/м}^2$$

Напряження від додаткового тиску на рівні подошви фундамента:

$$\text{- для крайніх: } \sigma_{zg0} = p - \sigma_{zg0} = 156,87 - 67,1 = 89,77 \text{ кН/м}^2$$

$$\text{- для середніх: } \sigma_{zg0} = p - \sigma_{zg0} = 153,68 - 67,1 = 86,58 \text{ кН/м}^2$$

Стискувана товща ґрунту нижче подошви фундамента розбивається на елементарні шари товщиною:

$$\text{- крайні } h_i = 0,4 \cdot b = 0,4 \cdot 2,1 = 0,84 \text{ м.}$$

$$\text{- середні } h_i = 0,4 \cdot b = 0,4 \cdot 3,0 = 1,2 \text{ м.}$$

Напряження на позначці покрівлі кожного елементарного шару:

$$\sigma_{zp} = \alpha (p - \sigma_{zg0})$$

де: α – коефіцієнт, що залежить від ξ і η ; p – тиск по подошві фундамента, кН/м^2 ; σ_{zg0} – напряження від власної ваги ґрунту на позначці подошви фундамента.

Ущільнення ґрунту відбувається в межах стисливої товщі, нижня межа (В.С.) якої розташована на глибині H_c , де задовольняється умова: $\sigma_{zp} \leq 0,2 \cdot \sigma_{zg}$

Нижня межа стискуваної товщі (В.С.) знаходиться на глибині:

$$\text{- для крайніх: } 3,99 \text{ м}$$

$$\text{- для середніх: } 5,14 \text{ м}$$

Осідання фундамента визначається як сума осідань елементарних шарів у межах стисливої товщі:

$$S = \beta \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zp,i} \cdot h_i}{E_i}$$

де: β – коефіцієнт, що дорівнює 0,8; σ_{zgi} – середнє значення додаткового тиску в межах "і-го" шару; h_i – товщина елементарного шару; E_i – модуль деформації ґрунту, у межах якого розташований "і-й" шар (для шару, розташованого в межах двох ПГЕ, визначається середньозважене значення модуля деформації).

Отриману осадку порівнюють із граничним значенням осадки:

$$S \leq S_u ; \quad S_{кр} = 1,68 \text{ см} < S_u = 8 \text{ см}$$

$$S_{ср} = 3,22 \text{ см} < S_u = 8 \text{ см}$$

Умова виконується.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

					<i>КНУ.МР.192.25.342с.06 ТО</i>			
<i>Зм</i>	<i>Кіль</i>	<i>Прізвище</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Проектування медичного закладу з використанням ефективних утеплювачів</i>	<i>Стадія</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Тімченко</i>				<i>МР</i>		
<i>Консул.</i>		<i>Валовой</i>				<i>ПЦБ-24М</i>		
<i>Магістр.</i>		<i>Гудзовський</i>						
<i>Зав.каф</i>		<i>Валовой</i>						

4.1 Технологічна карта на влаштування кам'яної кладки

4.1.1 Калькуляція трудових витрат і заробітної плати

Виконання цегляної кладки надземної частини будівлі

Кам'яна кладка стін цегляної будівлі виконується як комплексний процес, у склад котрого входять: монтаж збірних конструкцій, влаштування та установка підмостей або лісів, подача на робоче місце цегли та розчину.

Об'єм зовнішніх стін, внутрішніх стін та перегородок

$$V = (F - P) \cdot b$$

Вісь стіни	Довжина стіни	Відмітка, м		Висота стіни	Формула площі стіни	Площа, м ²			Товщина стіни, м ²	Об'єм Кладки, м ³
		від	до			стін	проймі	стін без проємів		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	6,9	0,000	8,3	8,3	$P = L \cdot H$	57,27	1,7	55,57	0,51	28,34
	6,77		7,7	7,7		52,13	2,18	49,97	0,51	25,48
2	4,15		4,3	4,3		17,85	-	17,85	0,51	9,10
3	5,48		4,3	4,3		23,56	2,25	21,31	0,51	10,37
4	12,38		8,9	8,9		110,2	10,24	99,94	0,38	37,98
	3,5		8,9	8,9		31,15	-	31,15	0,38	11,84
5	21		10,1	10,1		212,1	16,06	196,04	0,38	74,50
6	4,81		4,3	4,3		20,63	2,25	19,49	0,51	9,41
8	4,69		6,7	6,7		31,42	6,32	25,1	0,38	9,54
9	4,69		6,7	6,7		31,42	6,32	25,1	0,38	9,54
	6,1		4,6	4,6		28,06	-	28,06	0,51	14,31
10	6,98		4,6	4,6		36,11	-	32,11	0,38	12,20
11	11,92		4,3	4,3		51,3	1,71	49,56	0,38	13,53
	5,4		4,3	4,3		23,22	1,8	21,42	0,38	8,14
12	1,21		4,3	4,3		5,20	-	5,20	0,51	2,65
	3,51	10,1	10,1	102,2	7,14	78,81	0,38	29,95		
13	2,12	4,3	4,3	13,46	-	13,46	0,51	6,86		
14	7,4	5,02	5,02	9,12	-	9,12	0,51	4,65		
	15,59	5,8	5,8	37,15	-	37,15	0,38	14,12		
15	3,61	4,3	4,3	90,42	8,31	82,11	0,38	31,20		

16	4,71	3,90	3,2	3,2	$P = L \cdot H$	15,52	-	15,5	0,51	7,92
	15,59		3,2	3,2		15,07	-	15,00	0,38	5,73
17	4,7		4,7	4,7		22,09	9,2	46,69	0,38	15,46
	9,41		4,7	4,7		44,23	2,25	19,84	0,51	10,12
18	5,72		4,7	4,7		26,88	10,35	33,88	0,51	17,28
	5,72		5,3	5,3		30,32	1,7	25,18	0,51	12,84
А	4,2		5,02	5,02		27,08	1,7	28,62	0,51	14,60
Б	5,44		5,03	5,03		28,8	-	27,08	0,51	10,75
В	5,96		4,3	4,3		23,05	-	27,1	0,51	13,82
Г	2,1		3	3,7		9,87	-	19,55	0,51	9,46
	16,81		5,02	5,02		84,39	-	9,87	0,51	5,03
Д	4,5		5,85	5,85		26,36	-	81,45	0,38	30,95
	27,7		7,4	3,6		63,94	-	57,14	0,51	29,14
Е	4,9		4,7	4,1		23,03	-	23,03	0,51	11,75
Ж	7,08		8,3	8,3		58,76	-	58,76	0,51	29,98
К	4,94		7,7	7,7		38,04	-	34,04	0,51	17,67
	24,2		8,9	8,9		21,54	-	21,54	0,38	8,19
Л	2,1		5,3	5,3		21,13	-	18,92	0,51	9,65
	2,92		5,3	5,3		15,48	-	15,48	0,38	5,88
Н	6,58		5,8	5,8		38,16	-	35,76	0,38	13,59
	4,12	5,8	5,8	20,9	-	20,90	0,38	9,08		
П	2,1	2,1	7,7	16,17	-	16,17	0,51	8,25		
	4,8	4,8	7,3	32,40	-	32,40	0,38	12,43		
	4,3	7,3	7,3	31,39	1,7	29,69	0,38	11,88		
Р	9,9	4,7	4,7	46,53	4,5	42,03	0,51	21,44		
С	1,18	4,7	4,7	5,55	-	5,55	0,51	2,83		
Т	10,64	4,3	4,3	45,75	5,85	39,9	0,51	20,35		
	4,77	4,7	4,7	22,42	2,4	20,02	0,51	10,21		
М	18	3,9	3,9	70,2	1,7	68,5	0,51	34,94		
Перегородки										
Д	5,50	0,000	3,0	3,0	$P = L \cdot H$	16,5	-	16,5	0,12	1,98
	4,9					14,7	-	147		1,76

Е	5,5					16,5	1,44	15,06		1,87
Ж	2,56					7,68	3,44	6,24		0,75
	1,5					7,68	-	4,5		0,54
И	2,8					4,5	-	8,4		1,01
	5,5					8,4	-	16,5		1,98
Л	3,45					16,5	-	10,35		1,24
	7,4					10,5	1,44	20,76		2,49
Н	7,4					22,2	1,44	20,76		2,49
	3,45					22,2	-	10,35		1,24
Р	4,2					12,6	-	12,6		1,51
С	7,4					22,2	4,24	17,96		2,16
Т	9,6					28,8	-	28,8		3,46

Витрати цегли на будівлю

І ділянка

II ділянка

вісі 1 – 9

вісі 9-18

V1=122,07 м3 → 1 ярус

V1=50,59 м3

V1=71,48 м3

V2=117,43 м3 → 2 ярус

V2=48,44 м3

V2=68,49 м3

V3=132,91 м3 → 3 ярус

V3=56 м3

V3= 76,91 м3

V4=40,87 м3 → 4 ярус

V4=24,95 м3

V4=15,92 м3

V5=30,71 м3 → 5 ярус

V5=23,37 м3

V5=15,35 м3

V6=39,71 м3 → 6 ярус

V6=24,67 м3

V6=15,04 м3

V7=40,87 м3 → 7 ярус

V7=24,95 м3

V7=15,93 м3

V8=32,85 м3 → 8 ярус

V8=20,04 м3

V8=12,81 м3

V9=12,4 м3 → 9 ярус

V9=7,56 м3

V9=4,83 м3

Σ 254,9 м3

281,82 м3

Всього цегли на будівлю Σ536,72 м3

Витрата розчину в м3:

I ярус

120,9

17,08

II ярус

11,58

16,49

III ярус

13,38

18,38

VI ярус

5,96

3,80

V ярус	5,82	3,67
VI ярус	5,9	3,59
VII ярус	5,96	3,81
VIII ярус	4,79	3,06
IX ярус	1,8	1,15
	<u>Σ 67,28</u>	<u>69,88</u>

Всього розчину на будівлю Σ137,36 м³

Визначення розмірів та кількості ділянок

Кладку стін виконує комплексна бригада каменярів-монтажників у кількості 20 чоловік. До складу бригади входять 4 ланки “2-ка”
4 ланки “3-ка”

Процес кам'яної кладки організований поточно-розрахунковим методом “поверх - захватка”. Будівля розбивається на дві захватки по осям:

I захватка – вісі 1-9

II захватка – вісі 9-18

По висоті – на яруси, висотою 1м.

1 пов – 1, 2, 3-й яруси

2 пов – 4, 5, 6, 7, 8, 9-й яруси

Розміри ділянки для ланки “2-ка” (виконують кладку внутрішніх та зовнішніх стін товщиною в 1,5 цегли)

$$L = \frac{T}{(dhN)} = \frac{8.2 \cdot 2}{0.38 \cdot 1 \cdot 3.9} = 11 \text{ м.}$$

Розміри ділянки для ланки “3-ка” (виконують кладку внутрішніх та зовнішніх стін товщиною в 2 цегли)

$$L = \frac{8.2 \cdot 3}{0.51 \cdot 1 \cdot 3.9} = 12.5 \text{ м}$$

4.1.2 Визначення потреби в матеріалах, напівфабрикатах та виробих

Визначаємо потребу в матеріалах, напівфабрикатах та виробих на основі

ДБНів і відомості обсягів робіт (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Визначення потреби в матеріалах, напівфабрикатах та výroбах

№ п/п	Назва робіт	Вимірник	Кількість	Назва матеріалів	Одиниця виміру	Норма витрат	Загальна потреба
1	Влаштування перекриття ребристих на висоті від опорної площадки до 6м	100м ₃	9,27	Цвяхи буд. з плоскою головкою 1,6×50мм	т	0,1035	0,959
				Вапно буд. негашене комове, сорт 1	т	0,069	0,64
				Дріт металевий низьковугл. різного призначення світлий, Ø1,1мм	т	0,041	0,38
				Електроди, Ø6мм, марка Е42А	т	0,067	0,621
				Бруски обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5м, ширина 75-150мм, товщина 40-75мм, 3 сорт	М ³	4,1	38,01
				Бруски обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5м, ширина 75-150мм, товщина 150мм і >, 2 сорт	М ³	0,65	6,03
				Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5м, ширина 75-150мм, товщина 25мм, 3 сорт	М ³	0,88	8,16
				Дошки обрізні з хвойних порід,	М ³	3,39	31,43

				довжина 4-6,5м, ширина 75- 150мм, товщина 44мм і >, 3 сорт			
				Щити опалубки, ширина 300- 750мм, товщина 25мм	М ²	144,2	1336,7 3
				Суміші бетонні готові важкі, класу бетону В15 [М200], крупність заповнювача >10 до 20мм	М ³	102	945,54
				Арматура	т	12,69	117,64
2	Кладка стін з легко бетонних каменів без облицювання при висоті поверху > 4м	м ³	50,9	Розчин готовий кладочний важкий цементно- вапняний, марка М25	М ³	0,11	5,6
				Камені легкобетонні	М ³	0,92	46,83
3	Влаштування перегородок з гіпсових плит товщиною до 100мм в 1 шар при висоті поверху > 4м	100м ³	15,2 1	Цвяхи дротові круглі формовочні 1,6×100мм	т	0,000 4	0,006
				Гіпсові в'язучі Г-3	т	0,57	8,67
				Поковки з квадратних заготівок, маса 1,8кг	т	0,008	0,12
				Прокат для армування з/б конструкцій круглий і періодичного профілю, клас А-1, Ø10мм	т	0,013	0,2
				Толь з крупнозернисто ї посипаної,	М ²	6	91,26

				марка ТВК-350			
				Бруски обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5м, ширина 75-150мм, товщина 40-75мм, 3 сорт	М ³	0,1	1,52
				Пісок природній, рядовий	М ³	0,6	9,13
				Плити гіпсові для перегородок пазові	М ²	91	1384,11
4	Кладка зовнішніх стін з утепленням теплоізоляційним и плитами загальною товщиною 380мм при висоті поверху > 4м	М ³	226,6	Гипсові в'язучі Г-3	т	0,01	2,27
				Пісок природній, рядовий	М ³	0,07	15,86
				Розчин готовий кладочний важкий цементно-вапняний, марка М25	М ³	0,25	56,65
				Розчини готові кладочні важкі вапняні, марка 10	М ³	0,012	2,72
				Плити теплоізоляційні	М ²	2,71	614,09
				Цегла керамічна	1000шт т	0,403	91,32
5	Кладка зовнішніх стін з утепленням теплоізоляційним и плитами загальною товщиною 510мм при висоті поверху > 4м	М ³	186,1	Гипсові в'язучі Г-3	т	0,008	1,49
				Пісок природній, рядовий	М ³	0,005	0,93
				Розчин готовий кладочний важкий цементно-вапняний, марка М25	М ³	0,25	46,53
				Розчини готові	М ³	0,01	1,86

				кладочні важкі вапняні, марка 10			
				Плити теплоізоляційні	М ²	2,02	375,92
				Цегла керамічна	1000шт т	0,4	74,44
6	Армування кладки стін	т	0,24 4	Дріт арматурний з низько вуглецевої сталі Вр-1, Ø3мм	т	1	0,244
				Надбавки до цін заготовок за збірку і зварку каркасів і сіток плоских Ø3мм	т	1	0,244
7	Кладка перегородок неармованих товщиною в ½ цегли при висоті поверху > 4м	100м ²	0,05 4	Поковки з квадратних заготовок, маса 1,8кг	т	0,002 3	0,0001 2
				Розчин готовий кладочний важкий цементно-вапняний, марка М50	М ³	2,3	0,12
				Цегла керамічна	1000шт т	5	0,27

Сумуємо однойменні матеріали і зводимо до наступної табл. 4.3

Таблиця 4.3 – Відомість потреби матеріалів

№ п/п	Назва матеріалів	Одиниця виміру	Кількість
1	Цвяхи будівельні з плоскою голівкою 1,6×50мм	т	0,959
2	Цвяхи дротові круглі формовочні 1,6×100мм	т	0,006
3	Вапно будівельне негашене комове, сорт 1	т	0,64
4	Дріт металевий низько вуглецевий різного	т	0,38

	призначення світла, Ø1,1мм		
5	Електроди Ø6мм, марка Е42А	т	0,621
6	Бруски обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5м, ширина 75-150мм, товщина 40-75мм, 3 сорт	М ³	39,53
7	Бруски обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5м, ширина 75-150мм, товщина 150мм і >, 3 сорт	М ³	6,03
8	Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5м, ширина 75-150мм, товщина 25мм і, 3 сорт	М ³	8,16
9	Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5м, ширина 75-150мм, товщина 25мм і, 3 сорт	М ³	31,43
10	Щити опалубки, ширина 300-750мм, товщина 25мм	М ²	1336, 73
11	Суміші бетонні готові важкі класу В15, [М200], крупність заповнювача >10 до 20мм	М ³	945,5 4
12	Арматура	т	117,6 4
13	Розчин готовий кладочний важкий цементно-вапняний, марка М25	М ³	108,7 8
14	Камені легкобетонні	М ³	46,83
15	Гипсові в'яжучі	т	12,43
16	Поковки з квадратних заготовок, маса 1,8кг	т	0,12
17	Прокат для армування з/б конструкцій круглий і періодичного профілю, клас А-1, Ø10мм	т	0,2
18	Толь з крупнозернистою посипною, марка ТВК-350	М ²	91,26
19	Пісок природній, рядовий	М ³	25,92
20	Розчини готові кладочні важкі вапняні, марка 10	М ³	4,58
21	Плити теплоізоляційні	М ²	990,0 1
22	Цегла керамічна	100	166,0

		0шт	3
23	Дріт арматурний з низько вуглецевої сталі Вр-1 Ø3мм	т	0,244
24	Розчин готовий кладочний важкий цементно-вапняний, марка 50	М ³	0,12
25	Плити гипсові для перегородок пазові	М ³	1384, 11

4.1.3 Технологія виробництва робіт

Бетонування каркасу будівлі виконується за допомогою крану на гусеничному ході МКГ-16 та бетононасоса С-296. Бетонна суміш транспортується на робоче місце бетононасосом, а опалубка і арматура – краном, що переміщується з однією сторони будівлі.

До встановлення опалубки закінчують геодезичну розбивку вісей і закріплення відміток конструкцій, які зводяться. Роботу спеціалізованих ланок теслярів-опалубщиків виконують по етапам: укрупнююча збірка і ремонт опалубочних елементів; монтаж опалубки в готові для прийому бетону конструкції; чергування за спостереженням за опалубкою, яка заповнюється бетонною масою, підкріплення опалубки в потрібних місцях; демонтаж конструкцій опалубки.

До встановлення опалубки фіксують вісі і відмітки. Там, де нема змоги натягнути осьові дроти, положення вісей і відміток фіксують на окремих реперах чи наносять риски безпосередньо в місцях установки опалубки.

Організація праці арматурщиків залежить від виду виконуємих робіт. Вони можуть бути наступними: монтаж арматури з готових каркасів, блоків, сіток; укрупнююча збірка арматурних конструкцій, габарити яких не допускають їх перевезення з заводу; збірка і монтаж арматурно-опалубочних блоків; в'язка і зварка арматури з окремих стрижнів; монтаж кондукторних приладів і встановлення анкерних болтів.

При встановленні і монтажі арматури колон робочі місця влаштовують

через кожні 2 м і на висоті ставлять тимчасову огорожу. Арматуру в опалубку прогонів і балок робітники вкладають з площадок, змонтованих на ригелях, закріплених на стійках. Останні підтримують днища балок і прогонів.

За вкладання бетонної суміші і догляд за готовими конструкціями відповідають ланки бетонників. В зміст робіт, які виконуються ними входять: очищення готової і заармованої опалубки від забруднення, поливка опалубки водою і змазування її спеціальними покриттями в місцях торкання з бетоном, очищення арматури, всього інвентарю і механізмів від залишків бетонної суміші при кожній перерві в подачі бетону тривалістю більше 30 хв., а також перед обідню перервою і в кінці зміни; переміщення і встановлення для роботи всього ланцюга механізмів прийому і доставки бетону до місця укладання; захист поверхні свіжоукладеного бетону від сонця і від дощу. Для цього застосовують мати з комишу, толь, піщану присипку, а також нанесення бітумних, емалевих і лакових плівок.

При встановленні сіток за допомогою крану дотримуються такої послідовності робіт. Спочатку один з атматурщиків розкладає бетонні прокладки по опалубці плити для створення захисного шару бетону. Рулон сітки, поданий краном до місця укладання приймають два арматурника, розстроповують і розкочують його по опалубці плити перекриття. Потім сітку рихтують і укладають точно в проектне положення, арматурники ломачами при піднімають сітку і встановлюють прокладки під стики стрижнів. Після укладання нижнього ряду сіток в такому ж порядку укладають верхній ряд. Проектне положення верхніх сіток забезпечують встановленням підставок з круглої сталі.

Роботу по укладанню бетонною суміші в опалубку колони виконують бетонники. Один бетонник слідкує за вивізкою бетонної суміші з кузова самоскида в бункер. В разі необхідності він очищує кузов самоскида від бетону і віброрешітку від крупних фракцій заповнювача. Другий бетонник, відкриваючи і закриваючи затвір бункера, регулює потрапляння бетонної суміші з нього в прийомний бункер бетононасосу.

До розпалубки приступають після набрання бетоном не менше 80% проектної міцності. Спочатку розбирають опалубку колон, потім – опалубку

перекриття. При розпалубці колон першими знімають підкоси, за ними хомути і в останню чергу – накривні і закладні щити. Розопалубка перекуриття виконується в такій же послідовності.

4.1.4 Техніка безпеки при виробництві бетонних і залізобетонних робіт

Заходи безпеки при бетонних роботах включають в себе: безпечність опалубочних робіт, арматурних робіт, робіт, робіт при прийманні та подачі бетону, а також при вкладанні та ущільненні.

Забезпечення безпечних умов праці, профілактика професіональних захворювань і виробничого травматизму – головні задачі технології будівельного виробництва, у тому числі технології бетонних та залізобетонних робіт. Проектування виробництва будівельних робіт повинно проводитися з врахуванням заходів з техніки безпеки відповідно нормативу.

Так, при виконанні опалубочних робіт виникають небезпечні ситуації, які пов'язані з роботою на висоті з тимчасових настилів. Тому встановлюють опалубку на висоті більш 5 м потрібно доручати робочим-верхолазам з застосуванням запобіжних поясів. Встановлена опалубка перекуриття повинна мати огорожу по всьому периметру. Ліси, настили, опалубку забороняється перегружати матеріалом, напівфабрикатами і обладнанням вище проектної норми.

При розбірці опалубки слід приймати заходи, які попереджують випадкове падіння елементів опалубки, обвал підтримуючих лісів і конструкцій. Забороняється складувати на підмостях чи робочій підлозі елементи опалубки, що розбираються чи матеріали від розбирання, а також зкидувати з висоти.

Розопалубку перекуриття потрібно починати з розбирання опалубки колон і підпорних місць прогонів і балок. Далі продовжують розбирати елементи опалубки плит перекуриття і опалубку бічних поверхонь прогонів і балок.

Арматурні роботи з точки зору безпеки також мають характерні особливості. Під час підймання на опалубку необхідно зберегти форму арматури і не допустити випадання елементів з захватних пристосувань кранів. Зварювання арматури створює зону підвищеної небезпеки. Необхідно передбачити захист робітників від світу, який сліпить очі, а опалубку – від можливого запалу.

Корпуси зварювальних апаратів, зварюємі деталі арматури слід надійно заземлювати. Зварювальні роботи на відкритому повітрі під час грози, дощу і снігопаду проводити забороняється. Зварювальні агрегати повинні бути захищені від дощу навісами.

Для встановлення арматури колон, стін і інших вертикальних конструкцій висотою більше 3 м через кожні 2 м по висоті влаштовують підмости з настилом шириною не менше 1 м і огорожею висотою не менше 0,8 м. Зберігати запаси арматури на підмостях забороняється. При очищенні арматури від окалини чи іржі робітники повинні користуватися брезентовими рукавицями і захисними окулярами. Зварювальники допускаються до роботи при наявності в них брезентового одягу, рукавиць і маски із захисним склом.

До підйому краном бетону в бункерах перевіряють їх виправність, в тому числі надійність замків, які не допускають випадкового вигруження бетонної суміші. У відповідності до нормативу при розвантаженні бетону з бункеру відстань від бункеру до поверхні, на яку вигружають бетон, не повинна перевищувати 1 м. Розчинонасос встановлюємо так, щоб навколо нього залишалися проходи 1,3 метри завширшки. До початку роботи всю систему бетоноводу випробовуємо гідравлічним тиском, що перевищує в 1,5 рази робоче. На робочому місці встановлюють огорожу, необхідний інвентар, запобіжні і захисні пристрої, передбачені технікою безпеки. Щодня перед початком укладання бетону перевіряється стан тари, засобів підмоцвання, опалубки. Знайдені несправності негайно усуваються.

Для ущільнення бетонної суміші використовують електровібратори з надійним заземленням. Вібрація чинить негативний вплив на організм людини, тому рукоятки вібраторів обладнують амортизаторами.

4.2 Календарний графік будівництва

В якості календарного плану будівництва в дипломному проєкті розроблений календарний графік будівництва, що відбиває технологічні й організаційні взаємозв'язки процесу будівництва і потокові методи проведення робіт. Графік являє собою модель з розрахованими тимчасовими параметрами.

Довжина критичного шляху графіка – 112 дні.

Вихідними даними для побудови сіткового графіка будівництва є:

1. Технічна документація (проект, робочі креслення).
2. Типові технологічні карти.
3. Проект проведення робіт.
4. Картка-визначник робіт сіткового графіка.

В основі побудови сіткового графіка лежать поняття “робота” і “подія”. Робота – виробничий процес, що вимагає витрат часу і матеріальних ресурсів і, що приводить до досягнення конкретних результатів. Чекання – процес, що вимагає тільки витрат часу і не потребує ніяких матеріальних ресурсів. Є технологічною або організаційною перервою між роботами, виконуваними друг за другом. Залежність – введена для відображення технологічного й організаційного взаємозв'язку робіт і не вимагає ни часу, ні ресурсів. Подія – факт закінчення однієї або декількох робіт, необхідний і достатній для початку наступних робіт (табл. 4.4).

Таблиця 4.4 – Календарний графік

№ п/п	Найменування роботи	Нормативний джерело	од .	Об'єм роботи	Трудомісткість , чол-дн / маш-см			Змінність роботи	Тривалість роботи , дн	Склад бригади	Число робітників за зміну	Основні будівельні машини	
					нормативна		проектна					найменування , марка	Кіл-ть
					на од . змін .	на обсяг роботи	на обсяг роботи						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	1. Земляні роботи												
1	Зрізання чагарника та дрібнолісся в грунтах природного залягання кущорізами на тракторі 108 к.с. , чагарник і дрібнолісся : густі	Е 1-02112-1	1 га	0,22	-	-	-	1	1	машиніст бр-1	-	бульдозер Д271А	1
2	Валка дерев м'яких порід з кореня . Діаметр стволів : до 20 см	Е 1-02099-2	100	0,2	6,52	1,30	1	1	1	машиніст бр-1 робітник 2р-1	1	бульдозер Д271А	1
3	Планування площ бульдозерами потужністю 410 к.с.	Е 1-01088-1	1000 кв.м.	2,2	-	-	-	1	1	машиніст бр-1	-	бульдозер Д271А	1

4	Розробка ґрунту в траншеях екскаватором "зворотна лопата" з ковшем місткістю 1 куб.м., група ґрунтів :2	Е 1-01009-2	1000 куб.м.	0,56	-	-	-	2	8	машиніст бр-1	-	Екскаватор Е652Б	1
					35,40	19,82	16						
5	Засипка траншей та котлованів із переміщенням ґрунту до 5 м бульдозерами потужністю 180 к.с., 1 група ґрунтів	Е 1-01035-1	1000 куб.м.	0,09	-	-	-	1	1	машиніст бр-1	-	бульдозер Д271А	1
					1,98	0,18	1						
	2.Фундаменти												
6	Пристрій підстави під фундаменти : піщаного	Е 1-01002-1	1 куб.м.	28	-	-	-	2	4	машиніст бр-1	-	бульдозер Д271А	1
					0,29	8,12	8						
7	Влаштування стін підвалів та	Е 6-01024-7	100 куб.м.	1,4	167,49	234,49	192	2	6	машиніст бр-4 тесляр 4р-	16	Кран КС - 4572 Автомобіль	4

	підпірних стін залізобетонних висотою : до 6м, товщиною до 500мм				38,95	54,53	48			4 бетонщик 4р-4 арматурник 3р-4 робітник 2р-4		бортовий 5т Бетононасос Автобетонозмішувач	
8	Гідроізоляція збоку обмазувальна бітумна в 2 шари за вирівняною поверхні будової кладки, цегли , бетону	Е 8-01003-7	100 кв.м.	10,08	1,48	14,92	12	2	1	робітник 2р-6	6	Бітумний котел	1
					0,20	2,02	2						
9	Гідроізоляція стін, фундаментів : горизонтальна. обклеювальна в 2 шари	Е 8-01003-3	100 кв.м.	0,12	20,08	2,41	2	2	1	робітник 2р-1	1	Бітумний котел	1
					0,67	0,08	2						
	3. Монолітне бетонування												
10	Пристрій залізобетонних стін та перегородок висотою : до 3м, товщиною 500мм	Е 6-01031-5	100 куб.м.	2,04	245,32	500,45	448	2	14	машиніст 6р-4 тесляр 4р-4 бетонщик 4р-4 арматурник 3р-4	16	Кран КС - 4572 Автомобіль бортовий 5т Бетононасос Автобетонозмішувач	4
					56,16	114,57	112						

										робітник 2р-4			
11	Пристрій перекрыттів	Е 6-01041-1	100 куб.м.	3	116,84	350,52	320	2	10	машиніст 6р-4 тесляр 4р- 4 бетонщик 4р-4 арматурни к 3р-4 робітник 2р-4	16	Кран КС - 4572 Автомобіль бортовий 5т Бетононасо с Автобетоно змішувач	4
					31,17	93,51	80						
	4. Сходи												
12	Установка сходових майданчикі в при найбільшом у масі монтажних елементів у будівлі до 5 т з опиранням : на стіну	Е 7-01047-1	100 шт	0,04	208,25	8,33	8	2	1	Монтажни к 4р-4	4	Кран КС - 4572	1
					54,55	2,18	2						
	5. Покрівля												
14	Установка кровок	Е 10-02036- 1	1 куб.м.	92	2,97	273,24	256	2	8	Монтажни к 4р-12	16	Кран КС - 4572	2

7. Вікна													
20	Монтаж віконних блоків з алюмінієвих багатокамерних профілів з герметичними склопакетами	Е 9-04009-4	100 кв.м.	6,05	28,94	175,09	168	2	14	Машиніст бр-1 Монтажники к 4р-4 Робочий 2р-2	6	Кран КС - 4572	1
					4,89	29,58	28						
21	Пристрій герметизації коробок віконних та дверних у житлових та громадських будинках	Е 10-01028-3	100 м	6,05	24,55	148,53	144	2	12	Монтажники к 4р-4 Робочий 2р-2	6		-
					-	-	-						
8. Двері													
22	Встановлення блоків у зовнішніх та внутрішніх дверних отворах : у кам'яних стінах площею отвору до 3 кв.м.	Е 10-01039-1	100 кв.м	0,73	68,97	50,35	48	2	4	Монтажники к 4р-4 Робочий 2р-2	6		-
					13,34	9,74	-						

23	Монтаж: конструкції дверей	Е 9-06001-1	1 т.	0,2	89,49	17,90	16	2	4	Монтажни к 4р-2	2		-
					1,22	0,24	-						
	9. Підлоги												
24	Пристрій гідроізоляці ї обклеюваль ний рулонними матеріалами : на мастиці бітуміноль перший шар	Е 11-01004- 2	100 кв.м.	7,56	4,43	33,49	32	2	2	Робочий 2р-8	8	Бітумний котел	1
					0,56	4,23	4						
25	Пристрій стяжок : цементних товщиною 20 мм	Е 11-01011- 1	100 кв.м.	22,68	5,42	122,93	112	2	7	Бетонщик 4р-4 Робочий 2р-4	8	Бетонозміш увач БП-2Г Кран КС - 4572	2
					1,27	28,80	28						
26	Пристрій покриттів : шліфування бетонних або металоцеме нтних покриттів	Е 11-01011- 1	100 кв.м.	22,68	6,40	145,15	112	2	7	Бетонщик 4р-4 Робочий 2р-4	8	Віброрейка Машина для затирання підлоги	2
					1,27	28,80	28						
27	Пристрій покриттів : керамограні	Е 11-01051- 1	100 кв.м.	4,54	30,05	136,43	112	2	7	Каменяр 4р-6 Робочий	8		-

	тних плиток: розміром 40 на 40 см				-	-	-			2р-			
28	Пристрій покриттів : лінолеуму на клеї : КН-2	Е 11-01051-1	100 кв.м.	10,58	12,57	132,99	112	2	7	Робочий 2р-8	8		-
					-	-	-						
29	Пристрій плінтусів полівінілхлоридних : на клеї КН-2	Е 11-01040-1	100 м	11,32	1,52	17,21	12	2	3	Робочий 2р-2	2		1
					0,03	0,34	6						
	10. Внутрішня оздоблення												
30	Покращена штукатурка цементно-вапняним розчином по каменю : стін	Е 15-02001-1	100 кв.м.	19,22	7,21	138,58	112	2	7	Штукатур -маляр 4р-8	8	Автомобіль бортовий 5т Штукатурний агрегат АПС-2500	2
					2,78	53,43	28						
31	Штукатурка поверхонь віконних та дверних укосів по бетону та каменю : плоских	Е 15-02031-1	100 кв.м.	0,6	48,95	29,37	24	2	4	Штукатур -маляр 4р-3	3		-
					-	-	-						

32	Забарвленн я полівінілаце татними водоємультсі йними складами покращена : по штукатурці стель	E 15-04005- 4	100 кв.м.	20,09	0,87	17,48	16	2	2	Штукатур -маляр 4р-4	4	Краскопуль т SL-140	2
					0,35	7,03	8						
33	Забарвленн я полівінілаце татними водоємультсі йними складами покращена : по штукатурці стін	E 15-04005- 3	100 кв.м.	24,06	0,98	23,58	16	2	2	Штукатур -маляр 4р-4	4	Краскопуль т SL-140	2
					0,17	4,09	8						
34	Гладка облицюван ня стін, стовпів , пілястр та укосів (без карнизних плиток) на клеї із сухих сумішей : по цеглі та бетону	E 15-01019- 5	100 кв.м.	3,58	12,73	45,57	32	2	4	Штукатур -маляр 4р-4	4		-
					-	-	-						
35	Покращене фарбування масляними	E 15-04025- 4	100 кв.м.	1,75	9,32	16,31	8	2	2	Штукатур -маляр 4р-2	2		-

38	Пристрій покриття товщиною 4 см з гарячих асфальтобетонних сумішей щільних дрібнозернистого типу АБВ	Е 27-06020-1	1000 кв.м.	0,846	38,30	32,40	32	2	4	Робочий 2р-4	4	Бітумний котел Кран КС - 4572	2
					19,12	16,18	16						
	13. Прокладання комунікацій												
39	Уривок траншей під зовнішні комунікації	Е2-1-13	100 куб.м.	7,15	-	-	-	2	1	Машиніст 6р-1	-	Екскаватор Е652Б	1
					0,32	2,29	2						
40	Зовнішні мережі водопроводу	Кошторисний розрахунок №9	100 м	0,25	14,38	3,60	6	2	1	Робочий 2р-3	3		-
					-	-	-						
41	Мережі теплопостачання	Кошторисний розрахунок №10	100 м	0,4	48,15	19,26	12	2	2	Робочий 2р-3	3		-
					-	-	-						
42	Зовнішні мережі каналізації	Кошторисний розрахунок №11	100 м	0,35	35,63	12,47	12	2	2	Робочий 2р-3	3		-
					-	-	-						

43	Пристрій зовнішніх кабельних мереж	Кошторисний розрахунок №16	100 м	0,35	35,63	12,47	12	2	2	Монтажники 4р-3	3		-
					-	-	-						
44	Засипання траншей	Е2-1-34	100 куб.м.	6,22	-	-	-	1	1	Машиніст 6р-1	-	Екскаватор Е652Б	1
					0,05	0,31	1						
	14. Різні роботи												
45	Тимчасові дороги	Е1-324	100 кв.м.	84,6	-	-	-	2	6		-	Бульдозер Д271А Кран КС - 2572	2
					0,30	25,38	24						
46	Тимчасові будівлі та споруди	Зведений кошторисний розрахунок , п.13	руб.	3519 80	5 500,00	64,00	60	2	5	Тесляр 4р-4 Робочий 2р-1	6		-
					-	-	-						
47	Санітарно-технічні роботи	Кошторисний розрахунок №№1-5											
	1 етап		руб	1760 76	6 000,00	29,35	24	2	3	Монтажники 4р-4	4		-
					-	-	-						
	2 етап		руб	1980 85	6 000,00	33,01	32	2	4		4		-
					-	-	-						
	3 етап		руб	6602 8	6 000,00	11,00	16	2	2		4		-
					-	-	-						
48	Електромотажні роботи	Кошторисний розрахунок №№1-5											
	1 етап		руб	9696	5 500,00	17,63	16	2	2	Монтажники	4		-

				0	-	-	-			к 4р-4			
	2 етап		руб	1090 80	5 500,00	19,83	16	2	2		4		-
	3 етап		руб	3636 0	5 500,00	6,61	8	2	1		4		-
49	Благоустрій та озеленення	Е 47-01046- 6	100 кв.м.	12,7	5,99	76,07	24	1	3	Робочий 2р-8	8		2
	РАЗОМ					3 199,02	2 841,00		214				
						615,76	545,00						
50	Задача об'єкта	1% від підсумку				31,99	28	2	3	Робочий 2р-1	6		
	РАЗОМ ОСНОВНИ Х РОБОТ					3 231,01	2 869		217				
						615,76	545,00						
51	Супутні роботи	15% від основних робіт				484,65	430,41	2	35	Робочий 2р-8	8		
	РАЗОМ З СУПУТНИ МИ РОБОТАМ И					3 715,67	3300		252				
						615,76	545,00						

4.3 Проектування будгенплану об'єкта

4.3.1 Визначення потреби в інвентарних будівлях

Потребу в інвентарних будинках на будівельному майданчику визначаємо виходячи із кількості працюючих на виробництві. Кількість працюючих на будівельному майданчику із врахуванням структури, прийнятого для житлово-цивільного будівництва:

- робітники складають 85% від кількості працюючих;
- ІТП – 8%;
- службовці – 5%;
- МОП і охорона – 2%;

Кількість працюючих визначається за формулою:

$$N_{заг} = (N_{роб.} + N_{ИТП} + N_{служб.} + N_{МОП})k,$$

де $N_{заг}$ – загальна кількість працюючих на будівельному майданчику, чол.;

$N_{роб.}$ – кількість робітників, що береться за календарним планом, чол.;

$N_{ИТП}$ – кількість інженерно-технічних працівників (ІТР), чол.;

$N_{служб.}$ – кількість службовців, чол.;

$N_{МОП}$ – кількість молодшого обслуговуючого персоналу (МОП), чол.;

k – коефіцієнт, що враховує відпустки, хвороби, виконання суспільних обов'язків, $k = 1,05-1,06$.

$$N_{заг} = (29 + 3 + 2 + 1)1,05 = 37 \text{ чол.}$$

Розрахунок площі інвентарних будинків санітарно-побутового призначення здійснюємо, виходячи із кількості працюючих, які зайняті на будівельному майданчику у найбільш чисельну зміну і визначається по календарному графіку:

$$N_{max} = 29 \text{ чол.}$$

Таблиця 4.5 – Відомість розрахунку інвентарних тимчасових будівель санітарно-побутового та адміністративного призначення

№ п / п	Найменування будівлі	Розрахунок чисельність, що обслуговується, чол	Норма на 1 чол, м 2	Розрахунок площа, м 2	Шифр типового проекту будівлі	Розміри в плані, м	Кількість будівель	Прийнята за проектом площа, м 2	Тип будівлі (конструктивна характеристика)
	Адміністративні								
1	Контора	2	4	8	УТС 420-01-3	2,7×9,0	1	22	пересувне
2	Куточок відпочинку	24	0,75	18	ППБТ-КУ	3,0×9,0	1	25	контейнер
3	Диспетчерська	1	7	7	УТС 420-01	2,3×5,5	1	11,5	контейнер
4	Приміщення для їди	24	0,25	6	ПС-24	12,1×6,3	1	54	пересувне
	Побутові								
5	Гардеробні	29	0,5	14	УТС 420-04-21	2,7×6,0	2	14,4	контейнер
6	Душева з переддушевою (чоловіча)	20	0,82	16	ПД-1	3,1×8,5	1	24,3	пересувне
7	Душова з переддушевою (жіноча)	9	0,82	8	ПД-1	3,1×8,5	1	24,3	пересувне
9	Сушарка	29	0,2	6	УТС 420-01-13	2,7×9,0	1	22	пересувне
10	Туалет (чоловічий)	20	0,14	3	УТС 420-04-23	2,7×6,0	1	14,3	контейнер
11	Туалет (жіночий)	9	0,07	1	УТС 420-04-23	2,7×6,0	1	14,3	контейнер

4.3.2 Розрахунок площі складських приміщень

Розрахунок здійснюється у табличній формі табл.

Для зберігання 8...10 видів матеріалів чи конструкцій розраховується площа відкритих та закритих складів.

Потрібна площа складів для зберігання матеріалів, виробів та обладнання визначається розрахунком на підставі:

- нормативів площі складів;
- нормативів запасів основних матеріалів та виробів;
- середньодобової витрати матеріалів;
- нерівномірності споживання матеріалів та виробів із врахуванням коефіцієнту 1,3.

Для організації складського господарства на будівельному майданчику передбачаємо:

- відкриті майданчики для зберігання цегли, залізобетонних конструкцій та інших матеріалів і конструкцій, на які не впливають коливання температури і вологість;

- приміщення для зберігання столярних виробів, рулонних матеріалів, азбоцементних листів та ін.;

- закриті склади двох типів: опалювальні (для збереження лакофарбових матеріалів, хімікатів і т.п.) і неопалювальних (для зберігання войлоку, мінеральної вати, гіпсокартонних листів, скла, покрівельної сталі, електротехнічних матеріалів, фанери і т.п.).

Площа складів розраховується за кількістю матеріалів:

$$Q_{зан} = Q_{заг} / T \alpha n k ,$$

де $Q_{зан}$ - запас матеріалів на складі;

$Q_{заг}$ - загальна кількість матеріалів, необхідних для будівництва;

α - коефіцієнт нерівномірності постачання матеріалів на склади (для авто- та залізничного транспорту $\alpha = 1,1$);

T - тривалість розрахункового періоду (береться з календарного плану), днів;

n - норма запасів матеріалів, днів.

Приймаються наступні норми запасу матеріалів:

- місцеві – 2...5 днів (цегла, бутовий камінь, щебінь, пісок, шлак, збірні з/б конструкції, блоки, панелі, утеплювач, перегородки);

- привізні – 10...15 днів (цемент, вапно, скло, рулонні матеріали, віконні блоки, двері, металеві конструкції).

k - коефіцієнт нерівномірності витрат матеріалів, $k = 1,3$.

Корисна площа складу F без проходів визначається за формулою:

$$F = Q_{зан} / q,$$

де q - кількість матеріалів, що вкладається на 1 м² складу.

Загальна площа складу:

$$S = F / \beta,$$

де β - коефіцієнт на проходи .

Таблиця 4.6 – Відомість площ відкритих складів

№ п / п	Найменування матеріалів та виробів	Од. змін	Кількість матеріалів необхідна для будівництва	Добова витрата	Прийнятний запас на од. змін	Нормативний запас, дн	Норма складу на од. вим., м ²	Розрахункова площа, м ²	Прийняті розміри складу, м ²	Прийнята площа, м ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Кроквяні конструкції	м ³	92	12	24	2	2	48	2 × 15 (2)	60
2	Цемент	м ³	150	6,25	12,5	2	2	25	5×5	25
3	Пісок та щебінь	м ³	450	18,75	37	2	4	148	10×15	150
6	Арматура	т	47,5	2,21	4,42	2	2,5	11,05	5×3	15
									Разом	238

4.3.3 Розрахунок водопостачання будівельного майданчику

При проектуванні тимчасового водопостачання необхідно визначити потребу, вибрати джерело, запроєктувати схему, розрахувати діаметри трубопроводів і прив'язати трасу і споруди на будгенплані. В першу чергу розраховується найбільша секундна витрата води на виробничі, господарсько-життєві й протипожежні потреби:

а) господарські витрати води за годину, m^3 :

$$Q_{госп} = \frac{N \cdot D \cdot K_1}{n \cdot 1000} = \frac{29 \cdot 60 \cdot 2,7}{16 \cdot 1000} = 0,3 \text{ м}^3,$$

де $N = 29$ чол. – максимальна кількість працюючих у зміні;

$D = 60$ літрів – питоми витрати води на одного працюючого в зміні;

$K_1 = 2,7$ – коефіцієнт нерівномірності водопостачання за годину;

$n = 16$ год. – число годин у зміні.

Виробничі витрати води за годину:

$$Q_{вироб.} = \frac{\rho_{пр} \cdot D \cdot K_2}{n \cdot 1000} = \frac{(15,4 + 25,3 + 8,6 + 116,5 + 58,3) \cdot 1760 \cdot 1,6}{16 \cdot 1000} = 39,4 \text{ м}^3$$

де $\rho_{пр}$ – обсяг роботи, що виконується в зміні;

D – питома витрата води на одиницю обсягу роботи, л;

$K_2 = 1,6$ – коефіцієнт нерівномірності водопостачання.

Витрати води за годину на охолодження ДВЗ:

$$Q_{дв} = \frac{1,2 \cdot W_t \cdot N}{1000} = \frac{1,2 \cdot 85 \cdot 180}{1000} = 18,4 \text{ м}^3$$

де W_t – питоми витрати води на 1 к.с. потужності двигунів внутрішнього згорання;

N – потужність двигуна .

Сумарні витрати води на виробничі і господарські потреби:

$$\Sigma Q = Q_{госп} + Q_{вир} + Q_{дв} = 0,3 + 39,4 + 18,4 = 58,7 \text{ м}^3$$

Розрахункові секундні витрати води:

$$q_{розр} = \frac{\sum Q \cdot 1000}{3600} + q_{пож} = \frac{58,7 \cdot 1000}{3600} + 10 = 26,3 \text{ л/с}$$

де $q_{пож} = 10$ л/с – витрати води на протипожежні потреби.

Діаметр водопровідної лінії:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{розр} \cdot 1000}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 26,3 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,5}} = 150 \text{ мм}$$

де V – швидкість руху води, м/с.

4.3.4 Розрахунок електропостачання будівельного майданчика

Потреба в загальній електричній потужності з врахуванням втрат і одночасної роботи всіх споживачів:

$$P_{заг} = 1,1 \left(\frac{K_1 \cdot \sum P_c}{\cos \varphi} + K_2 \cdot \sum P_m + K_3 \cdot \sum P_{он} + K_4 \cdot \sum P_{ОВ} \right) =$$

$$= 1,1 \left(\frac{0,4 \cdot 65,3}{0,75} + 55,4 + 0,9 \cdot 4,8 + 4,82 \right) = 96,3 \text{ кВт},$$

де:

$\cos \varphi = 0,75$ – коефіцієнт потужності;

$K_1=0,4$, $K_2=1,0$, $K_3=0,9$, $K_4=1,0$ – коефіцієнт попиту;

$\sum P_c = 65,3$ кВт – витрати електроенергії для живлення електродвигунів

$\sum P_m = 55,4$ кВт – потужність на технічні потреби;

$\sum P_{он} = 4,8$ кВт – витрати електроенергії на освітлення майданчика;

$\sum P_{ОВ} = 4,82$ кВт – для освітлення приміщень;

Розрахунок проводимо у відповідності до таблиці 5.14.

Таблиця 4.7 – Розрахунок електропостачання

№ п\п	Найменування споживачів	Од. виміру	Обсяг або кількість	Потужність на одиницю, кВт	Загальні витрати ел.енергії
Силова електростанція					120,7
1	Кран КБ-503А.1	шт.	1	65,3	65,3
2	Зварювальний апарат СТЕ-24	шт.	2	27,7	55,4
Внутрішнє освітлення					4,82

3	Контора і побутові приміщення	м ²	114,3	0,015	1,7145
4	Душові	м ²	24,3	0,003	0,0729
5	Навіси	м ²	73,5	0,003	0,22
6	Закриті склади	м ²	187,5	0,015	2,81
Зовнішнє освітлення					4,8
7	Територія майданчика	100 м ²	137,70	0,005	0,6
8	Відкриті складські майданчики	100 м ²	3	0,05	0,2
9	Освітлення робочого місця прожектором	шт.	4	1	4

За отриманими даними приймаємо трансформаторну станцію КТП 100-10 потужністю 100 кВт .

Б) Розрахунок і організація освітленості будівельного майданчика.

Проектування освітленості будівельного майданчика полягає у визначенні необхідної освітленості, підборі і розташування джерел світла, розрахунку необхідної для їх споживання потужності.

Розрахунок кількості прожекторів n для будівельного майданчика розраховуємо через питому потужність:

$$n = pES/P_{л} = 0,26 \cdot 5 \cdot 13770 / 500 = 36 .$$

де p - питома потужність,

$p = 0,25 \dots 0,40 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{лк}$ - при освітленні прожекторами ПЗС-35,

E - освітленість, лк;

S - площа, що підлягає освітленню, м²;

$P_{л}$ - потужність лампи прожектора, Вт. $P_{л} = 500$ і 1000 Вт для ПЗС-35,

Приймаємо 36 прожекторів ПЗС-35.

4.3.5 Опис буд генплану

Будівельний генеральний план розроблений на стадію монтажних робіт. На БГП наносимо контури будівлі з зазначенням монтажною зоною (7м від будівлі) та небезпечною зоною роботи крана. Небезпечна зона – це простір, який знаходиться у межах можливого переміщення вантажу, підвішеного на гаку крана. Межу цієї зони визначають відстанню по горизонталі від точки улаштування крана. $R_{нз} = R_{max} + 0.5l_{max} + l_{без}$

Для стрілових кранів небезпечну зону визначають довжиною стріли крана за плюсом половини довжини найбільшого вантажу та розсіювання вантажу при падінні. Небезпечні зони відмічають на будгенплані лінією з відповідним написом.

Для внутрішньо майданчикових доріг використовуємо тимчасові дороги, які зводяться в підготовчий період. Внутрішньо майданчикові дороги можуть бути односторонніми (шириною 3,5м) та двосторонніми (шириною 6м). Радіус закруглення доріг на поворотах 24м. Відстань між дорогами та складом повинна бути більшою за 0,5м, а між дорогою та огороженням – не менше 1,5м. Схема доріг має кільцевий вигляд. Дороги зовні будівлі влаштовані з дорожніх бетонних плит, а в середині будівлі – з щебеню невеликої фракції. В місця роботи кранів та в інших небезпечних зонах встановлюються знаки, які попереджують про небезпеку та лімітують швидкість. Залізобетонні конструкції, окрім стінових панелей, розміщують в середині будуємого об'єкту біля місць їх встановлення. Склади піска, гравію, щебеню розміщуємо вздовж доріг. Навіс розміщують вздовж доріг, але не в зоні роботи кранів. Стінові панелі розміщують вздовж доріг по периметру будівлі.

При розміщенні на БГП тимчасових будівель з точки зору безпечних та санітарних умов повинні враховуватись небезпечні зони роботи крана, тобто всі будівлі повинні знаходитись поза небезпечною зоною. Тимчасові будівлі повинні розміщуватись біля в'їзду на будівельний майданчик, скомпоновані вони у вигляді побутового містечка. Відстань між заблокованими групами будівель повинна бути не менше за 1,5м. Загальна довжина заблокованих будівель не повинна перевищувати 30м. Відстань від дороги не менше 1,5м.

Тимчасові електро шляхи зображенні схематично: вказані трансформаторна підстанція, розподільні шафи. Радіус обслуговування однієї розподільчої шафи 25м. Повітряні шляхи електропередач влаштовані вздовж доріг, опори ЛЕП застосовуються для ліхтарів зовнішнього освітлення.

В будівництві використовують струм 380В (для роботи електродвигунів) та 220В (для освітлення). Кабельні мережі прокладають на глибині 0,8м.

Тимчасове водо забезпечення влаштовують по кільцевій схемі. Пожежні гідранти встановлюються на відстані не більше 100м. Фонтанчики для питних потреб встановлюються на відстані до 75м від робочих місць та в побутовому містечку.

4.3.6 Техніко-економічні показники будгенплану

1. Коефіцієнт забудови:

Загальна площа майданчику $S_{\text{заг}}=7433 \text{ м}^2$.

Площа доріг $S_{\text{дор}}=560 \text{ м}^2$.

Площа побутового містечка $S_{\text{поб}}=2850 \text{ м}^2$.

Площа будівлі $S_{\text{буд}}=1486,76 \text{ м}^2$.

$$K_{\text{заб}} = \frac{S_{\text{дор}} + S_{\text{поб}} + S_{\text{буд}}}{S_{\text{заг}}} = \frac{560 + 2850 + 1486,76}{7433} = 0,65.$$

2. Довжина тимчасових автомобільних доріг та доріг для руху кранів:

а) дороги з залізобетонних дорожніх плит зовні будівлі: $L=180 \text{ м}$;

б) дороги щебеневі насипні всередині будівлі: $L=150 \text{ м}$.

3. Довжина тимчасових мереж енергопостачання: 157 м.

4. Довжина тимчасових мереж водопостачання: 222 м.

4.3.7 Заходи з охорони праці та пожежної безпеки

На будгенплані позначені зони дії вантажопідйомних кранів, повітряних ліній електропередачі, зберігання вибухонебезпечних і горючих матеріалів, а також шкідливих речовин і інші небезпечні зони, умови роботи в яких вимагають особливого забезпечення безпеки працюючих.

Санітарно-побутові приміщення і майданчики для відпочинку робітників,

а також автомобільні і пішохідні дороги розташовані за межами небезпечних зон.

Організація будівельного майданчика забезпечує безпеку праці робітників на усіх етапах виробництва робіт.

При розміщенні на будгенплані тимчасових споруд, обгороджувальних, складів і риштувань враховані вимоги по габаритах наближення будов до засобів транспорту, що рухаються зблизька.

Пожежна безпека на будгенплані забезпечується відповідно до вимог Правил пожежної безпеки при виробництві будівельно-монтажних робіт і Правил пожежної безпеки при виробництві зварювальних і інших вогневих робіт на об'єктах народного господарства згідно з вимогами ГОСТ 12.1.004-76.

Захисні пристрої застосовують для ізоляції систем приводу машин і агрегатів, обгороджування електросистем; захищаються також робочі зони, розташовані на висоті.

Конструктивні рішення захисних пристроїв різноманітні. Вони залежать від виду будівельної машини, розташування людини в робочій зоні, специфіки небезпеки і шкідливості. Захисні пристрої ділять на основні три групи: стаціонарні (незнімні), рухливі (знімні) і переносні. В якості матеріалу обгороджувальних використовують метали, пластмаси, дерево.

Безпечні умови виробництва механізованих будівельних робіт забезпечуються за умови виконання правил технічної експлуатації машин і організації робіт на будівельному майданчику, а також відповідності конструкцій машин вимогам безпеки.

Безпека ведення монтажних робіт при використанні баштових кранів багато в чому залежить від умов праці машиніста. Радикально поліпшити умови праці на баштових кранах можливо шляхом розробки такої системи управління краном, яка дозволила б усунути чинники, що несприятливо впливають на працездатність машиніста, а також вирішити ряд завдань по забезпеченню безпеки будівельників при виконанні будівельно-монтажних робіт.

Важливим чинником безпечного ведення монтажних робіт є правильна організація робочих місць, включаючи систему заходів по оснащенню робочого

місця необхідними технічними засобами : люльками, монтажними столиками, вишками, сходами, перехідними містками, а також засобами індивідуального і колективного захисту. Організація робочого місця повинна забезпечувати безпеку праці, а також безпечний і зручний доступ до робочих місць.

РОЗДІЛ 5

БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ

					КНУ.МР.192.25.342с.06 БЖД ОП			
Зм	Кіль	Прізвище	Підпис	Дата		Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник		Тімченко			Проектування медичного закладу з використанням ефективних утеплювачів	МР		
Консул.		Шоповалов						
Магістр.		Гудзовський						
Зав.каф		Валовой						
						ПЦБ-24М		

5.1 Загальні відомості про об'єкт проектування

Медичний заклад виконано каркасного типу. Будівля медичного закладу цегляна, відноситься до другого ступеня вогнестійкості.

Для забезпечення безпечних та комфортних умов життя працівників в проекті передбачені поліпшені об'ємно-планувальні рішення. В будівлі запроектовані робочі та санітарно-побутові приміщення для працівників. В усіх приміщеннях передбачено природне та штучне освітлення. Будівля запроектована з опаленням. Для вентиляції передбачені вентиляційні короби та шахти. До будівлі підведені мережі питного та пожежного водопостачання, каналізація, електромережі виконані у відповідності до вимог електробезпеки. Біля будівлі встановлений контурний заземлювач, для заземлення електрооснащення та молніезахисту.

Оздоблення фасадів та приміщень виконане із застосуванням сучасних будівельних матеріалів.

Існуюче розміщення будівлі на ділянці зроблене з урахуванням забезпечення нормативних протипожежних розривів до найближчих будівель і споруд.

Трасування під'їздів і проїздів вирішене з урахуванням забезпечення безперешкодного під'їзду протипожежної техніки до будівлі і пожежних гідрантів відповідно до нормативних вимог.

5.2 Генплан і буд генплан

Обґрунтування та аналіз особливостей запроектованого медичного закладу з точки зору виконання робіт підвищеної небезпеки:

5.2.1 Небезпечні зони на будівельному майданчику.

При організації будівельного майданчика, розміщенні ділянок робіт, робочих місць, проїздів будівельних машин, транспортних засобів, проходів для людей (за ДБН А.3.2-2-2009) слід встановити небезпечні для людей зони, в межах яких постійно діють або потенційно можуть діяти небезпечні виробничі фактори.

До зон постійно діючих небезпечних виробничих факторів слід віднести:

- смуга шириною до 2 м по периметру від негороджених перепадів по висоті на 1.3 м і більше;
- місця переміщення машин та устаткування або їх робочих органів та відкритих рухомих або обертових частин;
- місця, над якими відбувається переміщення вантажів вантажопідійомними кранами;
- місця, де рівні шуму, вібрації або забруднення повітря перевищують гігієнічні норми.

До зон потенційно діючих небезпечних виробничих факторів слід віднести:

- монтажні зони, ділянки території поблизу споруджуваного будинку чи споруди;
- поверхи (яруси) будівель і споруд в одній захватці, над якими відбувається монтаж (демонтаж) конструкцій або обладнання.

Зони постійно діючих небезпечних виробничих факторів, щоб уникнути доступу сторонніх осіб захищаються. Виробництво будівельно-монтажних робіт у цих зонах (за ДБН А.3.2-2-2009) не допускається.

Зони потенційно діючих небезпечних виробничих факторів виділяються сигнальними огорожами.

При виконанні будівельно-монтажних робіт у зазначених небезпечних зонах здійснюються організаційно-технічні заходи, які забезпечують безпеку працюючих.

Кордон небезпечної зони, в межах якої можливо виникнення постійно діючих небезпечних виробничих факторів:

- поблизу місць переміщення вантажів (від горизонтальної проекції траєкторії максимальних габаритів переміщуваного вантажу) - 15м.
- поблизу споруджуваного будинку чи споруди (від зовнішнього периметра) – 10м.

Межі небезпечної зони роботи баштових кранів (за ДБН А.3.2-2-2009) визначаються площею між підкрановими шляхами, збільшеної в кожен бік на $(R + S_H)$, тобто

– довжина $L = l + 2(R + S_H)$,

– ширина $B = b + 2(R + S_H)$,

де l – довжина підкранової колії, м; b – ширина колії, м; R – максимальний виліт гака, м; S_H – відліт вантажу при його падінні з висоти.

Для баштового крана КБ-5361 з висотою підйому вантажу 120 м, робочим вильотом 4-50 м, вантажопідйомністю 5,6-12, т:

$$L = 12.5 + 2(50 + 15) = 142,5 \text{ м};$$

$$B = 7.5 + 2(50 + 15) = 137.5 \text{ м}.$$

Межі монтажної зони, де виявляється потенційна дія небезпечних виробничих факторів, пов'язаних з падінням предметів, визначаються зовнішніми контурами об'єкта що будується, збільшеними на S_H : для запроектованої будівлі при розмірах будівельного майданчика 105 x 55 м межа монтажної зони дорівнює 120 x 70 м. Межі небезпечної зони зменшені за рахунок установки на баштовому крані обмежувачів повороту башти.

Межі небезпечних зон поблизу рухомих частин і робочих органів визначаються відстанню в межах 5 м, якщо інші підвищені вимоги відсутні у паспорті та інструкції заводу-виготовлювача.

Межа небезпечної зони роботи вертикального підйомника охоплює простір можливого падіння вантажу, що піднімається. Небезпечну зону слід приймати для будинків висотою до 20 м – не менше 5 м від конструкції підйомника, а для будинків більшої висоти $0,25 h$, де h – висота будівлі, м.

У даному проекті межа небезпечної зони – $0,25 \times 85 = 21,25$ м.

Межа небезпечної зони в місцях проходження тимчасових електричних мереж визначається простором, в межах якого робітник може торкнутися проводів монтуємими довгомірними деталями. Небезпечна зона в цьому випадку визначається максимальною довжиною деталі плюс 1 м.

5.2.2 Транспортні шляхи

Для під'їзних шляхів максимально використовуються наявні дороги і при об'єктні майданчики.

Проектом також передбачено що, до початку робіт на будівельному майданчику повинні бути споруджені під'їзні шляхи та внутрішньо майданчикові дороги, забезпечуючи вільний і безпечний доступ транспортних засобів до всіх споруджуваних об'єктів, складських приміщень, до адміністративних і санітарно-побутових приміщень, пункту харчування, медпункту.

Дороги влаштовуються з урахуванням мінімальних наближень до складів (0.6 - 1 м), підкрановим шляхам (6.5 - 12.8 м у залежності від вильоту гака крана), захисній огорожі буд майданчика (не менше 1.5 м), бровкам котлованів і траншей (поза їх небезпечних зон).

Ширина проїзної частини тимчасових доріг для даного проекту при двосмуговій організації руху - 6 м.

Радіус закруглень дорожнього полотна на поворотах в залежності від довжини транспортних засобів (для панелевозів - 12 м).

Дороги повинні бути оснащені дорожніми знаками безпеки, покажчиками місць розвантаження і навантаження; позначенням умовними знаками і написами місць в'їздів і виїздів. У в'їзді на будівельний майданчик повинна бути розміщена схема руху транспортних засобів.

Тимчасові дороги прийняті наступного типу: з твердим покриттям зі збірних інвентарних плит.

Швидкість руху транспортних засобів поблизу місць виконання робіт не повинна перевищувати на прямих ділянках - 10, на поворотах - 5 км / ч.

5.2.3 Огородження будівельного майданчика

Територія будівельного майданчика повинна бути виділена на місцевості огорожами, так як об'єкт, що будується, розташований у межах міста:

– захисно-охоронними, призначеними для запобігання доступу сторонніх осіб на ділянки з небезпечними і шкідливими виробничими факторами та забезпечення збереження матеріальних цінностей;

– захисними, призначеними тільки для запобігання доступу сторонніх осіб на ділянці з небезпечними виробничими чинниками;

– сигнальними, призначеними для попередження про межі територій та ділянок з небезпечними і шкідливими виробничими чинниками.

За конструктивним виконанням огороження підрозділяються на панельні, панельно-стійкові і стійкові (рис. 5.1). Панелі огорож – прямокутні стандартної довжини 1,2, 1,6 і 2 м. Відстань між суміжними елементами огороження заповнення полотна панелей 80 ... 100 мм. Відстані між стійками сигнальних огорож не більше 6 м.

Використовуються збірно-розбірні огорожі з типовими елементами, з'єднаннями і деталями кріплень. Висота панелей для захисно-охоронних (з козирком і без козирка) огорожень території будівельних майданчиків – 2 м, для захисних (без козирка) огорожень території будівництва – 1,6 м, те ж з козирком - 2 м, для захисних огорожень ділянок виробництва робіт – 1,2 м.

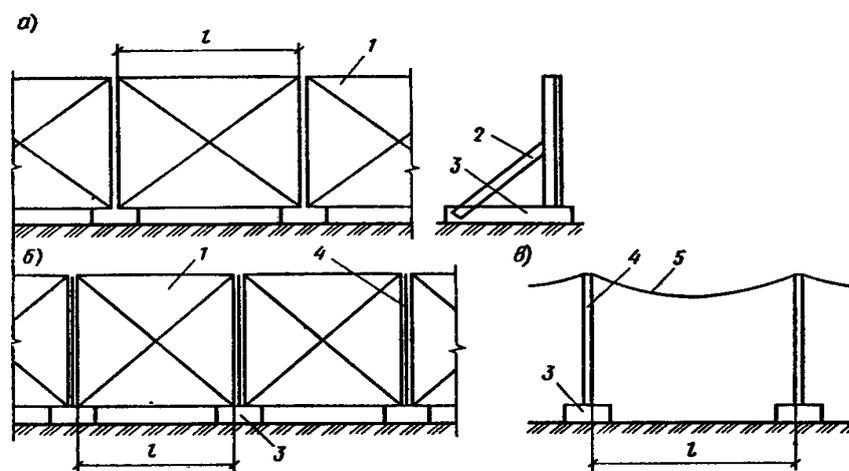


Рисунок 5.1 – Огороження будівельних майданчиків:

a – панельне; *б* – панельно-стійкові; *в* – стійкові;

1 – панель огороження; 2 – підкоси панелі; 3 – опора (лежінь);

4 – стійка; 5 – пеньковий або капроновий канат або дріт

Висота стійок сигнальних огорож 0,8 м. Тротуари загородження, розташовані на ділянках примикання будівельного майданчика до вулиць і

проїздів, обладнуються поручнями, що встановлюються з боку руху транспорту.

5.2.4 Електропостачання, водопостачання та освітлення.

Для пожежних потреб встановлюються 2 пожежних гідранта (як показано на будгенплані) з дотримань вимог пожежної безпеки: відстань між гідрантами не більше 100 м, відстань від дороги 2 м, відстань від будівлі 5 м.

В якості водопостачання на період будівництва використовується тимчасова лінія.

Визначаємо необхідну кількість води для протипожежних, технологічних та побутових потреб. Вона залежить від площі території будівельного майданчика.

Для даного об'єкту $Q_{пож} = 10$ л/сек. (площа забудови до 10 Га).

Далі визначаємо $Q_{обц} = Q_{пр} + Q_{хоз} + Q_{пож}$

$$Q_{пр} = \sum q_i * n * K_n / 8 * 3600$$

де q_i – питома витрата води на одиницю об'єму робіт або окремого споживача, літрів; n – обсяг робіт або кількість машин; K_n – коефіцієнт нерівномірності споживання води – 1,5 - 2,0.

$$\text{Поливання бетону } Q_{пр} = 450 * 118 * 1,5 / 8 * 2 * 3600 = 1,38 \text{ л / сек}$$

$$\text{Мийка автомашин } Q_{пр} = 400 * 10 * 1,5 / 8 * 2 * 3600 = 0,1 \text{ л / сек}$$

$$\text{Штукатурка } Q_{пр} = 8 * 102 * 1,5 / 8 * 2 * 3600 = 0,02 \text{ л / сек}$$

$$Q_{хоз.} = R * q_{хоз.} * K_n / 8 * 3600$$

де K_n – коефіцієнт нерівномірності споживання – 2,7; $q_{хоз.}$ – витрата води на одного працюючого орієнтовно приймаємо в кількості 20-25л.; 36 л. – на прийом одного душа одним працівником.

$$Q_{хоз.} = 1968 * 36 * 2,7 / 8 * 3600 = 0,23 \text{ л / сек}$$

$Q_{пож.}$ – мінімальна витрата води для протипожежних цілей визначається з розрахунку одночасної дії двох струменів з гідрантів по 5л/сек на кожному струміні, тобто 10 л / сек.

$$Q_{хоз.} = 1,38 + 0,1 + 0,02 + 0,23 = 1,73 \text{ л / сек}$$

Отже, остаточно приймаємо потребу у воді на виробничі та господарсько-побутові потреби $Q_{заг} = 10$ л / сек

Для тимчасового водопостачання прокладаються азбоцементні труби. Так як тривалість будівництва досить велика, труби прокладаються нижче глибини промерзання. У системі водопостачання передбачається розміщення колодязів з пожежними гідрантами, що забезпечують можливість прокладки від них рукавів до місць загоряння на відстань до 100 м. Діаметр водопроводу визначається за формулою:

$$D = (4 * Q_{заг} / \pi * v)^{1/2} = (4 * 10/1000 * 3,1415926 * 1)^{1/2} = 0,112 \text{ м,}$$

де $v = 1$ м/сек – при малій швидкості руху води.

Приймаємо діаметр трубопроводу 127 мм.

Для забезпечення будівельного майданчика електроенергією, влаштовується тимчасова лінія електропостачання. При улаштуванні лінії повинне дотримуватися правило – висота лінії над землею повинна бути не менше 6 м.

Для забезпечення видимості на будівельному майданчику при виконанні робіт у темний час доби передбачено прожекторне освітлення прожекторами: ПЗС-35, ПЗС-45 на щоглах, висота яких встановлюється з умови сліпучої дії. Місця розташування щогл вказані на буд генплані.

Кількість прожекторів визначено розрахунком залежно від площі захватки і висоти розташування.

Розрахунок проводимо за формулою:

$$n = P * E * S / P_{л},$$

де P – питома потужність прожектора; E – показник освітленості; S – освітлювана площа; $P_{л}$ – потужність лампи.

$$S_{нл} = 17000 \text{ м}^2,$$

$$\text{Лампа ПЗС-35: } P = 0.3 \text{ В/м}^2$$

$$P_{л} = 1000 \text{ Вт}$$

$$E = 2$$

$$n = 0.3 * 2 * 1700/1000 = 12 \text{ шт}$$

За 2 лампи на опорі (6 опор)

Розміщення опор див. на буд генплані. Висота опори 25 метрів.

Освітлення будівельного майданчика має відповідати таким нормам (згідно з ДСТУ Б А.3.2-15:2011):

- загальне – 2 лкс;
- робоче – 50 лкс (для монтажних робіт);
- охоронне – 0,2 лкс;
- аварійне – 0,5 лкс.

5.2.5 Безпека при кам'яних роботах

Для подавання будівельних матеріалів необхідно використовувати вантажопідіймальні крани та вантажні підйомники згідно з НПАОП 0.00-1.01, НПАОП 0.00-1.36. 12.2.2 Зведення стін необхідно виконувати з міжповерхових перекриттів або риштовань. Конструкція риштовань повинна відповідати допустимим навантаженням відповідно до зазначених у ПВР. Виконувати цегляне мурування з випадкових риштовань заборонено. Висота кожного робочого ярусу кладки визначається з таким розрахунком, щоб рівень кладки після кожного перемощування засобів підмоцнування був не менше ніж на два ряди кладки вище від рівня нового робочого настилу.

Зведення стін нижче та на рівні перекриття, що улаштовано зі збірних залізобетонних плит, необхідно виконувати з риштовань, що установлені на нижчому поверсі. Заборонено монтувати плити перекриття без попередньо викладеного з цегли борту на два рядки вище плит, що укладаються.

Розшивання зовнішніх швів цегляного мурування необхідно виконувати з перекриття або риштовань після укладання кожного ряду мурування. Виконувати цю операцію зі свіжовикладеної стіни заборонено.

Під час зведення стін будинків на висоту до 0,7 м від робочого настилу, а також під час робіт на висоті необхідно застосовувати зазначені в ПВР засоби колективного захисту (огорожувальні, уловлювальні пристрої) або запобіжні пояси. Не допускається зведення зовнішніх стін товщиною до 0,75 м, стоячи на стіні без використання засобів індивідуального захисту.

Під час грози, снігопаду, туману, які значно погіршують видимість у межах фронту робіт, або за швидкості вітру 15 м/с і більше виконувати цегляне мурування зовнішніх стін багатопверхових будинків і споруд забороняється.

Для транспортування вантажопідіймальними кранами штучних матеріалів – цегли, керамічних каменів, дрібних блоків – необхідно застосовувати інвентарні піддони, контейнери, вантажозахоплювальні пристрої, які унеможливають падіння цих елементів під час піднімання, розпакування, вибирання для роботи.

Над місцем завантаження підйомника повинен бути установлений на висоті 2,5 м – 5 м захисний подвійний настил із дощок завтовшки не менше ніж 40 мм.

Допустимі висоти стін, що стоять вільно під час їх зведення, визначаються згідно нормативу.

Улаштування кріплень карнизів, опалубок цегляних перемичок, арочних конструкцій необхідно виконувати відповідно до технологічної документації. Знімати тимчасові кріплення, опалубки цегляних перемичок і арочних конструкцій допускається, якщо розчин досяг міцності, визначеної технологічною картою.

Зведення кам'яних конструкцій методом заморожування дозволяється за наявності в ПВР вказівок про можливість, порядок та умови застосування цього методу. При цьому на розчинах без хімічних добавок дозволяється зводити споруди не більше 4 поверхів і не вище 15 м ДБН А.3.2-2-2009 50 висотою.

У разі застосування методу заморожування у ПВР повинен бути зазначений спосіб відтанення конструкцій (штучний або природний), а також заходи із забезпечення стійкості та геометричної незмінюваності конструкцій на період відтанення і набирання міцності розчином.

За конструкціями, що перебувають у процесі природного відтанення і тверднення, необхідно запровадити постійний нагляд.

Підготовку та обробку природних каменів у межах будівельного майданчика необхідно виконувати у спеціально відведених місцях, де перебування осіб, які не виконують зазначену роботу, забороняється. Робочі

місця, розташовані на відстані менше ніж 3 м одне від одного, повинні бути розділені захисними екранами, а робітники – забезпечені засобами індивідуального захисту. Обробляти камені необхідно в рукавицях і окулярах з небитким склом.

5.2.6 Складування матеріалів і конструкцій

Складування матеріалів, конструкцій і обладнання повинно забезпечувати безпеку ведення вантажно-розвантажувальних робіт, виключати мимовільне зміщення, осідання, осипання, розколювання, зминання і розкочування складованих матеріалів.

На будівельному майданчику для тимчасового зберігання матеріалів і конструкцій влаштовують відкриті, напівзакриті і закриті склади. Майданчики для складування повинні мати ухил в 2 ... 5° для відведення дощових і поверхневих вод. Підсипку щебенем або піском шаром 5 ... 10 см. У зоні дії вантажопідіймальних механізмів майданчики складування повинні виділятися захисним огорожуванням.

Відкриті при об'єктні склади влаштовують близько будівель та споруд, з розбивкою на зони дії монтажних кранів, вказівкою місць зберігання збірних елементів, приймання розчину і бетону, розміщення монтажної оснастки і засобів підмошування.

При складуванні збірних елементів і інших штучних виробів зручність і безпека робіт забезпечуються:

- укладанням деталей в штабелі з урахуванням їх стійкості і зручності видачі деталей. Підкладки у прокладки розташовують в одній вертикальній площині;

- формуванням штабелів з однорідних деталей з урахуванням їх допустимої висоти за умовою міцності і жорсткості;

- розміткою меж штабелів і проходів між ними з урахуванням мінімальної ширини проходу для робітників не менш 1 м;

– розміщенням у штабелів покажчиків зі схемами безпечного стропування і технічною характеристикою складованих виробів, а також із зазначенням марок виробів;

– розміщенням штабелів з більш важкими виробами ближче до крану, а з більш легкими – у глибині складу.

При складуванні у відвалах піску, гравію, щебеню та інших сипучих матеріалів безпека робіт забезпечується:

– формуванням відвалу з кутом природного укосу, який зберігається після кожного прийому та відпуску матеріалу;

– розміщенням відвалів з сипучими матеріалами у брівок котлованів і траншей на безпечній відстані, обґрунтованому розрахунком на стійкість навантаженого укосу виїмки.

При зберіганні небезпечних і шкідливих речовин і матеріалів, а також балонів зі стисненим і скрапленим газом безпека забезпечується:

– складуванням в окремих закритих, вентильованих приміщеннях;

– розміщенням складів на території будівельного майданчика з урахуванням рози вітрів та ізоляцією їх від пунктів прийому їжі та водою;

– роздільним зберіганням речовин, що входять в різні групи;

– необхідною вогнестійкістю складських приміщень;

– забезпеченням безпечних розривів між складськими приміщеннями та сусідніми будівлями і спорудами згідно з вказівками ДБН Б.2.2-12:2019;

– оснащенням ефективними засобами пожежогасіння.

5.3 Розрахунок стропу для монтажу

Для забезпечення безпеки монтажних робіт запроектуємо строп для монтажу

Схема строповки плити зображена на рис. 1:

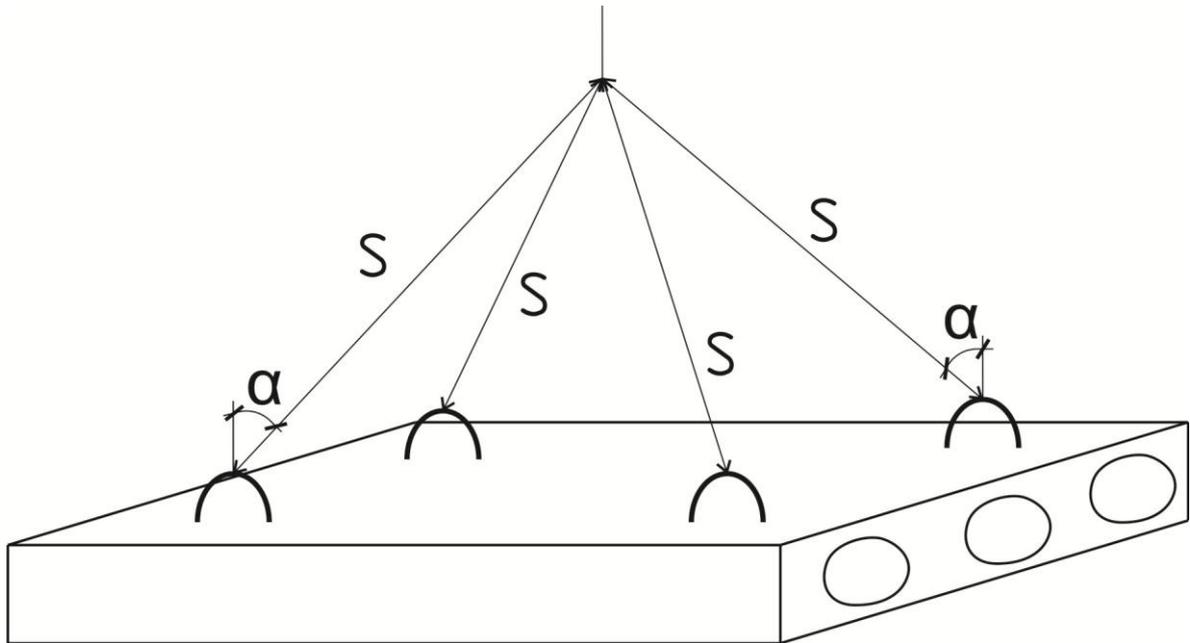


Рисунок 1 – Схема строповки плити

$$Q_{плити} = 3,30 \text{ т} = 33,0 \text{ кН}$$

$$\alpha \leq 45^\circ$$

1. Визначаємо зусилля, що виникають в гілках стропу під час монтажу:

$$S = \frac{Q_{пл} \cdot k_1 \cdot k_2}{n \cdot \cos \alpha}, \quad (6.1)$$

де k_1 – коефіцієнт динамічних навантажень від сил інерції, $k_1 = 1,2$;

k_2 – коефіцієнт не врахованих навантажень, $k_2 = 1,1$;

n – кількість гілок стропу, $n = 4$;

α – кут нахилу гілок стропу до вертикалі.

$$S = \frac{27,8 \cdot 1,2 \cdot 1,1}{4 \cdot 0,71} = 13,1 \text{ кН}$$

2. Визначаємо розриви зусилля в гілках стропу з урахуванням умов експлуатації стропу:

$$R = S \cdot k_3 = 13,1 \cdot 6 = 78,6 \text{ кН}$$

де k_3 – коефіцієнт запасу міцності для строповки гаками за петлі плити.

Згідно з нормативом вибираємо сталевий канат типу ЛКР 6х9 = 114 діаметром 13 мм з розривним зусиллям 82,95 кН та групою по тимчасовому опору розриву 1500МПа. Так, як 82,95 кН > 78,6 кН умови міцності гілок стропу виконуються.

5.4 Протипожежні заходи.

– Нормативне обґрунтування:

Для проектованого медичного закладу за нормами ДБН В.2.2-9:2018 «Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення.» приймається I ступінь вогнестійкості. Згідно отриманого значення, визначаємо за нормами ДБН В.1.2-7:2021 «Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека» межа вогнестійкості будівельних конструкцій проектованої будівлі.

При I ступеня вогнестійкості будинку:

- Несучі елементи будівлі – не менше 120 хв.;
- Зовнішні стіни – не менше 30 хв.;
- Міжповерхові перекриття – не менше 60 хв.;
- Марші й сходові площадки – не менше 60 хв.

Межі вогнестійкості будівельних конструкцій визначають за стандартом РЕВ, де вказується, що крім вогневого випробування в ряді випадків межі вогнестійкості конструкцій можуть бути визначені і розрахунковим шляхом

Згідно з принципами розрахунку конструкцій будівель і споруд на вогнестійкість, розробленим А.І. Яковлєвим, розрахунок проводиться за втратою несучої здатності і по прогріванню необігріваних поверхонь конструкцій до неприпустимої температури. Момент часу впливу пожежі, після закінчення якого температура на поверхні конструкції, досягає неприпустимого рівня або несуча здатність знизиться до величини діючих на конструкцію робочих навантажень, або прогин конструкції досягне неприпустимого рівня, характеризує розрахункову вогнестійкість конструкції.

Розрахунок вогнестійкості конструкцій за прогріванню їх необігріваним поверхонь до неприпустимою температури полягає у вирішенні суто теплофізичної завдання – визначенні зміни температури поверхні конструкції, $T(x = \delta, \tau)$ під часу впливу пожежі τ . Межа вогнестійкості конструкції в цьому випадку визначається з умови: при $T(x = \delta, \tau) = T_{кр}, \tau = P_{ф.}$.

Розрахунок температури $T_{x,y}$ арматурного стрижня в залізобетонних елементах, що обігріваються з усіх боків, виконують за формулою:

$$T_{x,y} = T_{\epsilon} - (T_{\epsilon} - T_y) * (T_{\epsilon} - T_x) / (T_{\epsilon} - T_n),$$

де T_x – температура, що обчислюється за формулою:

$$T_x = 1250 - (1250 - T_n) * \left[\operatorname{erf} \frac{k + (x + k_1 d) / \sqrt{a_{np}}}{2\sqrt{\tau}} + \operatorname{erf} \frac{k + b_x - (x + k_1 d) / \sqrt{a_{np}}}{2\sqrt{\tau}} - 1 \right],$$

де b_x – розмір перерізу по осі OX , м.; x – відстань від найближчої обігривається межі перетину до краю стержня по осі OX , м.

Визначаємо час нагріву до критичної температури арматури розтягнутої зони багатопротітної жорстко опертого перекриття в умовах вогневого впливу.

Вихідні дані:

– Матеріал плити – важкий бетон на вапняковому щебені, $\rho_0 = 2330 \text{ кг/м}^3$, вологість $u_n = 1,4\%$. Товщина захисного шару бетону до низу робочої арматури $\delta = 0,015 \text{ м}$.

– Теплофізичні характеристики бетону – $\lambda_T = 1,2 - 0,00035T$, $c_T = 0,71 + 0,00084T$.

– Початкова температура плити $T_n = 20 \text{ }^\circ\text{C}$. Режим теплового впливу при пожежі – стандартний.

– Арматура в розтягнутій зоні – стрижні $\varnothing 8A400$; критична температура прогріву арматури $T_{кр} = 500 \text{ }^\circ\text{C}$.

Рішення:

Визначаємо щільність сухого бетону:

$$\rho_0 = 100 * \rho_u / (100 + u_n) = 100 * 2330 / (100 + 1,5) = 2296 \text{ кг/м}^3.$$

Визначаємо розрахункові середні значення теплофізичних характеристик:

$$\lambda_T = 1,2 - 0,00035T = 1,2 - 0,00035 * 450 = 1,0425 \text{ Вт/(м*}^\circ\text{C)};$$

$$c_T = 0,71 + 0,00084T = 0,71 + 0,00084 * 450 = 1,09 \text{ Дж/(кг*}^\circ\text{C)};$$

$$a_{np} = 3,6 * \lambda_{T,cp} / [(c_{T,cp} + 0,05 * u_n) * \rho_0] =$$

$$= 3,6 * 1,04 / [(1,09 + 0,05 * 1,5) * 2296] = 0,00140 \text{ м}^2/\text{год}.$$

Визначаємо значення коефіцієнтів k і k_1 – $k = 0,62$, $k_1 = 0,5$.

Визначаємо вихідне час нагріву до критичної температури арматури розтягнутої зони плити:

$$500 = 1250 - (1250 - 20) * \left[\operatorname{erf} \frac{0,62 + (0,015 + 0,5 * 0,014) / \sqrt{0,0014}}{2\sqrt{\tau}} \right],$$

звідки $\operatorname{erf} * (0,619 / \sqrt{\tau}) = 0,61$; $\sqrt{\tau} = 1,015$, $\tau = 1$ годину

Отримане час нагріву до критичної температури арматури розтягнутої зони плити $\tau = 1$ година задовольняє пропонованим вимогам ДБН В.1.2-7:2021 щодо межі вогнестійкості будівельних конструкцій проектованої будівлі для міжповерхових перекриттів.

– Конструктивно - планувальні рішення.

У проектуємій будівлі передбачені конструктивні, об'ємно-планувальні та інженерно-технічні рішення, що забезпечують у разі пожежі:

– Можливість евакуації людей незалежно від їх віку та фізичного стану назовні на прилеглу до будинку територію (далі - назовні) до настання загрози їх життю і здоров'ю внаслідок впливу небезпечних факторів пожежі;

– Можливість порятунку людей;

– Можливість доступу особового складу пожежних підрозділів і подавання засобів пожежогасіння до осередку пожежі, а також проведення заходів з порятунку людей та матеріальних цінностей;

– Обмеження прямого і непрямого матеріального збитку, включаючи вміст будівлі і сам будинок, при економічно обгрунтованому співвідношенні величини збитків і витрат на протипожежні заходи, пожежну охорону та її технічне оснащення.

Для усієшної евакуації мешканців з палаючої будівлі передбачено:

– Незадимлювана сходи з входом в сходову клітку з поверху через зовнішню повітряну зону по відкритих переходах, при цьому забезпечується Незадимлюваність переходу через повітряну зону. Сходи влаштовується з підпором повітря до сходової клітки у разі пожежі;

– Вихід з техподполья відразу на прилеглу територію;

– Відкриття дверей загального користування передбачено по ходу евакуації;

– Показчики шляхів евакуації.

Для порятунку людей з палаючої будівлі передбачено:

– В квартирах передбачені відстійники на балконах з довжиною протипожежної перешкоди не менше 1,2 м, призначені для того, щоб люди змогли сховатися від вогню до моменту приходу допомоги;

– Можливість зняття людей з відкритих переходів в зоні сходово-ліфтового вузла.

Для доступу особового складу пожежних підрозділів і подавання засобів пожежогасіння до осередку пожежі передбачено:

– Пристрій двох внутрішніх сходів на всю висоту будівлі (звичайної і незадимлюваної);

– Відкриття дверей в квартири у вніурь приміщення;

– Зазор між сходовими маршами у плані - 100мм для протягання пожежних рукавів;

Для обмеження прямого і непрямого матеріального збитку передбачено:

– Поділ будівлі по висоті на 5 зон за допомогою протипожежних перешкод у сходових клітинах;

– Використання в якості матеріалів для ізготавлення несучих і огорожувальних конструкцій матеріали, які мають достатню вогнестійкість і пройшли сертифікацію в органах державної пожежної охорони відповідно до діючих норм;

– Забезпечення утримання будівлі та працездатності засобів її протипожежного захисту у відповідності до вимог проектної та технічної документації на них в експлуатації силами державної пожежної охорони;

– Забезпечення контролю за виконанням правил пожежної безпеки, затверджених в установленому порядку, в тому числі ППБ 01 силами державної пожежної охорони;

– Не допускати змін конструктивних, об'ємно-планувальних та інженерно-технічних рішень без проекту, розробленого відповідно до діючих норм і затвердженого в установленому порядку за допомогою контролю представниками генпроектувальника, замовника та органами державної пожежної охорони;

– При проведенні ремонтних робіт не допускати застосування конструкцій і матеріалів, що не відповідають вимогам діючих стандартів.

5.5 Заходи з охорони праці при виконанні кам'яних робіт

При виконанні кам'яних робіт повинні передбачатися заходи, що попереджають вплив на працівників небезпечних і шкідливих виробничих факторів, таких як:

- розташування робочого місця на висоті;
- рухомі машини і механізми;
- пересуваються конструкції;
- руйнуються конструкції;
- нервово-психічні навантаження, пов'язані з монотонністю праці.

При кладці стін будівлі на висоту до 0,7 м від робочого настилу і відстані від рівня кладки із зовнішнього боку стіни до поверхні землі (перекриття) більше 1,3 м необхідно застосовувати огорожувальні пристрої, а при неможливості їх застосування - запобіжні пояси.

Не допускається кладка стін наступного поверху без установки несучих конструкцій міжповерхового переkritтя, а також майданчиків і маршів у сходових клітках. Гранична висота зведення вільно стоять кам'яних стін (без укладання переkritтів) повинна бути визначена в проекті виконання робіт. Не допускається кладка зовнішніх стін товщиною до 0,75 м в положенні стоячи на стіні. При товщині стіни більше 0,75 м дозволяється проводити кладку зі стіни, застосовуючи запобіжний пояс, закріплений за спеціальне страхувальний пристрій. Знімати тимчасові кріплення елементів карниза, а також опалубки цегляних перемичок допускається після досягнення розчином міцності, встановленої проектом. При переміщенні і подачі цегли, дрібних блоків і тому подібних матеріалів на робочі місця із застосуванням вантажопідйомних засобів слід застосовувати піддони, контейнери і вантажозахоплювальні пристрої, що виключають падіння вантажу.

5.6 Вимоги безпеки при виконанні монтажних робіт

Монтаж будівельних конструкцій відноситься до робіт з підвищеною небезпекою. Робітники, які виконують монтажні роботи, повинні пройти медичний огляд, спеціальну підготовку, здати іспит і отримати посвідчення на право виконання робіт. Вантажопідіймальні машини та такелажні пристрої до початку роботи і в процесі експлуатації повинні проходити технічне опосвідчення відповідно до вимог Держтехнагляду. Огляд вантажопідіймальних машин і механізмів проводять щомісяця. Траверси оглядають не рідше одного разу на 6 міс, кльози - через 1 міс, стропи - кожні 10 днів. Зовнішній огляд сталевих канатів слід виробляти щодня, керуючись нормами вибракування зношених канатів. Такелажні пристосування під час опосвідчення випробовують навантаженням, на 25% перевищує розрахункову вантажопідйомність. Дату випробувань і вантажопідйомність вказують на бирках, що прикріплюються до захватним пристосуванням. Крани слід встановлювати відповідно до проекту виробництва робіт, при цьому необхідно забезпечити безпечні відстані кранів від ліній електропередачі, укосів котлованів, габаритів будівель і споруд.

Риштування і помости повинні мати огороження на рівні робочого місця висотою не менше 1 м. На монтажних роботах використовують типові інвентарні риштування і помости. Ліси й підйомні колиски повинні мати паспорти підприємства-виробника.

Монтаж конструкцій проводять відповідно до ППР. У ньому повинні бути передбачені основні заходи щодо виконання вимог безпеки. Стропування конструкцій виробляють стропами або спеціальними вантажозахоплювальними пристроями за схемами, передбаченим технологічною картою, з використанням напівавтоматичних пристроїв для расстроповки із землі. При вільному монтажі підняті елементи необхідно утримувати від розгойдування відтяжками. Конструкції, що не володіють достатньою жорсткістю, треба підсилювати відповідно до проекту. Розстропування монтованих елементів проводять тільки після надійного їх закріплення. До остаточного закріплення повинна бути забезпечена їх стійкість за допомогою тимчасових зв'язків, розчалок,

кондукторів і т.п.

Заборонено суміщати монтажні роботи на одній захватці по вертикалі з іншими роботами в нижніх поверхах при висоті будівлі менше п'яти поверхів. Поєднувати ці роботи можна тільки у виняткових випадках.

Монтажники повинні знаходитися поза контуром встановлюваних конструкцій з боку, протилежного їх подачі. Складальні операції на висоті здійснюють зі спеціальних риштування або колисок. Монтажники-верхолази повинні мати спеціальний одяг, неслизьку взуття і запобіжні пояси. Для переходу від однієї конструкції до іншої повинні бути передбачені сходи, перехідні містки і трапи.

Майданчик, на якому проводять монтаж, є небезпечною зоною, і перебувати на ній заборонено. Межу небезпечної зони визначають окружністю, окресленої радіусом, рівним вильоту гака стріли крана, плюс 7-10 м від контуру вантажу, що піднімається (на відстань 7 м може відлетіти вантаж при підйомі його на висоту до 20 м і на 10 м - при підйомі на висоту до 100 м).

Керувати підйомом конструкцій повинен тільки одна людина - бригадир монтажної бригади або ланковою. Команду "Стоп!" може подати кожен робітник, який помітив небезпеку.

Монтажні роботи заборонено проводити при вітрі силою 6 балів (10-12 м / с) і більше на висоті, у відкритих місцях, при ожеледиці, сильному снігопаді і дощі. При використанні баштових кранів останні повинні бути ретельно закріплені. Перед початком монтажних робіт систематично оглядають приємним канати і стропи. Канати, що мають обірвані дроту на один крок сукання в кількості більше 10% при хрестовій і 5% при однобокого сукання, повинні бути вилучені з ужитку. Всі захватні пристосування до початку використання відчувають і постачають бирками із зазначенням допустимої вантажопідйомності. Результати випробувань реєструють у спеціальних журналах. Перед підйомом елементів монтажник зобов'язаний уважно оглянути стан монтажних петель, захватних пристосувань, правильність стропування. Чи не дозволяється відривати краном вантажі, примерзлі до землі, засипані ґрунтом, захаращені іншими елементами. При монтажі конструкцій підходити

до них і починати установку в проектне положення можна тільки після того, як елемент опущений на відстань не більше 30 см від місця установки. Під час перерв у роботі забороняється залишати вантаж висячим на гаку крана.

Найбільш небезпечними є роботи на висоті. Верхолазними вважають роботи, які виконують на висоті більше 5 м від поверхні ґрунту або робочого настилу. Працюючі на висоті монтажники повинні користуватися касками, запобіжними поясами, нековзною взуттям. Карабіни запобіжних поясів пристібають до стійким елементам або спеціально натягнутим канатів. Всі монтажні роботи на висоті виконують з риштування, розрахованих на навантаження від людей, інструментів і допоміжних матеріалів.

РОЗДІЛ 6

ЕКОЛОГІЯ

					<i>КНУ.МР.192.25.342с.06 Е</i>			
<i>Зм</i>	<i>Кіль</i>	<i>Прізвище</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Проектування медичного закладу з використанням ефективних утеплюва</i>	<i>Стадія</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Тімченко</i>				<i>МР</i>		
<i>Консул.</i>		<i>Паливода</i>				<i>ПЦБ-24М</i>		
<i>Магістр.</i>		<i>Гудзовський</i>						
<i>Зав.каф</i>		<i>Валовой</i>						

6.1 Опис місця провадження планованої діяльності

Дана земельна ділянка відповідає містобудівній документації та знаходиться за межами санітарних зон промислових підприємств, охоронних зон ліній електропередач, очисних споруд та залізничної колій, прибережних захисних смуг водних об'єктів, та не відноситься до історико-культурних територій та об'єктів природно-заповідного фонду України Дніпропетровської області.

Земельна ділянка для будівництва вільна від забудови, тому роботи по демонтажу не передбачаються. Під час проведення підготовчих робіт передбачається: здійснення попереднього планування майданчика будівництва; огороження та організації тимчасових мереж; улаштування тимчасових доріг та майданчиків; організація тимчасового містечка будівельників, а в основний будівельний період – проведення земляних робіт, улаштування конструкцій нульового циклу будівель та споруд, монтаж будівельних конструкцій, загально-будівельні роботи, монтаж обладнання, спеціальні та пусконаладжувальні роботи.

Родючий шар ґрунту перед початком будівельних робіт знімається для збереження, після закінчення будівельних робіт повертається та використовується для благоустрою території.

Водопостачання і водовідведення комплексу централізоване.

Для відведення дощових вод з покрівель будівель та споруд передбачається влаштування системи зовнішніх водостоків. Максимально розрахунковий об'єм дощових та зливових вод становить 700 л/сек, що дозволяє приєднання дощової каналізації підприємства до проектної міської дощової каналізаційної мережі по вул. Пришвіна. Дощові води з території комплексу попередньо будуть проходити очищення на локальних очисних спорудах.

Гаряче водопостачання здійснюється від поквартирного котла. Для забезпечення поливального крану гарячою водою в приміщенні мусорокамери встановлюється електроводонагрівач «Thermex» $V = 10$ л і встановленою потужністю $N = 1.5$ кВт.

Нормативні рівні шуму в приміщеннях будинку забезпечені архітектурно-

планувальними рішеннями. Проектом передбачена установка вікон з подвійними склопакетами. Зовнішні двері укомплектовані дверними закривачами і ущільнювачами в притворах. У допоміжних приміщеннях будинку устаткування, що виділяє шум, відсутнє.

Вентиляція приміщень запроектована припливно-витяжна з механічним і природним спонуканням. Видалення повітря здійснюється через проєктовані вентканали.

Заходами по енергозбереженню передбачено утеплення зовнішніх конструкцій будинку мінплитами STROPROCK, що являються також звукоізоляційними.

Відповідно до даних інженерно-геологічних досліджень, виконаних ЗАТ "Проектбудвишукування" в березні-квітні 2019 р., геологічна будова ділянки представлена наступними елементами:

- насипні ґрунти: ґрунт, щебінь;
- піски кварцеві сірі пилуваті, в покрівлі жовто-бурі глинисті, неогенові, маловологі, середньої щільності, з уламками окварцованного вапняку (10 - 15 см).

В період досліджень розкритий один безнапірний водоносний горизонт, сталий рівень якого зафіксований на глибині 8,5 м (абс. відм. 63.58 м).

Амплітуда сезонних коливань складає 0,62 м. Вода – середовище, згідно ДСТУ Б В.2.6-145:2010, за змістом сульфатів неагресивна до бетону марок W4, W8 на портландцементе; неагресивна до бетонів марок W4, W6, W8 на портландцементе з вмістом в клінкері C3 S не більше 65%, C3A не більше 7%, C3A+C4 AF не більше 22%, неагресивна до бетонів марок W4, W6, W8 на сульфатостійких цементах за нормативом.

За змістом хлоридів неагресивна до залізобетонних конструкцій при постійному зануренні і середньоагресивна – при періодичному змочуванні. Природною підставою існуючих фундаментів служать ґрунти -піски кварцеві, сірі пилуваті, в покрівлі жовто-бурі глинисті маловологі, з уламками окварцованного вапняку (10 - 15 см), з глибини 8,5 м.

6.2 Оцінка впливу на довкілля

Відповідно до змін у законодавстві, а також Закону України «Про оцінку впливу на довкілля» встановлюються оновлені правові та організаційні засади оцінки впливу на довкілля, спрямованої на запобігання шкоді довкіллю, забезпечення екологічної безпеки, охорони довкілля, раціонального використання і відтворення природних ресурсів, у процесі прийняття рішень про провадження господарської діяльності, яка може мати значний вплив на довкілля, з урахуванням державних, громадських та приватних інтересів.

6.2.1 Вплив на атмосферне повітря

У період виконання будівельних робіт, джерелами надходження забруднюючих речовин до атмосферного повітря можуть бути процеси зварювання, фарбування, складування сипучих матеріалів та здійснення підготовчих земляних робіт, влаштування нового дорожнього покриття, а також робота двигунів внутрішнього згорання будівельної техніки та автотранспорту.

В атмосферне повітря будуть надходити діоксид азоту, сажа, діоксид сірки, оксид вуглецю, бенз(а)пірен, вуглеводні, метан, свинець, тверді суспендовані частинки, вуглеводні насинені, фенол, етилен, етиловий спирт, ксилол, залізо та його сполуки, марганець та його сполуки, пил неорганічний. Дане забруднення має короткочасний і локальний характер та припиняється після довершення будівельних робіт.

Від неорганізованих джерел викидів (стоянок автомобілів та переміщення автотранспорту по території комплексу) в атмосферне повітря будуть надходити: оксид вуглецю, діоксид азоту, НМЛОС, метан, діоксид сірки, оксиди азоту, аміак та свинець.

На машинах і механізмах встановлюються каталітичні фільтри, сприяючі нейтралізації і очищенню відпрацьованих газів.

Розрахунок розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі на межі санітарно-захисної зони по усіх інгредієнтах не перевищує гранично допустимих концентрацій. При розміщені відкритих автостоянок, нормативні санітарні розриви відповідно до ДСП-173-2016 «Державні санітарні правила

планування та забудови, населених пунктів» дотримуються.

Розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі під час експлуатації обладнання з урахуванням вкладу існуючого стану атмосфери показав, що концентрації забруднюючих речовин, які будуть викидатися в атмосферне повітря, нижче гранично допустимих концентрацій і будуть мати опосередкований вплив на навколишнє середовище та здоров'я населення. тобто загальний кумулятивний вплив є допустимим.

6.2.2 Вплив на водне середовище

Водопостачання і водовідведення забезпечується приєднанням до міських централізованих мереж.

Водопостачання на господарсько-побутові та питні потреби працівників. задіяних у будівництві даного об'єкту, здійснюватиметься за рахунок існуючої мережі водопроводу. Для господарсько-побутових потреб будівельників та робітників передбачено встановлення біотуалетів. Технічний огляд, очищення та промивання кузовів, бетоновозів та інших будівельних машин, а також заправка техніки відбудуватиметься у спеціально призначених місцях за межами будівельного майданчика.

Планованою діяльністю передбачається комплекс організаційно-технічних заходів щодо запобігання забрудненню ґрунтів і підземних вод дощовими стоками з території будівництва за допомогою влаштування твердого покриття тротуарів і проїздів, що при прийнятих нахилах забезпечує нормальне стікання атмосферних вод, дощової каналізації з подальшим підключенням її до проектної міської дощової каналізації і попереднім очищенням зливових стоків на локальних очисних спорудах.

6.2.3 Вплив на ґрунти та надра

Ділянка планованої діяльності не піддається шкідливій (руйнівній) дії небезпечних геологічних процесів. Категорія складності інженерно-геологічних умов ділянки друга. Несприятливі фізико-механічні властивості ґрунтів – просідаючі ґрунти. Рівень ґрунтових вод на глибині 2,7-6.9 метра, амплітуда

сезонних коливань рівня фунтових вод – 0,62 м

Вплив на ґрунти під час проведення будівельно-монтажних робіт носить тимчасовий характер і полягатиме у виконанні земляних робіт. Даний вплив буде у нормативних межах. Вплив на ґрунти поза межами ділянки будівництва відсутній. В процесі проведення будівельно-монтажних робіт можливе забруднення ґрунту в результаті проливу паливно-мастильних матеріалів від будівельних машин, а також відходами будівництва і сміттям.

Для запобігання забрудненню ґрунту і води необхідний пристрій механізованої і автоматизованої заправки механізмів і організація збору відпрацьованих масел, а при зміні сезону – відправка їх на регенерацію.

На пунктах технічного обслуговування машин встановлюються ємкості для збору відпрацьованих нафтопродуктів.

З метою захисту ґрунтів від забруднення, в процесі функціонування об'єкту, передбачено наступні заходи: вертикальне планування ділянки майданчика будівництва, з урахуванням існуючого рельєфу і вертикального планування прилеглих вулиць; розміщення контейнерів для відходів на спеціальних майданчиках з твердим непроникним покриттям; влаштування підходів і проїздів до будинків з твердого покриття, для запобігання попаданню в ґрунт і підземні води забруднюючих речовин.

При виконанні планувальних робіт ґрунтовий шар повинен заздалегідь зніматися і складуватися для подальшого використання. Допускається не знімати родючий шар: при товщині його менше 10 см, при розробці траншей шириною зверху 1 м і менш. Зняття і нанесення родючого шару слід проводити, коли ґрунт знаходиться в немерзломому стані. Не допускається не передбачена проектною документацією вирубка дерев і чагарника, засипка ґрунтом стовбурів і корневих шийок деревно-чагарникової рослинності.

6.2.4 Світлове, теплове та радіаційне забруднення, вплив на клімат та мікроклімат

Джерела потенційного світлового, теплового та радіаційного забруднення під час здійснення будівельних робіт та при експлуатації об'єкту відсутні,

заходи по захисту навколишнього середовища від зазначених чинників впливу не передбачаються.

Кліматичні умови не погіршують розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, змін мікроклімату також не очікується, оскільки під час експлуатації об'єкту значні виділення теплоти, інертних газів та вологи відсутні.

6.2.5 Вплив шуму та вібрацій

Для пониження шуму на будівельному майданчику виключається одночасна робота декількох машин з високим рівнем шуму.

Джерелом шуму на будівельному майданчику є будівельна техніка: апарат електрозварювання СТЕ-22 – 60 дБА, кран пневмоколісний КС-5363 – 50 дБА, екскаватор ЕО-2621 – 70 дБА, бульдозер Т-180КС – 70 дБА, розпушувач ДП-18 з тягачем Т-180 – 70 дБА, ущільнювач Д-16В – 70 дБА, компресор пересувної ПКС-5 – 80 дБА, автогрейдер – 70 дБА. каток самохідний ДУ-50 – 60 дБА. автомобіль-самоскид ЗИЛ-130 – 60 дБА. Сумарний розрахунковий рівень звукової потужності від усіх джерел становить 80 дБА.

Рівень звуку в розрахунковій точці в південному напрямку на відстані 20 м на території житлової забудови становить 44,8 дБА.

Згідно з п. 5.4, ДСН 3.3.6.037-2019 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку», максимальний рівень шуму, що коливається у часі і переривається, не повинен перевищувати 110 дБА. Санітарні норми звукового тиску для застосованої техніки – виконуються.

Джерелами вібрації є машини і механізми, що побудовані на технологіях з ударними та вібраційними навантаженнями: знесення дорожнього полотна або кам'яних споруд. Менший рівень вібрації створюють компресори, відбійні молотки, гусенична техніка.

Під час будівельних робіт санітарні норми щодо допустимого вібраційного впливу для населення виконуються на межі будівельного майданчика.

Під час підготовчих і будівельних робіт використання будівельної

техніки з високим рівнем шуму, вібрації і морально застарілої техніки не передбачається.

Проведення будівельних робіт передбачено тільки в денний час. Швидкість руху будівельної техніки прийнято до 10 км/год. Ширина зони акустичного дискомфорту змінюється в межах 15-200 м. Дане забруднення матиме тимчасовий характер.

Основними джерелами шуму в процесі планованої діяльності є вентилятори припливно-витяжної вентиляції (не більше 60 дБ), насосне обладнання (60 дБ).

Сумарний рівень звукової потужності від усіх джерел – 74,4 дБА. Очікуваний сумарний рівень від усіх джерел шуму на межі житлової забудови та на межі розрахункової санітарно-захисної зони в контрольній точці у Південному напрямку на відстані 40 м не перевищує нормативного значення і становить 39,2 дБА.

Допустимий рівень звукового тиску на території житлової забудови становить 45 дБА. З урахуванням поправки +10 дБА на час доби, буде становити 55 дБА, що не перевищує санітарних норм та не завдає шкідливого впливу в районі найближчої житлової забудови.

6.2.6 Поводження з відходами

При виконанні будівельних робіт передбачається утворення наступних видів відходів: матеріали обтиральні зіпсовані, відпрацьовані чи забруднені: брухт чорних металів; відходи, одержані у процесах зварювання металів; відходи лако-фарбувальних матеріалів (3 клас небезпеки), надлишковий ґрунт; відходи деревини кускові; відходи комунальні (міські) змішані, у тому числі сміття з урн (4 клас небезпеки).

Тимчасове зберігання кожного виду відходу планується здійснювати на спеціальній контейнерній площадці з твердим покриттям в спеціальних контейнерах на території житлової забудови, що забезпечить локалізацію розміщення відходів та виключить можливість розповсюдження в навколишньому середовищі шкідливих речовин. Вивіз відходів на утилізацію

або на полігон твердих побутових відходів здійснюватиметься згідно з укладеними договорами з спеціалізованими підприємствами.

За умови дотримання чинних вимог тимчасового зберігання відходів та подальшої їх утилізації або вивозу спеціалізованою організацією, значного негативного впливу на стан навколишнього природного середовища не очікується.

6.2.7 Вплив на соціальне середовище

Здійснення планованої діяльності матиме позитивний вплив на соціальне середовище за рахунок організації нових робочих місць, покращення благоустрою та інфраструктури, додаткових надходжень до місцевого бюджету, розвитку економіки міста.

Оцінка ризику впливу планованої діяльності на здоров'я населення проводилась за розрахунками розвитку канцерогенного та неканцерогенного ефекту. Аналіз отриманих розрахунків показав, що ризики розвитку шкідливих ефектів від діяльності проєктованого об'єкту оцінюються як прийнятні.

6.2.8 Вплив на навколишнє техногенне середовище

Об'єкти, що відносяться до культурно-історичної спадщини та пам'яток архітектури, їх охоронні зони і території, промислові та житлово-цивільні об'єкти на території майданчика будівництва відсутні.

Гарантією виключення виникнення аварій і можливого нанесення шкоди здоров'ю населення та порушення умов життєдіяльності є надійність об'єктів навколишнього техногенного середовища.

6.3 Екологічні умови провадження планованої діяльності

Будівлі і споруди створюють великий вплив на оточуюче середовище. Їх поява викликає значні зміни в повітряному і водному середовищах, в стані ґрунтів ділянки будівництва. Міняється рослинний покрив – на зміну знищуваному природному приходять штучні посадки. Міняється режим випаровування вологи. Середня температура в районі забудови постійно вище,

ніж зовні неї.

Непродумані технології, організація і саме виробництво робіт визначають великі витрати енергії і матеріалів, високий ступінь забруднення навколишнього середовища. Процес будівництва є відносно нетривалим. Взаємодія будівлі або споруди з навколишнім середовищем, його характер і наслідки визначається в період тривалої експлуатації. Звідси витікає важливість цього періоду у визначенні економічності об'єкту, тобто яким чином відобразиться на стані навколишнього середовища не тільки поява, але і його тривале функціонування.

Екологічний підхід повинен характеризувати проектування, будівництво, і експлуатацію будівлі. При проектуванні, у свою чергу, він повинен бути витриманий при рішенні як об'ємно - планувальному, так і конструктивному; при виборі матеріалів для будівництва, при визначенні технології зведення і т.д.

Зусилля всіх керівних органів, як центральних, так і на місцях, повинні бути направлені на те, щоб дбайливе відношення до природи стало предметом постійної турботи колективів, керівників і фахівців всіх галузей господарства, нормою повсякденного життя людей.

Практичне здійснення задач з охорони довкілля може бути успішним тільки за умови об'єднання зусиль фахівців всіх галузей народного господарства, заснованих на чіткому розумінні екологічних проблем і знаннях, які були отримані в процесі навчання в школі і вищому учбовому закладі. Таким чином, слід говорити про необхідність вивчення і виявлення екологічних аспектів в будь-якій діяльності людини, у тому числі і про інженерну екологію, в рамках якої повинні розглядатися екологічні аспекти діяльності галузей промисловості і будівництва. Від фахівців – будівників залежить характер дії на оточуюче середовище цивільних і промислових будівель і їх комплексів - промислових об'єктів, міст і селищ. Інструкцією про склад, порядок розробки, узгодження проектно - кошторисної документації на будівництво підприємств, будівель і споруд (ДБН А.2.2-3-2014) вже передбачена розробка заходів по раціональному використуванню природних ресурсів. Природоохоронні вимоги введені і в ряд інших нормативних документів (ДБН В.1.1-25-2009, ДБН

А.3.1-5:2016 і ін.).

Комплекс прийнятих проектних рішень під час провадження планованої діяльності щодо запобігання можливих вибухів і пожеж, а також забезпечення адекватного на них реагування, дозволить звести до мінімуму ймовірність виникнення і тривалість аварій, а також складність їх наслідків, а також і урахуванням усієї інформації вважає допустимим провадження планованої діяльності з огляду на нижченаведене, а саме на те, то на підставі наведених оцінок ймовірних впливів на складові навколишнього природного середовища (атмосферне повітря, водне середовище та земельні ресурси, ґрунти, кліматичні фактори, рівні шумового, радіаційного, вібраційного та теплового забруднень) сукупний вплив планованої діяльності при штатному режимі експлуатації є екологічно допустимим.

Екологічні умови провадження планованої діяльності:

1. До заходів щодо охорони навколишнього природного середовища відносяться всі види діяльності людини, направлені на зниження або повне усунення негативної дії антропогенних чинників, збереження, вдосконалення і раціональне використання природних ресурсів:

- містобудівні заходи, направлені на екологічно раціональне розміщення підприємств, населених місць і транспортної сітки;
- архітектурно-будівельні заходи, що визначають вибір екологічних об'ємно - планувальних і конструктивних рішень;
- вибір екологічно чистих матеріалів при проектуванні і будівництві;
- застосування маловідходних і безвідходних технологічних процесів і виробництв при переробці будівельних матеріалів;
- будівництво і експлуатація очисних і знешкоджуючих споруд і пристроїв;
- рекультивація земель;
- заходи по боротьбі з ерозією і забрудненням ґрунтів;
- заходи по охороні вод і надр і раціональному використуванню мінеральних ресурсів;
- заходи щодо охорони і відтворювання флори і фауни і т.д.

2. Для планованої діяльності встановлюються такі умови використання території та природних ресурсів під час виконання підготовчих і будівельних робіт та провадження планованої діяльності, а саме:

2.1. Під час виконання підготовчих і будівельних робіт забезпечити:

- влаштування тимчасового огороження будівельного майданчика;
- забезпечення встановлення дорожніх знаків на території об'єкту;
- облаштування тимчасових автодоріг для будівельної техніки, для зменшення пилоутворення в межах об'єкта будівництва;
- заборону здійснення будівельних робіт поза межами відведеної земельної ділянки;
- дотримання гранично допустимої висоти будівництва;
- здійснення тимчасового освітлення будівельного майданчика та ділянок робіт;
- встановлення лічильників води;
- встановлення мобільних санітарно-технічних споруд із герметичними ємностями для збору рідких відходів (біотуалети) з розрахунку на чисельність осіб, залучених до виконання робіт;
- виконання необхідних технічних рішень і заходів для раціонального використання, охорони та недопущення забруднення земель в місцях зберігання будматеріалів і обладнання, транспортних засобів;
- встановити контейнери для зберігання відходів;
- недопущення влаштування звалищ будівельного сміття, своєчасно вивозити його в спеціально відведені місця;
- недопущення змішування відходів, забезпечення повного їх збирання, належного зберігання та недопущення знищення відходів, для утилізації яких в Україні існує відповідна технологія; відходи по мірі накопичення збирати у тару, призначену для кожного класу відходів з дотриманням правил безпеки для подальшого перевезення на об'єкти утилізації, місця знешкодження або захоронення;
- вивезення та передачу відходів спеціалізованим підприємствам для подальшої їх утилізації, переробки, видалення або захоронення. Вивезення

відходів повинно здійснюватися в спеціально відведені місця в закритих контейнерах або спецтранспортом, що запобігає розпорощенню відходів під час транспортування;

– організацію регулярної перевірки технічного стану автотехніки (заборона на використання будівельної техніки із підтіканням паливо-мастильних матеріалів та перевищенням нормативно встановлених показників CO і CH у відпрацьованих газах);

– недопущення при роботі будівельних машин підвищених рівнів вібрації, використання захисних кожухів, ізоляційних покриттів;

– будівельні матеріали, що будуть використовуватись при проведенні будівельних робіт, повинні відповідати нормативним рівням радіаційних параметрів;

– обов'язкове проведення радіаційного контролю після будівництва нового об'єкта;

– недопущення забруднення нафтопродуктами ґрунтів на території забудови. У разі виявлення такого забруднення необхідно вжити заходів щодо його ліквідації;

– здійснення благоустрою території об'єкту планованої діяльності та прилеглої території після закінчення будівельних робіт.

2.2. Під час провадження планованої діяльності встановлюються такі екологічні умови:

– забезпечити виконання необхідних технічних рішень і заходів для раціонального використання, охорони та недопущення забруднення земель;

– забезпечити дотримання санітарно-захисної зони;

– здійснювати інструментально-лабораторний контроль параметрів викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел викидів;

– отримати дозвіл на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами викидів відповідно до чинного законодавства;

– суворо дотримуватися умов дозволу на викиди забруднюючих речовин

в атмосферне повітря;

– вживати заходів щодо запобігання перевищення нормативного рівня шуму та інших фізичних впливів, що створюються роботою технологічного обладнання та автомобільного транспорту на межі нормативної санітарно-захисної зони;

– під час провадження планованої діяльності рівень шуму на межі нормативної санітарно-захисної зони не повинен перевищувати нормативних значень;

– з метою попередження додаткового шумового навантаження забезпечити здійснення планованої діяльності у денний час;

– забезпечити дотримання нормативних вимог щодо вібрації;

– поводження з відходами здійснювати відповідно до вимог Закону України «Про відходи»;

– забезпечити збір та тимчасове зберігання відходів на спеціально обладнаних майданчиках, недопущення змішування відходів, а також своєчасне вивезення та передачу відходів спеціалізованим організаціям у сфері поводження з відходами, у тому числі з небезпечними;

– виконувати заплановані заходи з охорони та раціонального використання водних ресурсів;

– дотримуватись Правил користування системами централізованого комунального водопостачання та водовідведення в населених пунктах України, затверджених наказом Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 27.06.2008 № 190;

– скидання стічних вод до системи централізованого водовідведення здійснювати згідно з технічними умовами;

– заправку, мийку, технічне обслуговування, ремонт обладнання, техніки тощо (у разі необхідності) проводити у спеціально передбачених та організованих місцях;

– забезпечити збереження та належний догляд за зеленими насадженнями відповідно до ст.ст. 27, 28 Закону України «Про рослинний світ», ст. 28 Закону

України «Про благоустрій населених пунктів». Наказу Міністерства будівництва архітектури та житлово-комунального господарства України від 10.04.2006 № 105 «Про затвердження Правил утримання зелених насаджень у населених пунктах України», постанови Кабінету Міністрів України від 01.08.2006 №1045 «Про затвердження Порядку видалення дерев, кущів, газонів і квітників у населених пунктах»;

– дотримуватись вимог ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки. Основні положення»;

– виконувати вимоги пожежної безпеки, ДБН В.1.1-7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»;

– забезпечити здійснення додаткової оцінки впливу на довкілля у разі зміни планованої діяльності, яка підлягає оцінці впливу на довкілля відповідно до вимог постанови Кабінету Міністрів України від 13.12.2017 р. № 1010.

3. Для планованої діяльності встановлюються такі умови щодо запобігання виникненню надзвичайних ситуацій та усунення їх наслідків. а саме:

– припинення будь-яких робіт при виникненні нештатних ситуацій (аварія, несправність тощо) до приведення технологічного процесу до нормальних умов;

– розробити та погодити в установленому порядку план організаційних заходів щодо локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій;

– дотримуватися вимог пожежної безпеки та охорони праці;

– розробити спеціальні заходи щодо охорони довкілля на випадок виникнення аварійних ситуацій техногенного та природного походження. вживати заходів з ліквідації причин та наслідків забруднення;

– передбачити ряд організаційно-технічних заходів з метою недопущення виникнення аварійних ситуацій, можливості забезпечення їх оперативної локалізації та ліквідації, забезпечення мінімізації можливого негативного впливу на довкілля.

4. Для планованої діяльності встановлюються такі умови щодо

зменшення транскордонного впливу планованої діяльності, а саме:

– підстави для здійснення оцінки транскордонного впливу планованої діяльності відсутні.

5. На суб'єкта господарювання покладається обов'язок із здійснення таких компенсаційних заходів:

- своєчасно і в повному обсязі сплачувати екологічний податок;
- сплачувати нараховані компенсаційні збитки при аварійних ситуаціях.

6. На суб'єкта господарювання покладається обов'язок із запобігання, уникнення, зменшення (пом'якшення), усунення, обмеження впливу планованої діяльності на довкілля, а саме:

– забезпечити дотримання допустимих нормативів гранично допустимих викидів забруднюючих речовин в атмосферному повітрі на межі санітарно-захисної зони відповідно до вимог Закону України «Про охорону атмосферного повітря»;

– забезпечити дотримання вимог Земельного кодексу України щодо забезпечення раціонального використання та охорони земель;

– вживати заходів щодо недопущення впродовж доби перевищень рівнів шуму, встановлених санітарними нормами;

– забезпечити проведення операцій із поводження з відходами різних класів небезпеки відповідно до вимог Закону України "Про відходи".

7. На суб'єкта господарювання покладається обов'язок із здійснення після проектного моніторингу, а саме:

– здійснювати моніторингові спостереження за викидами забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел один раз на рік;

– здійснювати інструментально-лабораторний контроль викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел один раз на рік;

– здійснювати моніторинг радіаційного фону на території планованої діяльності один раз на рік;

– здійснювати моніторинг шумового впливу на межі санітарно-захисної зони та найближчої житлової забудови один раз на рік.

– забезпечити обов'язковий облік відходів, відповідно до чинного законодавства України.

Результати моніторингу та інформацію щодо виконання умов висновку щорічно до 25 січня надавати до уповноваженого територіального органу у сфері охорони навколишнього природного середовища.

Якщо під час провадження даної господарської діяльності буде виявлено значний негативний вплив на життя і здоров'я населення чи довкілля та якщо такий вплив не був оцінений під час здійснення оцінки впливу на довкілля та/або істотно змінює результати оцінки впливу цієї діяльності на довкілля, рішення про провадження такої діяльності за рішенням суду підлягає скасуванню, а діяльність – припиненню.

8. На суб'єкта господарювання покладається обов'язок із здійснення додаткової оцінки впливу на довкілля на іншій стадії проектування, а саме:

– здійснення додаткової оцінки впливу не передбачається.

Висновок і оцінки впливу на довкілля є обов'язковим для виконання, Екологічні умови, передбачені у ньому висновку є обов'язковими. Висновок і оцінки впливу на довкілля втрачає силу через п'ять років у разі якщо не було прийнято рішення про провадження планованої діяльності. Оцінки впливу на довкілля, здійснено відповідно до статей 3, 6, 7, 9 і 14 Закону України «Про оцінку впливу на довкілля», щодо будівництва багатопверхового житлового будинку.

РОЗДІЛ 7

ЕКОНОМІКА

Зм	Кіль	Прізвище	Підпис	Дата	КНУ.МР.192.25.342с.06 ЕК			
Керівник		Тімченко			Проектування медичного закладу з використанням ефективних утеплювачів	Стадія	Аркуш	Аркушів
Консул.		Кадол				МР		
Магістр.		Гудзовський				ЗПЦБ-23-1М		
Зав.каф		Валовой						

7.1 Економічні розрахунки конструктивних рішень

7.1.1 Економічне порівняння запропонованих конструктивних рішень

При виконанні проекту «Проектування медичного закладу з використанням ефективних утеплювачів» виконаємо економічне порівняння за приведеними витратами за весь нормативний строк служби конструкцій влаштування стінових огорожень.

Порівнюємо наступні конструктивні рішення конструкцій стінового огороження:

Таблиця 1 – Конструкції за варіантами

Найменування шару	Товщина, м	Об'єм, м ³
1-й варіант		
Штукатурка	0,015	26,6
Керамічна цегла	0,770	1367
Утеплювач – мінеральна вата	0,100	177,5
2-й варіант		
Штукатурка	0,015	26,6
Газобетон	0,600	1065
Утеплювач "ISOVER"	0,100	177,5

Визначення більш ефективного варіанту проведемо за допомогою програмного комплексу «Будівельні – технології Кошторис -8», та відповідно нормативної бази, затвердженої настановою Міністерства регіонального розвитку з визначення вартості будівництва (Наказ від 01.11.2021 р № 281 зі змінами №1 та №2).

7.1.2 Локальний кошторис на будівельні роботи № 1 - порівняння варіанту №1

Додаток 1
до Настанови (пункт 3.11)

Проектування медичного закладу з використанням ефективних утеплювачів
(найменування об'єкта будівництва)

Локальний кошторисний розрахунок на будівельні роботи № 02-001

на Варіант 1- стінове огороження
(найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

ОСНОВА:	Кошторисна вартість	3 047,322	тис. грн.
креслення(специфікації)№	Кошторисна трудомісткість	3,38666	тис. люд.-год
	Кошторисна заробітна плата	292,950	тис. грн.
	Середній розряд робіт	4,1	розряд

Складений в поточних цінах станом на 3 грудня 2025 р.

№ Ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год. не зайнятих обслугову- ванням машин
					Всього	експлуа- тації машин	Всього	заробітної плати	експлуа- тації машин	
										заробітної плати

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	на ОДИНИЦЮ	ВСЬОГО
Розділ № 1 Варіант 1											
1	КБ8-18-3	Мурування зовнішніх цегляних стін з утепленням мінераловатними плитами при висоті поверху до 4 м та одночасним муруванням лицевою цеглою	1 м3 мурування без урахування товщини плит	205,65	2 162,37	151,05	444 691	234 930	31 063	14,0100	2 881,16
					1 142,38	62,46			12 845	0,6936	142,64
2	П171-524	Мінераловатні плити	м3	41,13	900,00		37 017				
3	С1422-10958	Цегла керамічна одинарна порожниста ефективна, марка М150	1000шт	164,5	11 287,29		1 856 759				
4	С1422-10982	Цегла керамічна лицьова одинарна повнотіла з гладкою лицьовою поверхнею, розміри 250х120х65 мм, марка М150	1000шт	34,275	16 709,87		572 731				

	Разом прямих витрат по розділу № 1		2 911 198	234 930	31 063 <u>12 845</u>	2 881,16 <u>142,64</u>
	Разом прямі витрати по розділу	грн.	2 911 198			
	в тому числі:					
	вартість матеріалів, виробів і комплектів	грн.	2 645 205			
	вартість ЕММ	грн.	31 063			
	в т.ч. заробітна плата в ЕММ	грн.		12 845		
	заробітна плата робітників	грн.		234 930		
	всього заробітна плата	грн.		247 775		
	Загальновиробничі витрати	грн.	136 124			
	трудомісткість в загальновиробничих витратах	люд-г				362,86
	заробітна плата в загальновиробничих витратах	грн.		45 175		
	Всього по розділу	грн.	3 047 322			
	Кошторисна трудомісткість	люд-г				3 386,66
	Кошторисна заробітна плата	грн.		292 950		
	Разом прямих витрат по кошторису		2 911 198	234 930	31 063 <u>12 845</u>	2 881,16 <u>142,64</u>
	Разом прямі витрати	грн.	2 911 198			
	в тому числі:					
	вартість матеріалів, виробів і комплектів	грн.	2 645 205			
	вартість ЕММ	грн.	31 063			
	в т.ч. заробітна плата в ЕММ	грн.		12 845		
	заробітна плата робітників	грн.		234 930		

	всього заробітна плата	грн.	247 775	
	Загальновиробничі витрати	грн.	136 124	
	трудоємність в загальновиробничих витратах	люд-г		362,86
	заробітна плата в загальновиробничих витратах	грн.	45 175	
	Всього по кошторису	грн.	3 047 322	
	Кошторисна трудоємність	люд-г		3 386,66
	Кошторисна заробітна плата	грн.	292 950	

Склав

Гудзовський І.Р.

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

Кадол Л.В.

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

7.1.3 Договірна ціна № 1 порівняння варіанту №1

Додаток 30
до Настанови (пункт 5.2)

Замовник: ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг"
(назва організації)

Підрядник: ПАТ "Монтажбудівест"
(назва організації)

ДОГОВІРНА ЦІНА № 1

на будівництво Проектування медичного закладу з використанням ефективних утеплювачів

(найменування об'єкта будівництва, черги, пускового комплексу, будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

що здійснюється в _____ 2025 _____ році

Вид договірної ціни: "тверда"

Договір № №3 від 3.11.24 від 03.12.2024

Визначена згідно з Настановою, Наказ від 1.11.2021 №281

Складена в поточних цінах станом на 3 грудня 2024 р.

№ Ч.ч.	Обґрунтування	Найменування витрат	Вартість, тис.грн.		
			Всього	у тому числі:	
				будівельних робіт	інших витрат
1	2	3	4	5	6
1	Розрахунок №1-1	Розділ I. Будівельні роботи			
		Прямі витрати	2 911,198	2 911,198	
		у тому числі			
		Заробітна плата будівельників, монтажників	234,930	234,930	
		Вартість матеріальних ресурсів	2 645,205	2 645,205	
		Вартість експлуатації будівельних машин	31,063	31,063	
2	Розрахунок №1-2	Загальновиробничі витрати	136,124	136,124	

3		Всього прями і загальновиробничі витрати	3 047,322	3 047,322	
4	Розрахунок №2 (Додаток 8, Настанова п.25)	Кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд виробничого та допоміжного призначення, передбачених даним проєктом (робочим проєктом)	45,710	45,710	
		Разом	3 093,032	3 093,032	
5	Розрахунок №3 (Додаток 8, Настанова п.26)	Кошти на виконання будівельних робіт у зимовий період	19,486	19,486	
6	Розрахунок №4 (Додаток 8, Настанова п.27)	Кошти на виконання будівельних робіт у літній період	8,351	8,351	
		Разом	3 120,869	3 120,869	
7	Розрахунок №5 (Додаток 8, Настанова)	Кошторисний прибуток (П) (18,11 грн./люд.-г.)	65,592	65,592	
8	Розрахунок №6 (Додаток 8, Настанова)	Кошти на покриття адміністративних витрат будівельних організацій (АВ) (5,06 грн./люд.-г.)	18,326		18,326
		Разом по розділу I	3 204,787	3 186,461	18,326
9		Податок на додану вартість	640,957		640,957
		Всього по розділу I	3 845,744	3 186,461	659,283
10		у тому числі зворотні суми від розбирання тимчасових будівель і споруд, без ПДВ	6,857	6,857	
11		Податок на додану вартість	1,371		1,371
12		Всього зворотні суми від розбирання тимчасових будівель і споруд з ПДВ	8,228	6,857	1,371
13		Розділ II. Устаткування Витрати з придбання та доставки устаткування, що монтується	-		

14		Витрати з придбання та доставки устаткування, що не монтується, меблів, інвентарю	-		
		Разом по розділу II	-		
15		Податок на додану вартість	-		
		Всього по розділу II	-		
		Всього договірна ціна (р.I+р.II)	3 845,744		

7.1.4 Локальний кошторис на будівельні роботи № 2 - порівняння варіанту №2

Додаток 1
до Настанови (пункт 3.11)

Проектування медичного закладу з використанням ефективних утеплювачів
(найменування об'єкта будівництва)

Локальний кошторисний розрахунок на будівельні роботи № 02-002

на Варіант 2- стінове огороження
(найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

ОСНОВА:	Кошторисна вартість	1 482,971	тис. грн.
креслення(специфікації)№	Кошторисна трудомісткість	1,82831	тис. люд.-год
	Кошторисна заробітна плата	158,217	тис. грн.
	Середній розряд робіт	4,1	розряд

Складений в поточних цінах станом на 3 грудня 2025 р.

№ Ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год. не зайнятих обслуговуванням машин
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	
										заробітної плати

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	на одиницю	всього
Розділ № 1 Варіант 2											
1	КБ8-18-1	Мурування зовнішніх цегляних стін 120 мм із утеплювачем Isover та муруванням із газобетонних блоків 300 мм при висоті поверху до 4 м	1 м3 мурування	172,75	1 451,62 730,60	106,62 44,09	250 767	126 211	18 419 7 617	8,9600 0,4896	1 547,84 84,58
2	П171-1024	Блоки газобетонні	м3	123,4	3 260,00		402 284				
3	П171-524	Утеплювач Isover	м3	41,13	850,00		34 961				
4	С1422-10958	Цегла керамічна одинарна порожниста ефективна, розміри 250x120x65 мм, марка М150	1000шт	63,9175	11 287,29		721 455				
Разом прямих витрат по розділу № 1							1 409 467	126 211	18 419		1 547,84
									<u>7 617</u>		<u>84,58</u>
Разом прямі витрати по розділу						грн.	1 409 467				
в тому числі:											
вартість матеріалів, виробів і комплектів						грн.	1 264 837				

	вартість ЕММ	грн.	18 419		
	в т.ч. заробітна плата в ЕММ	грн.		7 617	
	заробітна плата робітників	грн.		126 211	
	всього заробітна плата	грн.		133 828	
	Загальновиробничі витрати	грн.	73 504		
	трудоємність в загальновиробничих витратах	люд-г			195,89
	заробітна плата в загальновиробничих витратах	грн.		24 389	
	Всього по розділу	грн.	1 482 971		
	Кошторисна трудоємність	люд-г			1 828,31
	Кошторисна заробітна плата	грн.		158 217	
	Разом прямих витрат по кошторису		1 409 467	126 211	1 547,84
				<u>18 419</u>	<u>84,58</u>
				7 617	
	Разом прямі витрати	грн.	1 409 467		
	в тому числі:				
	вартість матеріалів, виробів і комплектів	грн.	1 264 837		
	вартість ЕММ	грн.	18 419		
	в т.ч. заробітна плата в ЕММ	грн.		7 617	
	заробітна плата робітників	грн.		126 211	
	всього заробітна плата	грн.		133 828	
	Загальновиробничі витрати	грн.	73 504		
	трудоємність в загальновиробничих витратах	люд-г			195,89

	заробітна плата в загальновиробничих витратах	грн.	24 389	
	Всього по кошторису	грн.	1 482 971	
	Кошторисна трудомісткість	люд-г		1 828,31
	Кошторисна заробітна плата	грн.	158 217	

Склав

Гудзовський І.Р.

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

Кадол Л.В.

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

7.1.5 Договірна ціна № 2 порівняння варіанту №2

Додаток 30
до Настанови (пункт 5.2)

Замовник: ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг"
(назва організації)

Підрядник: ПАТ "Монтажбудівест"
(назва організації)

ДОГОВІРНА ЦІНА № 2

на будівництво Проектування медичного закладу з використанням ефективних утеплювачів

(найменування об'єкта будівництва, черги, пускового комплексу, будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

що здійснюється в _____ 2025 _____ році

Вид договірної ціни: "тверда"

Договір № №3 від 3.11.24 від 03.12.2024

Визначена згідно з Настановою, Наказ від 1.11.2021 №281

Складена в поточних цінах станом на 3 грудня 2024 р.

№ Ч.ч.	Обґрунтування	Найменування витрат	Вартість, тис.грн.		
			Всього	у тому числі:	
				будівельних робіт	інших витрат
1	2	3	4	5	6
1	Розрахунок №1-1	Розділ I. Будівельні роботи			
		Прямі витрати	1 409,467	1 409,467	
		у тому числі			
		Заробітна плата будівельників, монтажників	126,211	126,211	
		Вартість матеріальних ресурсів	1 264,837	1 264,837	
		Вартість експлуатації будівельних машин	18,419	18,419	
2	Розрахунок №1-2	Загальновиробничі витрати	73,504	73,504	

3		Всього прями і загальновиробничі витрати	1 482,971	1 482,971	
4	Розрахунок №2 (Додаток 8, Настанова п.25)	Кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд виробничого та допоміжного призначення, передбачених даним проектом (робочим проектом)	22,245	22,245	
		Разом	1 505,216	1 505,216	
5	Розрахунок №3 (Додаток 8, Настанова п.26)	Кошти на виконання будівельних робіт у зимовий період	9,483	9,483	
6	Розрахунок №4 (Додаток 8, Настанова п.27)	Кошти на виконання будівельних робіт у літній період	4,064	4,064	
		Разом	1 518,763	1 518,763	
7	Розрахунок №5 (Додаток 8, Настанова)	Кошторисний прибуток (П) (18,11 грн./люд.-г.)	35,411	35,411	
8	Розрахунок №6 (Додаток 8, Настанова)	Кошти на покриття адміністративних витрат будівельних організацій (АВ) (5,06 грн./люд.-г.)	9,894		9,894
		Разом по розділу I	1 564,068	1 554,174	9,894
9		Податок на додану вартість	312,814		312,814
		Всього по розділу I	1 876,882	1 554,174	322,708
10		у тому числі зворотні суми від розбирання тимчасових будівель і споруд, без ПДВ	3,337	3,337	
11		Податок на додану вартість	0,667		0,667
12		Всього зворотні суми від розбирання тимчасових будівель і споруд з ПДВ	4,004	3,337	0,667
13		Розділ II. Устаткування Витрати з придбання та доставки устаткування, що монтується	-		

14		Витрати з придбання та доставки устаткування, що не монтується, меблів, інвентарю	-		
		Разом по розділу II	-		
15		Податок на додану вартість	-		
		Всього по розділу II	-		
		Всього договірна ціна (р.I+р.II)	1 876,882		

7.2 Розрахунок варіантів конструктивного рішення за приведеними витратами

Згідно витрат праці робітників-будівельників на встановлення окремих видів конструктивних елементів за варіантами розрахуємо тривалість виконання будівельних робіт за наступною формулою:

$$t = \sum_{i=1}^n \frac{T_{оснi}}{N_i \cdot n_i \cdot K_{зм}}, \text{ дні}$$

де $T_{оснi}$ – витрати праці робітників-будівельників на встановлення окремих видів конструктивних елементів, людино-годин;

N_i – прийнята кількість бригад для виконання робіт із встановлення i -того конструктивного елемента;

n_i – середня кількість робітників-будівельників у бригаді за діючими нормативами, осіб;

$K_{зм}$ – кількість робочих змін на добу, прийнята при встановленні i -того конструктивного елемента.

$$t_1 = \frac{17448,76/8}{4 \cdot 5 \cdot 3} = 36,352 \text{ днів};$$

$$t_2 = \frac{13492,20/8}{4 \cdot 5 \cdot 3} = 28,109 \text{ днів}.$$

Визначаємо величину капітальних вкладень, необхідних будівельній організації для забезпечення виробничих засобів (K):

$$K = K_{осн} + K_{об}$$

де $K_{осн}$ і $K_{об}$ – капітальні вкладення відповідно в основні і оборотні фонди, грн.;

$$K_{осн} = \sum_{j=1}^g \frac{M_j \cdot t_j}{t_{Hj}}$$

де M_j – інвентарно-розрахункова вартість машин j -ї групи;

(для монтажу використовуємо кран з інвентарно-розрахунковою вартістю 3900000 грн. ;

t_j – тривалість роботи машин j -ї групи на об'єкті, машино-годин;

t_{nj} – нормативна тривалість роботи машин j -ї групи протягом року, машино-годин:

$$K_{осн1} = \frac{3900 \times 36,352}{100} = 1417,728 \text{ тис. грн.};$$

$$K_{осн2} = \frac{3900 \times 28,109}{100} = 1096,251 \text{ тис. грн.}$$

Визначаємо необхідні капітальні вкладення для забезпечення будівельній організації необхідної величини оборотних коштів:

$$K_{об} = \frac{(C + ТБ + ДК_3 + КП + АВ)}{n_{об}}$$

де C – собівартість будівельно-монтажних робіт;

$n_{об}$ – кількість оборотів оборотних коштів (приймається в межах 3 – 4);

Витрати на тимчасові будівлі та споруди, додаткові витрати за роботу взимку та літом, прибуток та адміністративні витрати формуємо на програмному комплексі «Будівельні – технології Кошторис - 8» за варіантами в договірних цінах.

Таблиця 1 - Визначення витрат на тимчасові будівлі та споруди, витрати за роботу зимою, прибуток та адміністративні витрати, тис. грн.

Витрати, тис. грн.	1-й варіант	2-й варіант
Витрати на тимчасові будівлі та споруди	148,348	88,356
Витрати на роботу взимку	40,153	23,915
Прибуток	385,369	291,337
Адміністративні витрати	107,674	81,401

Визначаємо кошти, потрібні для фінансування оборотних засобів:

$$K_{об1} = \frac{(9889,806 + 148,348 + 40,153 + 385,369 + 107,674)}{4} = 10571,710/4 = 2642,928 \text{ тис.}$$

грн.

$$K_{об2} = \frac{(5890,409 + 88,356 + 23,915 + 291,337 + 81,337)}{4} = 6375,418/4 = 1593,854 \text{ тис. грн.}$$

Загальна сума капітальних вкладень, необхідна будівельній організації в основні виробничі фонди та оборотні кошти, необхідні для забезпечення будівельного процесу наступна:

$$K1=1417,728 + 2642,928= 4060,656 \text{ тис. грн.}$$

$$K2=1096,251 + 1593,854 = 2690,105 \text{ тис. грн.}$$

Розрахуємо витрати на експлуатацію конструктивних елементів, які включають суму річних амортизаційних відрахувань (А) і витрати на ремонт і утримання конструкцій (Вру):

$$V_c = A + B_{py}$$
$$A = \frac{(C+TB+DK_{зл}+КП+AB)}{100} \cdot N_a$$

де N_a – річна норма амортизаційних відрахувань на будівлі і споруди (приймається 8 %):

$$A1 = \frac{10571,710}{100} \times 8 = 845,737 \text{ тис. грн.};$$

$$A2 = \frac{6375,418}{100} \times 8 = 510,033 \text{ тис. грн.}$$

Визначаємо загальну кошторисну трудомісткість будівельно-монтажних робіт ($T_{заг}$):

$$T_{заг} = T_{нв} + T_{зв} + T_{тб} + T_з + T_л$$

де $T_{нв}$ – нормативно-розрахункова трудомісткість робіт, що передбачаються прямими витратами;

$T_{зв}$ – розрахункова кошторисна трудомісткість робіт, що передбачені загальновиробничими витратами:

$$T_{зв} = T_{нв} \cdot K_{тзв}$$

$T_{тб}$ – розрахункова трудомісткість робіт зі зведення і розбирання титульних тимчасових будівель і споруд;

T_z і T_l — розрахункова додаткова трудомісткість будівельно-монтажних робіт при їх виконанні відповідно в зимовий та літній періоди.

За локальними кошторисами загальна трудомісткість становить

20,5417 тис. люд. год. для 1-го варіанту

15,5322 тис. люд. год. для 2-го варіанту.

Визначаємо необхідні витрати на ремонт та утримання конструкцій по кожній j -й групі конструкцій:

$$B_{py} = \frac{\sum_{j=1}^m (C + T_{Bj} + B_{зл} + K_{Пj} + A_{Bj}) \cdot H_{нрj}}{100},$$

де H_{pyj} — річні норми витрат на ремонт та експлуатацію j -ї конструкції, які для конструкцій стін за варіантами дорівнюють по 6,7%:

$$B_{py1} = \frac{10571,710}{100} \times 6,7 = 708,305 \text{ тис. грн.};$$

$$B_{py2} = \frac{6375,418}{100} \times 6,7 = 427,153 \text{ тис. грн.}$$

$$B_{e1} = 845,737 + 708,305 = 1554,042 \text{ тис. грн.};$$

$$B_{e2} = 510,033 + 427,153 = 937,186 \text{ тис. грн.}$$

Питомі приведені витрати за варіантами конструктивних рішень за двома варіантами визначаємо за наступною формулою:

$$B_{п} = (B_{пi} + E_{н} \cdot K_i) \cdot (\rho + E_{нп}) + B_{e_i},$$

де $E_{нп}$ — норматив ефективності (норма прибутку) капітальних вкладень;

ρ — коефіцієнт реновації, частка витрат в розрахунку на рік служби конструкції;

$E_{нп}$ — норматив приведення капітальних вкладень за фактором часу, ($E_{н.п} = 0,1$).

Розраховуємо, враховуючи, що строк використання конструкцій за двома варіантами — 60 років та відповідно коефіцієнт реновації 0,00033,

$$B_{п1} = (40571,710 + 0,15 \times 4060,656) (0,00033 + 0,1) + 1554,042 = 5685,713 \text{ тис. грн.}$$

$$B_{п2} = (6375,418 + 0,15 \times 2690,105) (0,00033 + 0,1) + 937,186 = 1617,316 \text{ тис. грн.}$$

7.3 Визначення економічного ефекту від впровадження раціональної конструкції

Розрахуємо економічний ефекту від створення і використання більш ефективних стінових конструкцій за весь строк їх експлуатації:

$$E = \frac{B_2 - B_1}{\rho_2 + E_{нп}},$$

$$E = \frac{5685,713 - 1617,316}{0,00033 + 0,1} = 4055,015 \text{ тис. грн.}$$

де позначення «1» та «2» відповідають базовому та проектному рішенню.

Основні техніко - економічні показники за варіантами конструкцій наведемо в табл. 1.

Таблиця 1 - Основні техніко - економічні показники за варіантами конструкцій

№ п п	Найменування показників	Одиниця виміру	Рівень показника за варіантами	
			1	2
1	Тривалість виконання будівельних робіт	діб	36,352	28,109
2	Загальна кошторисна трудомісткість будівельних робіт	тис люд.-год.	20,5417	15,5322
3	Собівартість БМР	тис. грн.	9889,966	5890,409
4	Вартість основних виробничих фондів і оборотних коштів	тис. грн.	4060,656	2690,105
5	Річні приведені витрати	тис. грн.	5685,713	1617,316
6	Економічний ефект від використання прогресивної конструкції за весь строк її експлуатації	тис. грн.	-	4055,015

Другий варіант конструктивного рішення стінового огороження з газобетоном та утеплювачем «ISOVER» за приведеними витратами економічно вигідніший варіанту з керамічної цеглита утеплювачем – мінеральна вата. Економічний ефект складає 4055,015 тис. грн.

РОЗДІЛ 8

НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ

Зм	Кіль	Прізвище	Підпис	Дата	КНУ.МР.192.25.342с.06 НР			
Керівник		Тімченко			Проектування медичного закладу з використанням ефективних утеплювачів	Стадія	Аркуш	Аркушів
Консул.		Тімченко				МР		
Магістр.		Гудзовський				ПЦБ-24М		
Зав.каф		Валовой						

8.1 Проблема наукового дослідження

В громадському будівництві за обсягами складає до 70% і передбачає переважно зовнішнє утеплення захисних конструкцій. Найбільш індустріальним способом є влаштування навісних фасадних систем з повітряним зазором. Як показує практика будівництва, в широко застосовуваних навісних фасадних системах відзначаються численні технологічні порушення під час виконання будівельних робіт, що негативно позначаються на енергетичній ефективності будівель. Скорочення енерговитрат у процесі експлуатації цивільних будівель є актуальним завданням, що потребує подальшого розвитку.

Найбільш перспективним напрямом підвищення енергетичної ефективності будівель є вдосконалення технології влаштування зовнішніх конструкцій цивільних будівель, що захищають, а також забезпечення належного будівельного контролю при виконанні робіт. Проте, досі вивчення впливу дефектів будівельних робіт на теплозахисні властивості будівель не мало достатнього опрацювання. Будівельний контроль при влаштуванні зовнішніх конструкцій, що захищають, ведеться без використання кількісних оцінок впливу дефектів на рівень теплозахисту.

Проведення теоретичних та експериментальних наукових досліджень у встановленні впливу дефектів влаштування зовнішніх конструкцій на рівень теплозахисту обумовлено необхідністю встановлення балансу між прийнятими проектними рішеннями та фактичним виконанням робіт, що є особливо актуальним у сфері цивільного будівництва, а також необхідністю актуалізації національних стандартів.

Одним із ефективних способів контролю та підвищення енергоефективності будівель є енергетична паспортизація. Відповідність фактичних значень проектним рішенням встановлюється результатами натурних випробувань, здійснюваних лише етапі закінчення виконання робіт. Існуюча практика застосування енергопаспорта зводиться до констатації тепловтрат, тому підвищення достовірності даних енергопаспорта на етапі введення будівлі в експлуатацію є актуальним завданням.

8.2 Об'єкт та предмет наукового дослідження

Об'єкт дослідження – робочі процеси зовнішнього утеплення цивільних будівель з улаштуванням навісних фасадних систем.

Предмет дослідження – параметри якості процесів улаштування навісних фасадних систем; оцінка якості влаштування навісних фасадних систем; закономірності впливу дефектів теплозахисту при влаштуванні навісних фасадних систем на якість будівельної продукції.

8.3 Мета та задачі наукового дослідження

Мета дослідження – підвищення якості улаштування навісних фасадних систем, що забезпечує енергетичну ефективність цивільних будівель.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

1. Аналіз існуючого рівня розвитку технічного регулювання в галузі енергозбереження в будівництві, включаючи контроль параметрів теплозахисту.
2. Аналіз порушень технології влаштування навісних фасадних систем з визначенням основних дефектів теплозахисту та обґрунтування можливості оцінки впливу дефектів за допомогою комп'ютерного імітаційного моделювання.
3. Визначення спільного впливу значущих дефектів влаштування навісних фасадних систем на рівень теплозахисту стінових огорожувальних конструкцій цивільних будівель.
4. Розробка організаційних рішень влаштування навісних фасадних систем, спрямованих на підвищення енергетичної ефективності цивільних будівель.
5. Обґрунтування економічної ефективності розроблених організаційних рішень влаштування навісних фасадних систем з урахуванням параметрів енергетичної ефективності.

8.4 Методи досліджень

Теоретичні, аналітичні й чисельні методи, аналіз і зіставлення даних

отриманих різними методами.

8.5 Наукова новизна одержаних результатів

1. Виявлено кількісні характеристики основних дефектів теплозахисту при влаштуванні навісних фасадних систем, а також обґрунтовано достовірність оцінки впливу дефектів на рівень теплозахисту на основі комп'ютерного імітаційного моделювання.

2. Виявлено залежності та побудовано математичні моделі спільного впливу дефектів влаштування навісних фасадних систем на рівень теплозахисту стінових огорожувальних конструкцій.

3. Розроблено організаційні рішення з контролю якості влаштування навісних фасадних систем, спрямовані на підвищення енергетичної ефективності цивільних будівель.

4. Розроблено метод кількісної оцінки якості влаштування навісних фасадних систем за параметрами енергетичної ефективності.

5. Уточнені положення із значення приведенного опору теплопередачі зовнішніх стін з пристроєм навісних фасадних систем, необхідного для заповнення енергетичного паспорта.

6. Обґрунтовано підвищення ефективності інвестиційно-будівельних проектів на основі застосування організаційних рішень пристрою навісних фасадних систем з урахуванням параметрів енергетичної ефективності.

8.6 Апробація результатів дослідження

Результати досліджень, представлені у магістерській роботі, доповідались автором у виступах на щорічних наукових конференціях.

Список наукових публікацій:

1. Тімченко Р.О., Крішко Д.А., Настич О.Б., Гудзовський І.Р., Мусянко Д.М. Інноваційні теплоізоляційні матеріали при реконструкції будівель і споруд // *Новітні тенденції розвитку міського будівництва та господарства*: доповідь на всеукраїнській науково-технічній інтернет-конференції (23-25 квітня 2025 р.). Рівне. НУВГП, 2025.

2. Тімченко Р.О., Крішко Д.А., Настич О.Б., Гудзовський І.Р., Мусянко Д.М. Оцінка ефективності параметрів теплоізоляційних матеріалів // *Розвиток промисловості та суспільства: матеріали міжнародної науково-технічної конференції (28-30 травня 2025 р.)*. Кривий Ріг. Видавничий центр «КНУ», 2025. С. 173.

3. Тімченко Р.О., Крішко Д.А., Настич О.Б., Гудзовський І.Р., Мусянко Д.М. Критерії вибору теплоізоляційних матеріалів // *Розвиток промисловості та суспільства: матеріали міжнародної науково-технічної конференції (28-30 травня 2025 р.)*. Кривий Ріг. Видавничий центр «КНУ», 2025. С. 174.

4. Тімченко Р.О., Крішко Д.А., Настич О.Б., Стець Д.М., Мініна І.І., Гудзовський І.Р. Застосування ефективних теплоізоляційних матеріалів // *Експлуатація та реконструкція будівель і споруд: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (25-26 вересня 2025 р.)*. Одеса. ОДАБА, 2025. С. 74-75.

8.7 Стан питання

8.7.1 Аналіз теплозахисних властивостей зовнішніх захисних конструкцій, з улаштуванням навісних фасадних систем

У будівельній галузі проблема підвищення енергетичної ефективності об'єктів, що знову будуються і реконструюються, найбільш актуальна. Є.А. Абрамова, О.В. Лебедєв, І.В. Лівчак зазначають, що значна частина будівель, що здаються в експлуатацію, не відповідають вимогам проекту з енергоефективності. Не менш гостро постає питання щодо термомодернізації існуючого житлового фонду.

Основними факторами, що впливають на підвищені питомі витрати енергоресурсів при будівництві та експлуатації будівель, є:

- недоліки архітектурно-планувальних та інженерних рішень;
- незадовільна якість стінових конструкцій, що захищають у забезпеченні необхідного рівня теплозахисту;
- недосконалість нерегульованих систем природної вентиляції;
- низька якість будівельних робіт з улаштування зовнішніх конструкцій,

що захищають;

- відсутність приладів обліку, контролю та регулювання на системах опалення та гарячого водопостачання;
- низька якість теплоізоляції теплотрас;
- застарілі та непродуктивні типи котельного обладнання;
- недостатнє використання нетрадиційних та вторинних джерел енергії;
- недостатнє економічне стимулювання енергозберігаючих заходів;
- відсутність широкого впровадження науково-методичних розробок з підвищення енергетичної ефективності будівель.

В даний час відбувається поступове впровадження комп'ютерних програм з моделювання рівня теплозахисту зовнішніх конструкцій, що захищають будівель при різних варіантах проектних рішень.

В цілому ж можна виділити три основні напрямки розвитку підвищення енергоефективності будівель:

- 1) удосконалення архітектурно-планувальних рішень;
- 2) вдосконалення зовнішніх конструкцій, що захищають;
- 3) удосконалення інженерних систем.

На даному етапі розвитку технічного регулювання в галузі енергозбереження у будівництві необхідна якісна розробка нових національних стандартів, склепінь правил та стандартів організацій, що дозволяють ефективно реалізовувати вимоги сучасної законодавчої та нормативної правової бази.

Найбільш перспективним напрямом підвищення енергетичної ефективності будівель є вдосконалення організаційно-технологічних рішень влаштування зовнішніх конструкцій цивільних будівель. Для цього необхідним є виконання таких умов: забезпечення вимог нормативної документації та технічних регламентів у сфері підвищення енергоефективності; підвищення рівня якості будівельно-монтажних робіт; визначення реальних теплозахисних характеристик будівель, що експлуатуються та реконструюються.

Енергопаспорт заповнюється:

1) на стадії розробки проектної документації. Результатом є дані щодо енергетичних та теплотехнічних особливостей будівлі;

2) на стадії здачі об'єкта в експлуатацію – для підтвердження значень, прийнятих першому етапі чи аналізу їх розбіжностей зі значеннями, прийнятими за результатом будівництва. За потреби замовник чи інспекція ГАСН має право ініціювати проведення натурних випробувань;

3) на стадії експлуатації об'єкта – вибірково та після одного року експлуатації – для більш точної оцінки прийнятих та реалізованих рішень.

В.І. Лівчак та Ю.А. Матросів наголошують на наступних перевагах енергетичної паспортизації будівель: контроль відповідності прийнятих рішень нормативним вимогам; прозорість "енергетичної якості" будівлі для майбутніх споживачів; градація будівель за рівнем енергоспоживання; впливом геть підвищення енергетичної ефективності будинків.

Однією з функцій енергопаспорту є контроль за енергетичною ефективністю у процесі будівництва. Енергоспорт розробляється на основі проектної документації, а відповідність фактичних значень проектним рішенням, прийнятим на стадії розробки, підтверджується результатами натурних випробувань, що здійснюються тільки на етапі закінчення виконання робіт.

Структура енергопаспорту ґрунтується на системному теплотехнічному проектуванні; результатом є визначення питомого енергоспоживання будівлі за опалювальний період, що включає різні джерела енергії.

Енергоспорт включає такі дані: дані про тип і функціональне призначення будівлі, об'ємно-планувальні рішення, геометричні характеристики, орієнтація будівлі в просторі, дані про конструкції, що захищають, кліматичні особливості району будівництва; проектні значення теплозахисту будівлі, системи регулювання мікроклімату, проектні теплоенергетичні характеристики будівлі; фактичні дані теплотехнічних та енергетичних параметрів будівлі після етапу її зведення, клас енергоефективності будівлі, рекомендації щодо підвищення рівня енергоефективності будівлі; результати експертизи енергоспоживання після річної експлуатації будівлі; нормування показників комфортного

мікроклімату для перебування людей.

На підставі практики застосування норм з енергоефективності як у країнах Європи, так і в Україні, при визначенні теплоенергетичних параметрів необхідно суворо дотримуватись алгоритмів розрахунку, поданих у нормативних документах. Енергопаспорт, будучи інструментом із залучення інвестицій, є обов'язковим відповідно до «Директиви ЄС з енергетичних показників будівель» у всіх країнах Європи.

Так як енергетичний паспорт розробляється на основі проектної документації, а відповідність фактичних значень проектним рішенням, прийнятим на стадії розробки, перевіряється результатами натурних випробувань, що здійснюються тільки на етапі закінчення виконання робіт, то підвищення достовірності даних енергопаспорта на етапі введення в експлуатацію, а також розробка методики розрахунку енергопаспорту.

Удосконаленням організаційно-технологічних рішень у будівництві займалися вітчизняні вчені: В.А. Афанасьєв, А.Х. Байбурін С.А. Болотін, С.М. Булгаков, С.Г. Головнєв, А.А. Гусаков, Е.-К.К. Завадскас, А.А. Лапідус, Ю.Б. Монфред, П.П. Олійник, Ю.П. Панібратов, В.І. Теліченко та ін.

Професор П.П. Олійник зазначає, що подальше підвищення ефективності будівельного виробництва можливе за рахунок організаційних рішень, оскільки технологічні рішення здебільшого вичерпали можливості підвищення ефективності.

Діяльність професора Е.-К.К. Завадскаса розкрито необхідність удосконалення системи організаційно-технологічного проектування, зокрема підвищення якості прийнятих рішень на етапі розробки ППР.

Професор Ю.Б. Монфред доводить, що систематичне зростання продуктивності праці досягається з допомогою вдосконалення організації праці наукової основи, у вигляді розробки форм і методів вдосконалення процесів. Вирішення даної комплексної задачі базується на вдосконаленні технології, автоматизації процесів та покращенні якості продукції. Проблема підвищення якості продукції найбільш економічним шляхом визначена як одне із завдань, що визначають темпи зростання науково-технічного прогресу.

На підтвердження цього у роботі професора А.А. Лапідуса відзначено, що ефективність інвестиційних проектів залежить від сформованої організаційної системи, що забезпечує реалізацію проекту у визначені терміни, встановлені витрати та фіксованими параметрами якості.

Діяльність професором Ю.П. Панібратовим визначено, що на сучасному етапі розвитку вирішальний вплив на весь виробничий процес надають скорочення тривалості будівництва та підвищення якості будівельної продукції. Автор зазначає низьку якість виконання БМР, що веде до появи відмов, зокрема, у роботі конструкцій, що захищають, через дефекти теплозахисту.

Відповідно до нормативу оцінка рівня якості полягає у виборі номенклатури показників, що характеризують технічну досконалість продукції, що оцінюється, визначенні значень цих показників і зіставленні їх з базовими.

А.Х. Байбурін зазначає, що у будівництві відсутня науковообґрунтована система критеріїв та методи оцінки фактичної якості будівельних робіт. Відомі методи оцінки якості робіт не задовольняють деяким критеріям зручності та достовірності. До деяких заходів підвищення ефективності та якості виконання будівельних робіт автор відносить необхідність зниження трудомісткості контролю якості та розробку інформативних ППР, що включають карти операційного контролю якості із зазначенням контрольованих параметрів, обсягу, методів та засобів контролю.

О.М. Будаїн, В.П. Вавілов, Н.С. Гур'янов, О.В. Лебедев, К.Ф. Фокін як один з ключових рішень щодо підвищення енергоефективності будівель виділяють контроль якості будівельних робіт.

Застосування теплового контролю як окремих елементів зовнішніх конструкцій, що захищають, так і всієї будівлі в цілому, автори вважають обов'язковою умовою встановлення відповідності проектним рішенням фактичних значень контрольованих параметрів.

До проектних дефектів теплозахисту сучасних зовнішніх конструкцій відносяться:

- відсутність урахування впливу архітектурно-планувальних рішень та кліматичних особливостей району будівництва;

- неправильне розташування шарів у багат шарових захисних конструкціях;
- використання в якості теплоізоляційного шару мінераловатного утеплювача з зниженою щільністю;
- відсутність вітро-гідроізоляційної мембрани при використанні як теплоізоляційний шар мінераловатного утеплювача зі зниженою щільністю;
- використання мембрани з підвищеним опором паропроникнення;
- використання завищених значень коефіцієнта теплотехнічної однорідності без перевірки моделюванням температурних полів.

До дефектів виготовлення будівельних матеріалів відносяться:

- порушення технології виготовлення, правил перевезення та складування матеріалів, що веде до зміни теплозахисних характеристик матеріалів.

До дефектів теплозахисту, що виникають через порушення технології виконання будівельних робіт при влаштуванні стінових конструкцій, що відгороджують, відносяться:

- неадекватна заміна матеріалів – використання матеріалів із зниженими теплозахисними властивостями;
- порушення технологічної послідовності монтажу;
- порушення технології пристрою несучої основи, світлопрозорих конструкцій;
- порушення технології монтажу теплоізоляційного шару;
- освіта неврахованих у проекті теплопровідних включень.

До дефектів теплозахисту, що утворюються через порушення експлуатаційного режиму, відносяться:

- порушення температурно-вологісного режиму огороджувальної конструкції;
- зміна характеристик огороджувальної конструкції в результаті зносу;
- влаштування додаткових теплопровідних включень при ремонтах.

Як теплоізоляційний шар у застосовуваних навісних фасадних системах використовуються мінераловатні утеплювачі на основі кам'яної або скляної вати. Застосування цих матеріалів має багаторічну практику. Для зменшення

впливу циркуляції холодного повітря в теплоізоляційному шарі може додатково застосовуватися вітро-гідрозахисна мембрана, але через горючість матеріалу мембрани її використання може бути замінено рядом альтернативних рішень: застосування матеріалів, що не допускають емісію волокна; розрахунок впливу поздовжньої фільтрації з наступною компенсацією; використання конструктивних заходів із обґрунтуванням теплофізичними розрахунками.

Зовнішні огорожувальні конструкції з навісними фасадними системами характеризуються значним ступенем теплотехнічної неоднорідності, на яку впливають конструктивні складові системи, так і дефекти будівельних робіт.

Дослідженню впливу конструктивних елементів навісних фасадних систем на теплозахист стінових конструкцій, що захищають, присвячена робота П.В. Монастир'ова, в якій запропоновано методику розрахунку коефіцієнта теплотехнічної однорідності з урахуванням впливу елементів навісних фасадних систем.

Питання визначення та аналізу дефектів теплозахисту за допомогою теплового контролю, що не руйнує (ТНК), присвячені роботи О.О. Абрамової, В.П. Вавілова, О.М. Будадіна, Н.С. Гур'янова, О.В. Лебедєва, Д.А. Міхеєва та ін.

Під енергетичною ефективністю в будівництві розуміється комплекс заходів, спрямованих на зниження споживаних будинками енергетичних ресурсів, необхідних для підтримки в приміщеннях необхідних параметрів мікроклімату.

Забезпечення прогнозованого нормативного рівня енергоефективності будинків цивільного призначення є основним завданням сучасного проектування та будівництва в Україні. У частині визначення трансмісійних тепловитрат вагомую складовою є теплопередача через зовнішні стіни, зменшення якої досягається за рахунок їх додаткового утеплення. Серед сучасних технологій влаштування фасадної теплоізоляції найбільш поширеним та економічно доцільним є спосіб з тонкошаровою штукатуркою. За основним полем стінового огороження такий спосіб забезпечує найбільший за величиною коефіцієнт термічної однорідності, наближений до одиниці, що

свідчить про максимальне використання теплозахисних можливостей утеплювача.

Недосконалими нажаль залишаються вузли з'єднання стін з міжповерховим перекриттям, конструкціями віконного заповнення, кути тощо. Такі й подібні вузли з'єднання продовжують виступати в якості так званих «містків холоду», які помітно знижують значення приведенного опору теплопередачі стіни. Додаткове утеплення основного поля стіни є економічно непридатним. Тому потрібен пошук нових енергозберігаючих вузлових конструктивних рішень за рахунок локального додаткового утеплення тепловитратних місць (рис. 1, 2).

Дослідження пов'язані з впровадженням в Україні нормативних документів в частині визначення теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій та забезпечення достатніх рівнів комфорту перебування людей в приміщеннях і тому визначений напрямок наукової роботи є актуальним і потребує обґрунтування нових пропозицій.



Рисунок 1 – Алгоритм вибору енергоефективних рішень

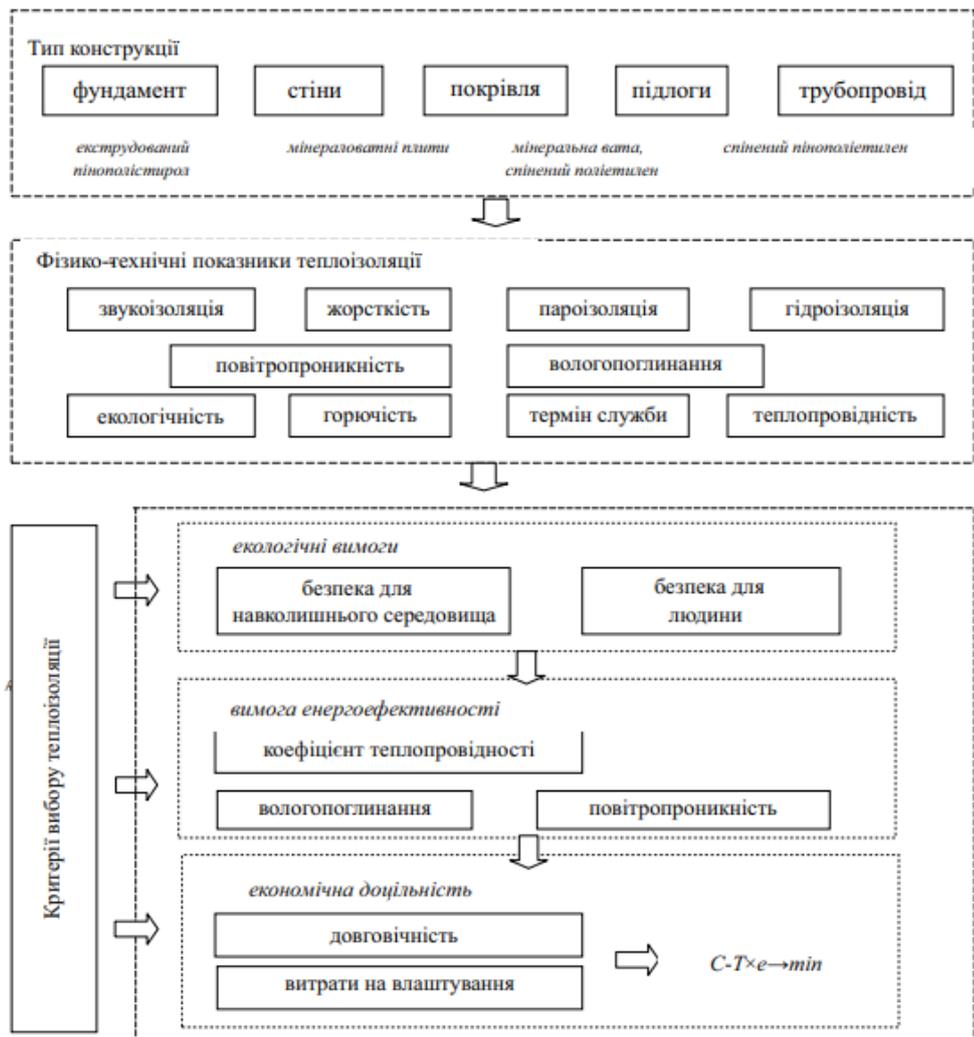


Рисунок 2 – Алгоритм вибору теплоізоляційного матеріалу

8.7.2 Аналіз умов забезпечення енергоефективності та комфортності цивільних будівель конструктивними рішеннями зовнішніх стін

Одним з основних факторів, що впливають на підвищені питомі витрати теплової енергії при експлуатації будівель, є незадовільна якість стінових конструкцій, що захищають у забезпеченні необхідного рівня теплозахисту – значення наведеного опору теплопередачі, тобто виникнення дефектів теплозахисту.

Аналіз раніше проведених досліджень, результатів численних натурних обмірів, виявив характерні порушення технології виконання робіт з влаштування навісних фасадних систем.

До дефектів теплозахисту, що виникають через порушення технології виконання будівельних робіт, відносяться:

– неадекватна заміна матеріалів – використання матеріалів із зниженими теплозахисними властивостями (рис.3);

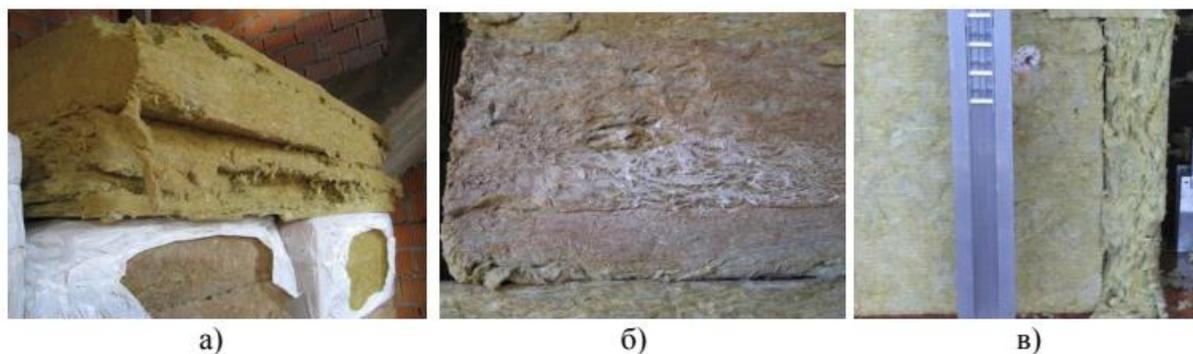


Рисунок 3 – Використання матеріалів із зниженими теплозахисними характеристиками: а) дефекти перевезення матеріалів; б) дефекти складування матеріалів; в) застосування під час виконання робіт

– порушення технології пристрою основи (рис. 4);

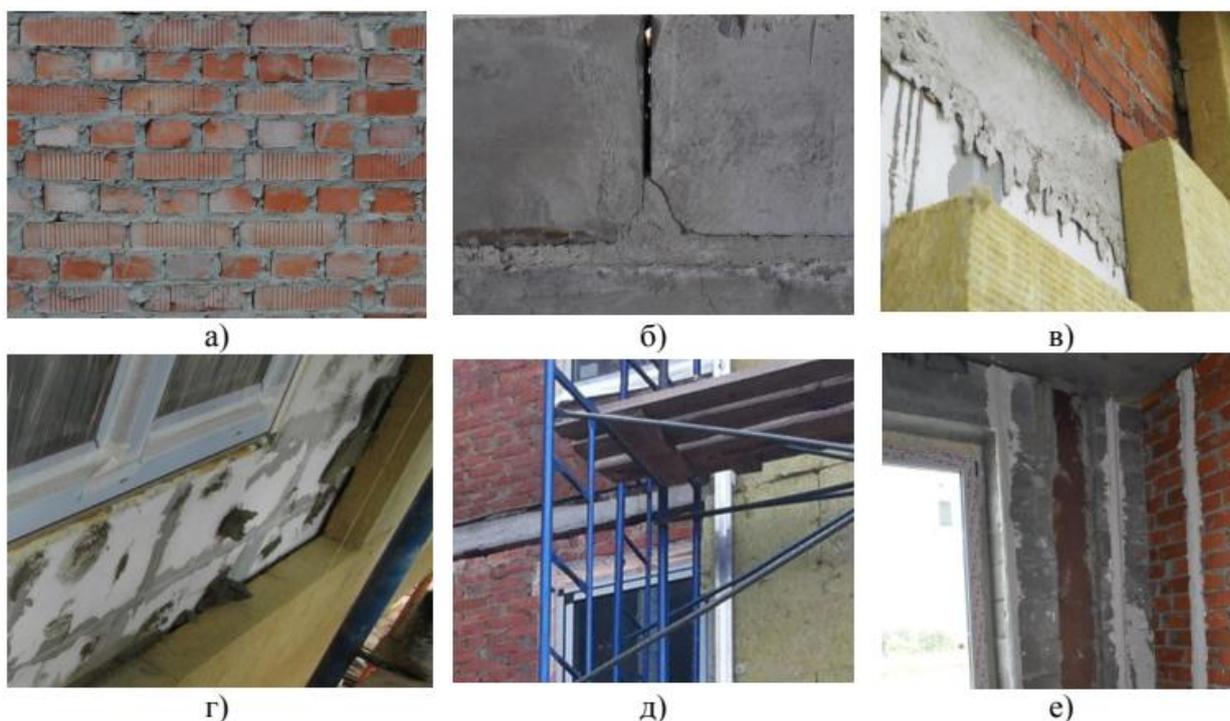


Рисунок 4 – Порушення технології влаштування основи: а) перевищення товщини швів кам'яної кладки; б) порушення влаштування швів кам'яної кладки; в) неплотинність поверхні основи; г) "напливи" на поверхні основи; д) зазор у деформаційному шві між основою та плитою перекриття; е) утворення неврахованих у проекті «містків холоду»

– порушення технології монтажу теплоізоляційного шару (рис. 5);

Досліджувалась якість улаштування навісних фасадних систем цивільних будівель: збірно-монолітних, монолітних та цегляних. У ході вивчення технологічних порушень, що виникають при влаштуванні навісних фасадних систем, було встановлено основні дефекти теплозахисту:

- зазор у стику плит утеплювача;
- зазор у стику кронштейна з плитою утеплювача;
- відшарування плит утеплювача від основи;
- відхилення від проектного значення коефіцієнта теплопровідності матеріалів основи, теплоізоляційного шару, кронштейна, а також матеріалу заповнення деформаційного шва між основою та плитою перекриття;
- відхилення від проектного значення товщини основи, теплоізоляційного шару, кронштейна;
- зазор у деформаційному шві між основою та плитою перекриття.

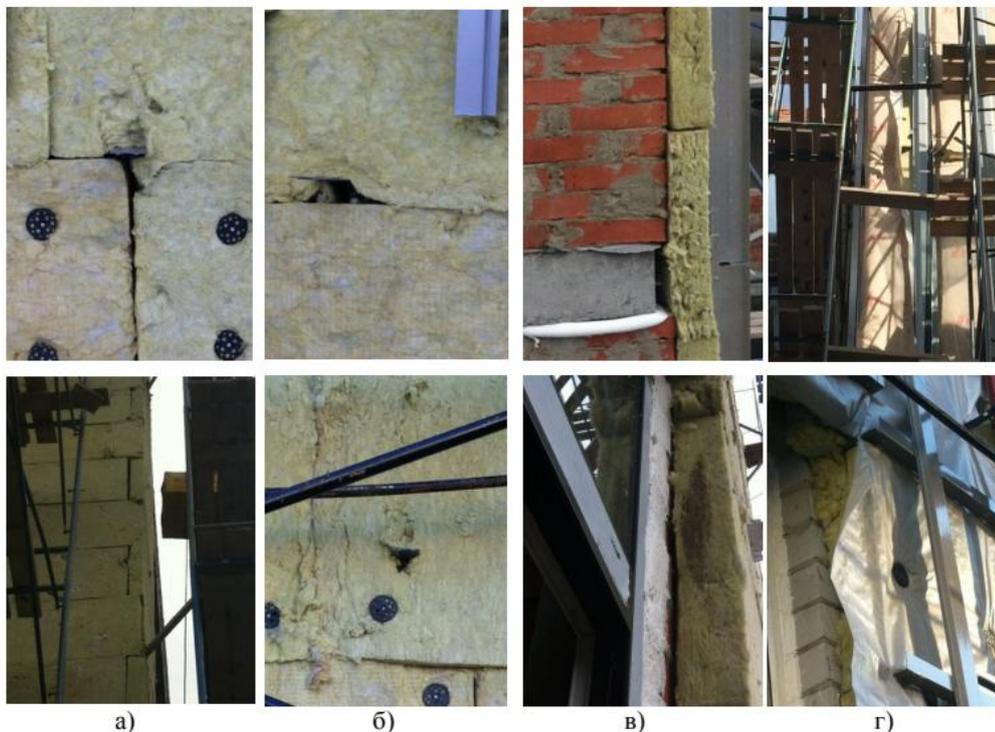


Рисунок 5 – Порушення технології влаштування теплоізоляційного шару:

- а) зазор у стику плит утеплювача; б) зазор у стику кронштейна з плитою утеплювача; в) відшарування теплоізоляційного шару від основи; г) порушення влаштування ветрогідроізоляційної мембрани

Незважаючи на актуальність питання підвищення теплозахисних властивостей конструкцій, що захищають, дотепер кількісна оцінка впливу дефектів будівельних робіт при влаштуванні навісних фасадних систем на теплозахисні властивості не мала достатнього опрацювання. На додаток до цього фактичні значення теплотехнічних характеристик зовнішніх конструкцій, що захищають, визначаються проведенням експериментальних досліджень, які проводяться на етапі закінчення виконання будівельних робіт.

У результаті виробничих досліджень було визначено статистичні характеристики дефектності основних відхилень від технологічних допусків під час виконання робіт. Рівень дефектності становив 35–45 %. Гістограми контрольованих параметрів зображені на рис. 6.

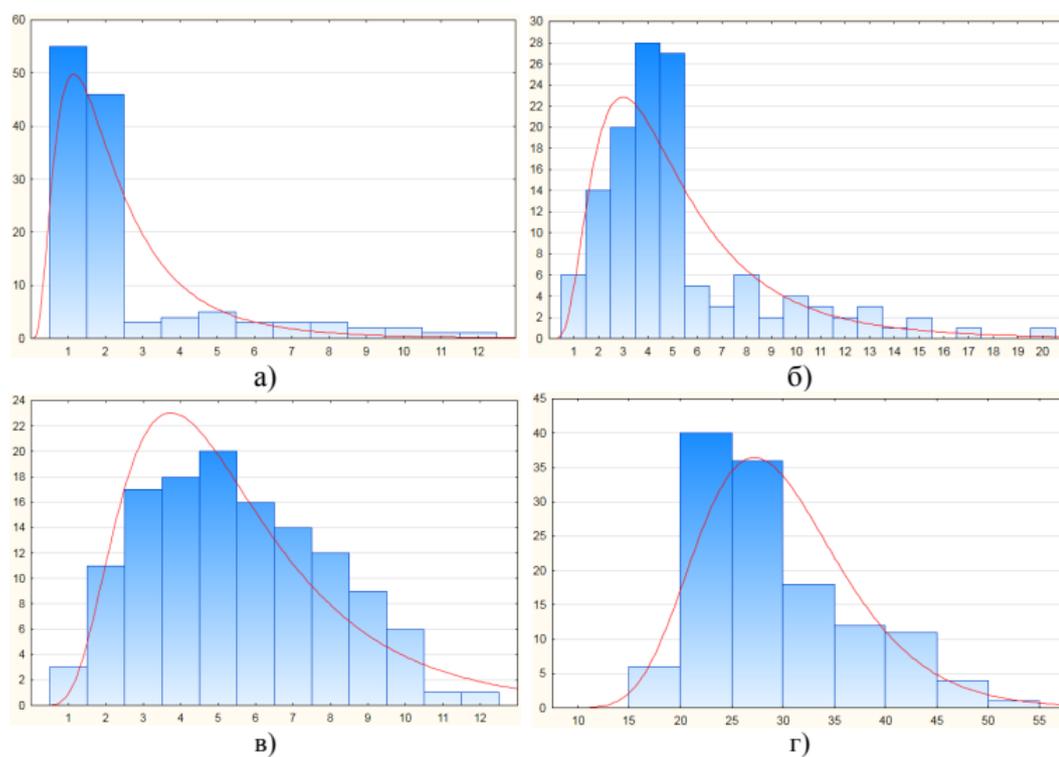


Рисунок 6 – Гістограми контрольованих параметрів: а) зазор у стику плит утеплювача, мм; б) зазор у стику кронштейна з плитою утеплювача, мм; в) відшарування плит утеплювача від основи, мм; г) зазор у деформаційному шві між основою та плитою перекриття, мм

Спостережувана технологічна мінливість, що залежить від багатьох

факторів (технологічне оснащення, методи виконання робіт, якість виконання, способи вимірювань, якість документації) носить об'єктивний характер і неминуче призводить до дефектності. Людські помилки посилюють ті випадкові відхилення, які виникають у результаті дії перерахованих вище чинників. Цей висновок підтверджують виробничі дослідження на об'єктах, де жодного разу не було зафіксовано повну відсутність дефектів, а також дослідження на 30 об'єктах.

У лабораторних і натурних умовах наведений опір теплопередачі визначають відповідно до нормативів, в основі яких закладено усереднення вимірюваних контактним способом протягом певного проміжку часу величин щільності теплового потоку, температур повітря і поверхонь. Використання тепловізійної техніки необхідне безконтактного термографування поверхні об'єкта з подальшим якісним аналізом температурного поля та визначення меж ізотермічних поверхонь.

На застосування методик накладаються умови забезпечення достовірності результатів дослідження:

1) забезпечення стаціонарних умов протікання процесу теплопередачі в огорожувальних конструкціях, тобто сталість або слабка зміна температури по обидва боки огорожувальної конструкції протягом тривалого проміжку часу;

2) забезпечення можливо більшого значення температурного тиску для мінімізації похибок при подальшому розрахунку наведеного опору теплопередачі.

Умова стаціонарності може бути змодельована тільки при проведенні лабораторних випробувань фрагментів конструкцій, що огорожують, в кліматичних камерах, оскільки в натурних умовах стаціонарний режим недосяжний через добові коливання кліматичного фону.

Таким чином, методика застосовна тільки при мінімізації похибок вимірювань у лабораторних умовах, а в натурних – за обов'язкового дотримання вимог 1) та 2).

Однією з умов забезпечення мінімізації похибок вимірів є облік теплової інерції досліджуваної конструкції.

Характерною особливістю проведення лабораторних випробувань є відмінність за якістю зведення та характеристик матеріалів і, отже, відмінність теплозахисних характеристик між досліджуваним у лабораторних умовах фрагментом огорожувальної конструкції та фрагментом, що входить до складу огорожувальної конструкції реального об'єкта.

Для дослідження впливу різних теплопровідних включень та дефектів будівельних робіт раціональніше використовувати чисельні методи вирішення за допомогою комп'ютерного імітаційного моделювання.

Незважаючи на переваги застосування програмних продуктів, в даний час відсутня методика оцінки достовірності результатів, що отримуються з їх допомогою. Діяльність автори стверджують, що точність розрахунків температур з допомогою чисельних методів становить 1...3%. Тим не менш, для отримання достовірних результатів при визначенні теплозахисних властивостей конструкцій, що захищають, необхідне спільне використання зазначених методів.

Таким чином, дослідження впливу дефектів будівельних робіт на теплозахисні властивості фрагмента огорожувальної конструкції при моделюванні процесу теплообміну необхідно проводити у три етапи: експериментальні дослідження у лабораторних умовах; комп'ютерне імітаційне моделювання процесу теплообміну; аналіз узгодженості результатів.

8.7.3 Комп'ютерне імітаційне моделювання процесу теплообміну при оцінці впливу дефектів будівельних робіт на теплозахисні властивості фрагмента огорожувальної конструкції з пристроєм навісної фасадної системи

Для теплотехнічно неоднорідних огорожувальних конструкцій представляє інтерес двовимірний і тривимірний розрахунок температурних полів, оскільки однорідний розподіл температур не відображає реального розподілу температур в конструкції.

У загальному випадку температурний розподіл зовнішніх огорожувальних конструкцій базується на системі диференціальних рівнянь:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda_{x,i} \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda_{y,i} \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda_{z,i} \frac{\partial T}{\partial z} \right) = -q_i - c_i \gamma_0 \frac{\partial T_i}{\partial t},$$

де T – температура, °С; t – час, с; i – кількість зон досліджуваної ділянки з різними коефіцієнтами теплопровідності; $\lambda_{(x,y,z)i}$ – коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·°С); γ_0 – щільність матеріалу, кг/м³; q_i – питома потужність тепловиділення, Вт/м².

Застосовувані в даний час комп'ютерні програми для математичного моделювання процесу теплопередачі дозволяють моделювати в двовимірному і тривимірному просторах температурний розподіл в конструкціях різної складності. Загальне рішення зводиться до визначення температур у вузлах сітки, на яку програма розбиває конструкцію. У більшості випадків допустимо розгляд тільки двовимірних температурних полів.

Зниження достовірності в даному випадку незначне.

Найбільш поширеною і позитивно зарекомендувала себе є програма моделювання двовимірних температурних полів «ELCUT». Вибір двовимірної програми пов'язаний з наочністю і зручністю завдання теплофізичних характеристик складових конструкції і їх геометрії.

Основою програми «ELCUT» є метод кінцевих елементів, який дозволяє моделювати стаціонарні та нестаціонарні умови розподілу температурних полів у двовимірному режимі в плоскому та осесиметричному представленнях із завданням граничних умов (задана температура, заданий тепловий потік, задані умови радіаційного теплообміну, задані умови конвективного теплообміну).

Формування математичної моделі в програмі «ELCUT» відбувається в такій послідовності:

- побудова геометричних об'єктів-схем;
- призначення властивостей;
- призначення граничних умов;
- створення сітки кінцевих елементів;
- розрахунок.

Результатами розрахунку програми є розраховані значення температур у вузлах сітки кінцевих елементів і величина потужності теплового потоку.

За обчисленими значеннями температур вибудовуються ізолінії температурних полів. Подальше визначення приведенного опору теплопередачі за отриманими результатами дозволяє кількісно оцінити рівень теплозахисту досліджуваної конструкції.

Математичне моделювання в програмі «ELCUT» версії 5.10.1 фрагмента огорожувальної конструкції здійснювалося при обов'язковому дотриманні наступних умов:

- геометричні розміри тотожні розмірам фрагмента;
- фізико-технічні характеристики приймаються аналогічними характеристикам досліджуваного фрагмента;
- граничні умови для модельованого фрагмента приймаються аналогічними граничним умовам, за яких визначався приведений опір теплопередачі в проведених відповідно до вимог нормативу.

Приведений опір теплопередачі визначався за формулою:

$$R_o^{np} = \frac{\Delta t}{(\int_A q dA) / A},$$

де Δt – температурний напір, °С; A – площа фрагмента огорожувальної конструкції, м²; $\int_A q dA$ – усереднений по площі фрагмента потік теплоти, Вт/м².

Вплив наявності дубеля або кронштейна на теплотехнічну однорідність фрагмента враховувався множенням на коефіцієнт впливу відповідного теплопровідного включення. Так, визначені в програмі «ELCUT» коефіцієнти впливу одного дубеля і одного кронштейна, з урахуванням заданих характеристик фрагмента огорожувальної конструкції, дорівнюють відповідно $k_D = 0,983$, $k_{KP} = 0,932$.

При моделюванні впливу дефекту відшарування теплоізоляційного шару від несучої основи необхідно було задати температуру повітря в прошарку і коефіцієнт теплообміну у відшаруванні.

Для визначення коефіцієнта теплообміну в відшаруванні була використана методика К.Ф. Фокіна. Коефіцієнт теплообміну в відшаруванні визначається сумою конвективної і променистої складових теплообміну:

$$\alpha_{np} = \alpha_K + \alpha_{\lambda}.$$

Конвективна складова теплообміну, що характеризує величину віддачі тепла природною конвекцією – α_K – визначається залежно від швидкості повітря за формулою Франка:

$$\alpha_K = 7,34v^{0,656} + 3,78e^{-1,91v},$$

де v – швидкість повітря в прошарку, м/с; e – основа натуральних логарифмів, ($e = 2,718$).

Промениста складова теплообміну визначається за законом променистого теплообміну Стефана-Больцмана:

$$\alpha_{\lambda} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_0}} \frac{\left[\frac{t_1 + 273}{100} \right]^4 - \left[\frac{t_2 + 273}{100} \right]^4}{t_1 - t_2},$$

де C_1, C_2 – коефіцієнти випромінювання поверхонь, Вт/м² К⁴; C_0 – коефіцієнт випромінювання абсолютно чорного тіла, Вт/м² К⁴; t_1, t_2 – температури поверхонь, °С.

Для визначення температури повітря в прошарку використовувалася методика розрахунку проф. В.Д. Мачинського. Рух повітря в відшаруванні може виникати через дію теплового напору або через вплив напору вітру.

Кількість повітря, що проходить через відшарування шириною 1 м, визначається формулою:

$$W = 3600v\delta\gamma,$$

де v – швидкість повітря в прошарку, м/с; δ – товщина відшарування, м; γ – щільність повітря, кг/м³.

Температура повітря в відшаруванні на відстані x , м від входу повітря в відшарування визначається формулою:

$$t_x = \frac{A + [t_0(k_B + k_H) - A] \cdot e^{-\frac{k_B + k_H}{Wc}}}{k_B + k_H},$$

де t_0 – температура повітря, що входить в відшарування, °С; e – основа натуральних логарифмів, ($e = 2,718$); W – кількість повітря, що проходить через

відшарування шириною 1 м, кг/год; c – питома теплоємність повітря, кДж/кг $^{\circ}$ С; k_B – коефіцієнт теплопередачі частини огорожі від внутрішнього повітря до повітря у відшаруванні, Вт/м 2 $^{\circ}$ С; k_H – коефіцієнт теплопередачі частини огорожі від повітря у відшаруванні до зовнішнього повітря, Вт/м 2 $^{\circ}$ С; $\dot{A} = k_B \cdot t_{int} + k_H \cdot t_{ext}$, Вт/м 2 ; t_{int} – температура внутрішнього повітря, $^{\circ}$ С; t_{ext} – температура зовнішнього повітря, $^{\circ}$ С.

Ширина входу повітря в прошарок приймалася рівною 0,002 м, згідно з допусками технічних свідоцтв фасадних систем. Температура повітря в відшаруванні і швидкість повітря в відшаруванні визначалися ітераційно до тих пір, поки значення температури повітря в відшаруванні, отримані розрахунковим шляхом, не дали достовірного узгодження. На першому кроці ітерації швидкість повітря в відшаруванні була прийнята рівною 0,05 м/с, що більш ніж на порядок менше швидкості руху повітря поблизу входу в відшарування. В результаті розрахунку швидкість руху повітря в відшаруванні дорівнює 0,075 м/с. Геометрична схема фрагмента, сітка кінцевих елементів, температурне поле перетину фрагмента огорожувальної конструкції при моделюванні кожного характерного дефекту наведені на рис. 7.

Результати комп'ютерного імітаційного моделювання процесу теплообміну при оцінці впливу характерних дефектів будівельних робіт при влаштуванні фасадних систем наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Результати комп'ютерного імітаційного моделювання при визначенні рівня теплозахисту фрагмента огорожувальної конструкції

№ етапа	Объект исследования	$t_{ext}, ^{\circ}\text{C}$	$t_{int}, ^{\circ}\text{C}$	$R_O^{np} ELCUT,$ (м 2 · $^{\circ}$ С)/Вт
1	ФОК + 8 дюбелей	-29,9	30,3	3,39
2	ФОК + 8 дюбелей + отслоение (0,01 м) плит утеплителя от основания	-30,0	28,4	1,58
3	ФОК + 8 дюбелей + 2 зазора в стыке плит утеплителя (0,01 м)	-30,0	29,9	2,41
4	ФОК + 6 дюбелей + 2 кронштейна (0,00 м)	-29,8	30,1	3,20
5	ФОК + 6 дюбелей + 1 кронштейн (0,00 м) + зазор в стыке кронштейна с плитой утеплителя (0,015 м)	-28,9	30,5	3,10

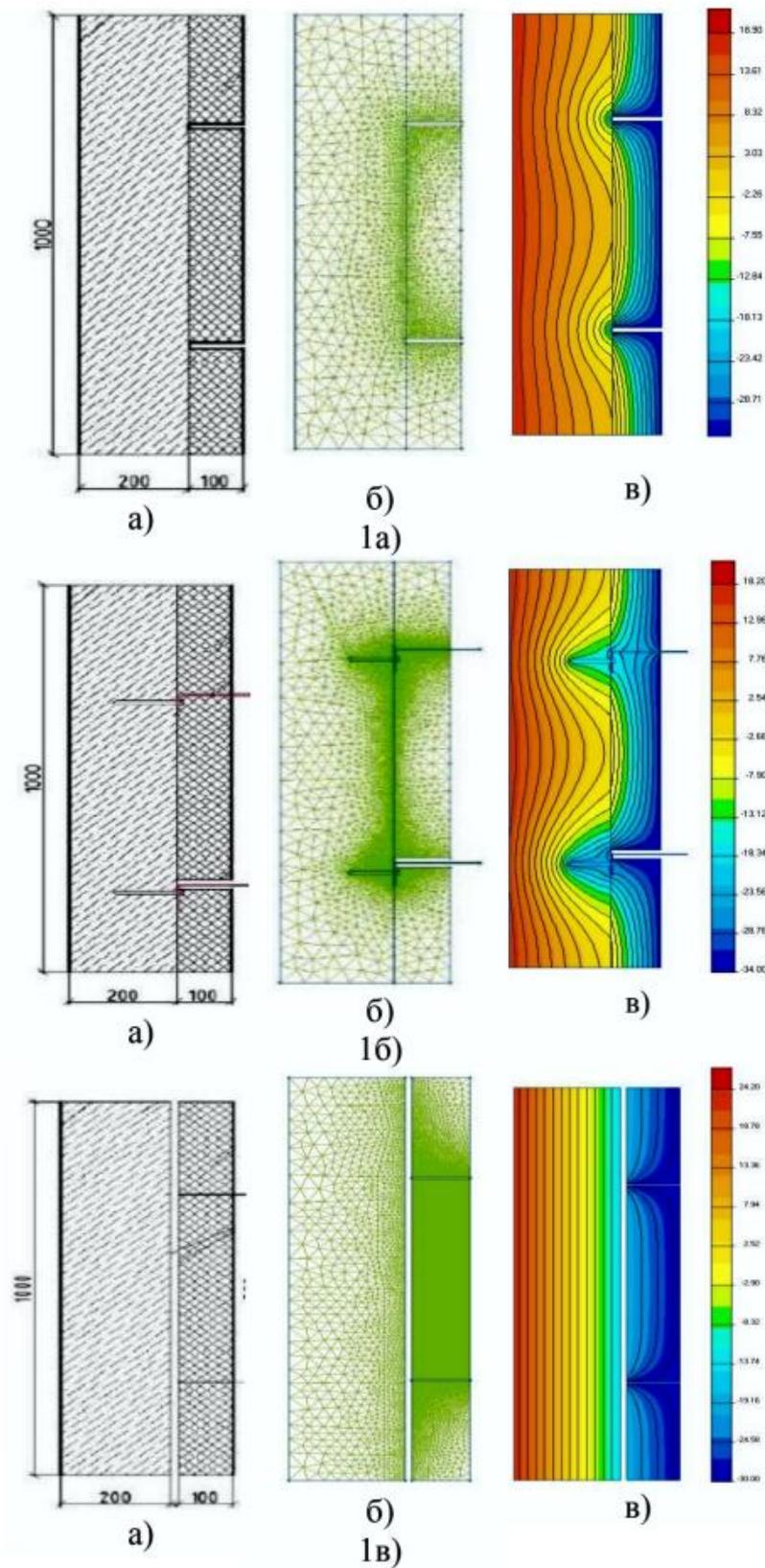


Рисунок 7 – Дефекти влаштування зовнішньої теплоізоляції: 1а) зазор у стику плит утеплювача; 1б) зазор у стику кронштейна з плитою утеплювача; 1в) відшарування плит утеплювача від основи; а) геометрична схема фрагмента; б) сітка кінцевих елементів; в) температурне поле перетину фрагмента

Аналіз результатів комп'ютерного імітаційного моделювання встановив, що кількісний вплив зазору ($t = 0,01$ м) в стику плит утеплювача на теплозахисні властивості фрагмента огорожувальної конструкції з фасадних систем склав ($-14,5$ %); вплив зазору ($t = 0,015$ м) в стику кронштейна з плитою утеплювача склав ($-3,1$ %); вплив відшарування ($t = 0,01$ м) плит утеплювача від основи склав ($-53,4$ %).

8.7.4 Методика дослідження впливу дефектів будівельних робіт на рівень теплозахисту фрагмента огорожувальної конструкції з влаштуванням фасадних систем з використанням програми «ELCUT»

В даний час для визначення теплозахисних властивостей застосовується комп'ютерне імітаційне моделювання теплового режиму зовнішніх огорожувальних конструкцій. Спеціалізовані програмні продукти дозволяють з високим ступенем точності моделювати температурні поля конструкцій різної складності. Аналіз температурних полів дозволяє визначити відповідність або невідповідність досліджуваної конструкції санітарно-гігієнічним і поелементним вимогам нормативу.

Аналізу температурних полів зовнішніх огорожувальних конструкцій присвячені роботи В.Г. Гагаріна, Н.С. Гур'янова, С.В. Корнієнка, П.В. Монастирєва, Ю.А. Табунщикова, К.Ф. Фокіна та ін. До теперішнього часу розрахунок температурних полів проводився на етапі проектування для врахування впливу різних теплопровідних включень і конструктивних особливостей на теплотехнічну однорідність конструкції. Вплив дефектів теплозахисту, що виникають на етапі виконання будівельних робіт, на теплотехнічну однорідність реальної конструкції залишався невизначеним. Проведені дослідження довели адекватність використання комп'ютерного імітаційного моделювання, а саме програми «ELCUT», для дослідження впливу дефектів будівельних робіт на рівень теплозахисту.

Було проведено математичний експеримент з використанням програми

«ELCUT» для дослідження впливу дефектів пристрою НФС на рівень теплозахисту 1 м^2 фрагмента стінової огорожувальної конструкції, з кількісною оцінкою впливу кожного характерного дефекту.

Побудова геометричної схеми фрагмента огорожувальної конструкції визначається модельованим дефектом, конструктивними особливостями і теплопровідними включеннями досліджуваного фрагмента.

При заміні реального фрагмента огорожувальної конструкції з фасадними системами математичною моделлю було прийнято припущення про відмову внесення в геометричну схему фрагмента таких факторів, як геометричні, теплофізичні характеристики та якість пристрою: кляммерів, напрямних, повітряного зазору, захисно-декоративного екрану.

У табл. 2 наведені досліджувані фактори (дефекти) і кодовані значення рівнів факторів. Фактори варіюються на рівнях (-1) і (+1).

Таблиця 2 – Досліджувані фактори та рівні варіювання

Позначення фактора	Найменування фактора	Натуральне значення фактора, що відповідає рівню варіювання		
		min. (-1)	av.	max. (+1)
X_1	Зазор у стику плит утеплювача, м	0	-	0,01
X_2	Зазор у стику кронштейна з плитою утеплювача, м	0	-	0,015
X_3	Відшарування плит утеплювача від основи, м	0	-	0,01
X_4	Відхилення від проектного значення товщини основи, м	0,12	0,38	0,64
X_5	Відхилення від проектного значення коефіцієнта теплопровідності матеріалу основи, Вт/м С	0,12	1,09	2,05
X_6	Відхилення від проектного значення товщини теплоізоляційного шару, м	0,04	0,145	0,25
X_7	Відхилення від проектного значення коефіцієнта теплопровідності матеріалу теплоізоляційного шару, Вт/м С	0,032	0,061	0,09
X_8	Відхилення від проектного значення товщини кронштейна, м	0,0012	0,0031	0,005
X_9	Відхилення від проектного значення коефіцієнта теплопровідності матеріалу кронштейна, Вт/м С	58	140	221
X_{10}	Зазор у деформаційному шві між основою та плитою перекриття, м	0	-	0,05
X_{11}	Відхилення від проектного значення коефіцієнта теплопровідності матеріалу заповнення деформаційного шва між основою і плитою перекриття, Вт/м С	0,035	-	0,93

При визначенні впливу факторів відхилень від технологічних допусків при виконанні робіт (X1, X2, X3, X10) на теплозахист фрагмента досліджуваній фактор варіювався від мінімального до максимального значення, інші фактори відхилень від технологічних допусків приймалися на мінімальному рівні, а фактори відхилень від необхідних параметрів матеріалів (X4, X5, X6, X7, X8, X9, X11) приймалися на середньому рівні.

При визначенні впливу факторів відхилень від необхідних параметрів матеріалів на теплозахист фрагмента відхилення від технологічних допусків при виконанні робіт приймалися на мінімальному рівні, досліджуваній фактор варіювався від мінімального до максимального значення, інші фактори відхилень від необхідних параметрів матеріалів приймалися на середньому рівні.

В якості досліджуваного параметра було прийнято значення приведенного опору теплопередачі, як основної характеристики теплозахисту.

При варіюванні значень досліджуваних факторів від мінімального значення до максимального рівень теплозахисту фрагмента змінювався від (–65,2 %) до (+286,2 %).

Найбільш істотний «позитивний» вплив має товщина теплоізоляційного шару (+286,2 %) (рис. 8).

Істотний вплив мав і коефіцієнт теплопровідності утеплювача (–57,5 %). Встановлено, що при збільшенні теплозахисних характеристик теплоізоляційного шару вплив дефектів теплозахисту зростає. Значний вплив на рівень теплозахисту мав коефіцієнт теплопровідності основи (–51,9 %); істотно менший кількісний вплив мала величина товщини основи (+17,7 %).

Найбільш істотний «негативний» вплив мав фактор відшарування теплоізоляційного шару від основи (–65,2 %). При проведенні дослідження була прийнята швидкість руху повітря у відшаруванні 0,05 м/с, яка в 1,5 рази менше швидкості руху повітря у відшаруванні при проведенні лабораторних випробувань. Таким чином, навіть таке мале значення величини швидкості руху повітря у відшаруванні має істотний вплив на теплозахисні властивості стінових огорожувальних конструкцій. Фактор зазору в стику плит

утеплювача вплинув на теплозахист фрагмента (-34,5 %) в розглянутому інтервалі значень.

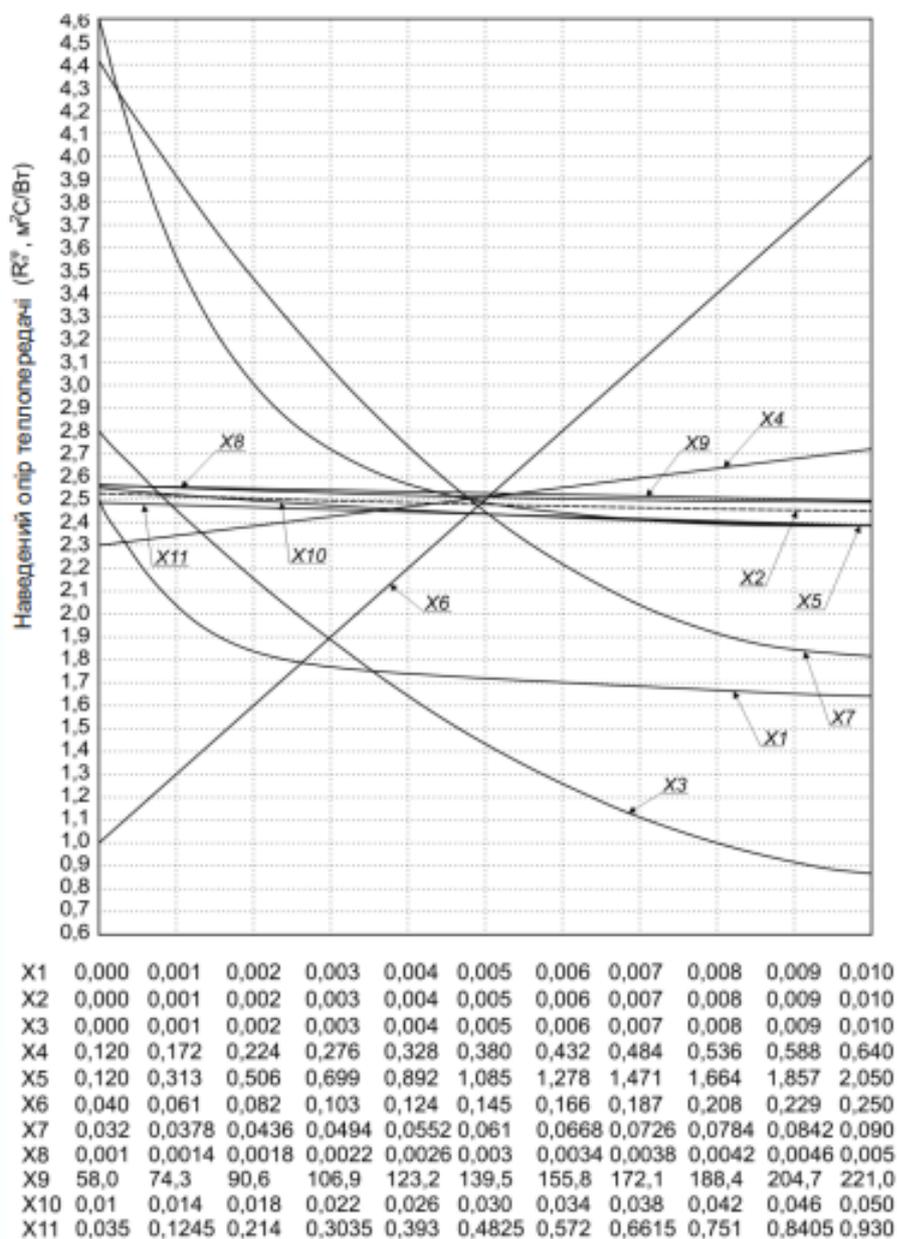


Рисунок 8 – Залежність наведеного опору теплопередачі стінової огорожувальної конструкції від факторів X1 – X11

Більш «слабкий» вплив на теплозахисні властивості фрагмента мали фактори X2 (-3,3 %); X8 (-2,7 %); X9 (-3,0 %); X10 (-6,6 %); X11 (-3,6 %). Проте, малий кількісний вплив факторів X2 і X10 не відносить дані фактори до незначних. При відшаруванні теплоізоляційного шару від основи наявність даних факторів є однією з необхідних умов для «негативного» впливу фактора

відшарування теплоізоляційного шару від основи. Фактор X11 має незначний вплив на теплозахисні властивості і в подальшому дослідженні не розглядався.

Аналіз результатів дослідження впливу розглянутих факторів на рівень теплозахисту показав, що кількісні оцінки впливу кожного фактора значно різняться. Однак, спільний вплив факторів не визначений.

Для усунення цієї невизначеності необхідно кількісно оцінити внесок кожного фактора в теплотехнічну однорідність конструкції з вибором найбільш значущих факторів.

Також було визначено вплив значення теплопровідності матеріалу стіни на коефіцієнт теплопередачі (рис. 9) та значення коефіцієнтів теплопередачі в залежності від товщини шару теплоізоляції для фасаду (рис. 10).

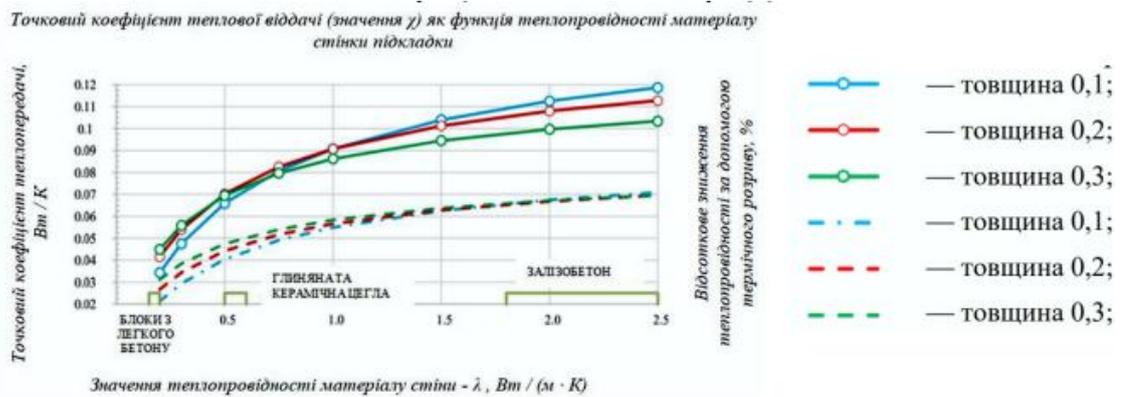


Рисунок 9 – Вплив значення теплопровідності матеріалу стіни на коефіцієнт теплопередачі

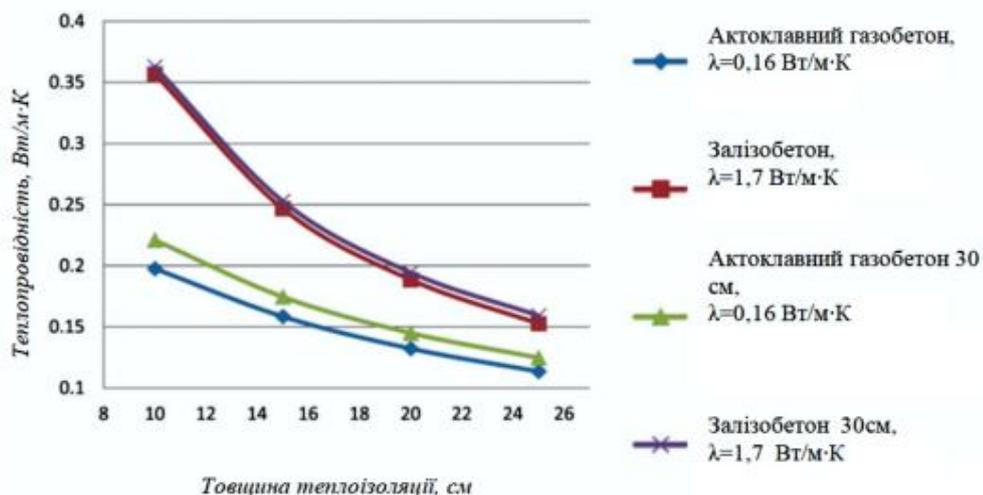


Рисунок 10 – Значення коефіцієнтів теплопередачі в залежності від товщини шару теплоізоляції для фасаду

8.8 Загальні висновки

1. Найбільш перспективним напрямком підвищення енергетичної ефективності будівель є вдосконалення організаційно-технологічних рішень влаштування зовнішніх огорожувальних конструкцій цивільних будівель. Для цього необхідним є виконання таких умов: забезпечення вимог нормативної документації та технічних регламентів у сфері енергозбереження та підвищення енергоефективності; підвищення рівня якості будівельно-монтажних робіт; визначення реальних теплозахисних характеристик будівель, що будуються, експлуатуються та реконструюються.

2. Перспективним напрямком підвищення енергетичної ефективності будівель, що споруджуються та реконструюються, є забезпечення належного будівельного контролю при влаштуванні зовнішніх огорожувальних конструкцій. Організація будівельного контролю та розробка методів оцінки якості влаштування фасадних систем з урахуванням параметрів енергетичної ефективності є необхідною умовою встановлення балансу між прийнятими проектними рішеннями та фактичним виконанням будівельних робіт.

3. Практика будівництва та діагностика дефектів зовнішніх огорожувальних конструкцій на споруджуваних будівлях визначають науковий і практичний інтерес у встановленні впливу дефектів будівельних робіт з влаштування фасадних на рівень теплозахисту, що дозволяє дати фактичну оцінку рівня теплозахисту споруджуваних і реконструйованих будівель, що є особливо актуальним у житлово - комунальній сфері.

4. В результаті виробничих досліджень були встановлені основні дефекти теплозахисту при влаштуванні фасадних систем: зазор в стику плит утеплювача; зазор в стику кронштейна з плитою утеплювача; відшарування плит утеплювача від основи; відхилення від проектного значення товщини основи; відхилення від проектного значення коефіцієнта теплопровідності матеріалу основи; відхилення від проектного значення товщини утеплювача; відхилення від проектного значення коефіцієнта теплопровідності матеріалу теплоізоляційного шару; зазор у деформаційному шві між основою і плитою перекриття. Отримано статистичні характеристики дефектності для відхилень

від технологічних допусків при виконанні робіт. Рівень дефектності склав 35–45 %.

5. Аналіз результатів комп'ютерного імітаційного моделювання встановив, що кількісний вплив зазору ($t = 0,01$ м) в стику плит утеплювача на теплозахисні властивості фрагмента огорожувальної конструкції з НФС склав (–14,5 %); вплив зазору ($t = 0,015$ м) в стику кронштейна з плитою утеплювача склав (–3,1 %); вплив відшарування ($t = 0,01$ м) плит утеплювача від основи склав (–53,4 %).

6. Розроблена методика розрахунку уточненого значення приведенного опору теплопередачі дозволяє здійснювати приймальний контроль зовнішніх стін з влаштуванням фасадних систем без проведення трудомістких натурних випробувань, а також підвищити достовірність даних енергопаспорта на етапі введення будівлі в експлуатацію з присвоєнням класу енергетичної ефективності.

Список використаних джерел:

1. Планування і забудова територій: ДБН Б.2.2-12:2019. Київ: Мінрегіонбуд України, 2019. 183 с.
2. Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва: ДБН А.2.2-3-2014. Київ: Мінрегіонбуд України, 2014. 36 с.
3. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. 127 с.
4. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2016. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства, 2017. 37 с.
5. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування: ДБН В.2.6-33:2018. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства, 2018. 37 с.
6. Будівельні матеріали. Матеріали нерудні для щибених і гравійних основ та покриттів автомобільних доріг Загальні технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-30:2013. Київ: Мінрегіонбуд України, 2013. 66 с.
7. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги: ДСТУ Б В.2.6-34:2008. Київ: Мінрегіонбуд України 2009, 20 с.
8. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови: ДСТУ Б В.2.6-36:2008. Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. 35 с.
9. Будівельні матеріали. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-119:2011. Київ: Мінрегіонбуд України, 2012. 59 с.
10. Будівельні матеріали. Плити бетонні тротуарні. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-238:2010. Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. 27 с.
11. Будівельні матеріали. Камені бетонні і залізобетонні бортові (ГОСТ 6665-91, MOD): ДСТУ Б В.2.7-237: 2010. Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. 55

с.

12. Будівельні матеріали. Цегла та камені силікатні. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-80:2008. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 27 с.

13. Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові і лицьові. Технічні умови (EN 771-1:2003, NEQ): ДСТУ Б В.2.7-61:2008 Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 33 с.

14. Будівельні матеріали. Вироби бетонні стінові дрібноштучні. Технічні умови (EN 771-3:2003, NEQ): ДСТУ Б В.2.7-7:2008. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 52 с.

15. Блоки віконні та дверні полівінілхлоридні. Загальні технічні умови: ДСТУ Б В.2.6-15:2011. Київ: Мінрегіонбуд України, 2012. 42 с.

16. Житлові будинки. Основні положення: ДБН В.2.2-15-2005. Київ: Державний комітет України з будівництва та архітектури, 2005. 76 с.

17. Опалення, вентиляція та кондиціонування: ДБН В.2.5-67:2013. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства, 2013. 147 с.

18. Блоки дверні металеві протиударні входні в квартири. Загальні технічні умови: ДСТУ Б В.2.6-11:2011. Київ Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2012. 23 с.

19. Інженерне обладнання споруд, зовнішніх мереж. Труби чавунні каналізаційні і фасонні частини до них Технічні умови (ГОСТ 6942-98): ДСТУ Б.В.2.5-25:2005. Київ: Мінрегіонбуд України, 2005. 26 с.

20. Настанова з монтажу внутрішніх санітарно-технічних систем (СНиП 3.05.01-85, MOD): ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства, 2013. 29 с.

21. Газопостачання. Інженерне обладнання будинків і споруд: ДБН В.2.5-20-2018. Київ: Мінрегіонбуд України, 2019. 113 с.

22. Зображення умовні графічні електрообладнання та проводок на планах: ДСТУ Б А.2.4-19:2008. Київ: Мінрегіонбуд України, 2019. 15 с.

23. Навантаження і впливи. Норми проектування: ДБН В.1.2-2:2006. Київ:

Мінбуд України, 2006. 60 с.

24. Метали. Метод випробування на розтяг металів і сплавів за низьких та криогенних температу: ДСТУ 7305:2013. Київ: Мінекономрозвитку України, 2014. 14 с.

25. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення: ДБН В.2.5-23:2010. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 169 с.

26. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення: ДБН В.2.5-23:2010. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 109 с.

27. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок (ДНАОП 0.00-1.32-01): НПАОП 40.1-1.32-01. Київ: Держнаглядохоронпраці, 2001. 78 с.

28. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд: ДСТУ Б В.2.5-38:2008. Київ: Мінрегіонбуд України, 2008. 72 с.

29. Пожежна безпека об'єктів будівництва Загальні вимоги: ДБН В.1.1-7:2016. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2017. 39 с.

30. Майданчики і сходи для будівельно-монтажних робіт: ДСТУ Б В.2.8-44:2011. Київ: Мінрегіонбуд України, 2012. 16 с.

31. Внутрішній водопровід та каналізація: ДБН В.2.5-64:2012. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. 113 с.

32. Житлові будинки. Основні положення: ДБН В.2.2-15:2019. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. 42 с.

33. Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва: ДБН В.1.1.7-2002. Київ: Держбуд України, 2003. 87 с.

34. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення: ДБН А.3.2-2-2009. Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2012, 14 с.

35. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення: ДБН В.2.1-10:2018. Київ: Мінрегіонбуд України, 2018. 36 с.

36. Настанова щодо проведення земляних робіт та улаштування основ і фундаментів: ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013. Київ: Мінрегіонбуд України, 2013. 88 с.
37. Охорона праці і промислова безпека в будівництві: ДБН А.3.2-2-2009. Київ: Мінрегіонбуд України, 2012. 94 с.
38. Економіка підприємства: Підручник/ За заг.ред С.Ф.Покропивного. – Вид.2-ге, перероб. та доп. – К.: КНЕУ, 2001. – 528с.,іл.
39. Економічний аналіз: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. За ред. проф. Ф.Ф. Бутинця. – Житомир: ПП “Рута”, 2003. – 680 с.
40. ДБН В.2.3-15:2007. Споруди транспорту. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів. – введ. 2007-08-01. – К.: Мінрегіонбуд України, 2007. – 36 с.
41. Екологія та автомобільний транспорт. Навчальний посібник / [Юрій Гутаревич, Дмитро Зеркалов, Анатолій Говорун та ін.] – К.: Арістей, 2008. – 291 с.
42. Бересневич П. В. Екологія гірничого виробництва / Бересневич П. В, Вілкул Ю. Г., Голишев А. М. – Кривий Ріг: Мінерал, 1998. – 152 с.
43. Оситнянко А. П. Планування розвитку міста: Монографія / А. П. Оситнянко. – К.: КНУБА, 2005. - 385 с.
44. Ключниченко Є. Є. Соціально-економічні основи планування та забудови міст / Є. Є. Ключниченко. – К.: Укрархбудінформ, 1999. – 348 с.
45. Ключниченко Є. Є. Формування житлового середовища: Навчальний посібник / Є. Є. Ключниченко. – К.: КНУБА, 2006. – 164 с.
46. Ціноутворення у будівництві: збірник офіційних документів та роз’яснень. – К.: Інпроект ,2012. – №11,128с.
47. Стельмах О.В. Містобудівні принципи і методи формування системи паркування легкових індивідуальних автомобілів в крупних та найкрупніших містах України: автореф. дис. на здобуття наук, ступеня канд. техн. наук : спец. 05.23.20 „Містобудування та територіальне планування” / О. В. Стельмах. – Київ, 2004. – 16, [1] с.
48. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів: ДБН В.2.3-15:2007.

Київ: Мінрегіонбуд України, 2007. 40 с.

49. П.І. Кривошеєв. “Науково-технічні проблеми координації дій щодо захисту будівель, споруд і територій зі складними інженерно-геологічними умовами”. // Будівництво України. – 2001. – № 6. – С. 16-19.

50. ДБН А.3.1-5-96. Управління, організація і технологія. Організація будівельного виробництва / Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 1996. – 66 с.

51. Городецкий О.С. Деякі питання проектування фундаментних конструкцій висотних будинків. // Будівництво України. – 2004. – № 2. – С. 39-43.

52. R.V.I. Brinkgreve. P.A. Vermeer. PLAXIS B.V. Version 7. – Rotterdam, Brookfield, 1998. – 70 p.

53. Шилов Е.Й., Гойко А.Ф. Економіка будівництва. Інвестиції та їх регулювання. Визначення ефективності інвестиційних проектів. – К.: КНУБА, 2003. – 84 с.

Додатки

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Міжнародна науково-технічна конференція

Матеріали конференції

**РОЗВИТОК ПРОМИСЛОВОСТІ
ТА СУСПІЛЬСТВА**



Кривий Ріг - 2025

Р.О. ТИМЧЕНКО, д-р техн. наук, проф., Д.А. КРІШКО, канд. техн. наук, доц.,
О.Б. НАСТИЧ, канд. техн. наук, доц., І.Р. ГУДЗОВСЬКИЙ, Д.М. МУСІЄНКО, магістранти
Криворізький національний університет

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПАРАМЕТРІВ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Практика й аналіз досвіду різних країн у розв'язанні проблем енергозбереження показує, що найефективнішим шляхом її розв'язання є скорочення втрат тепла через зовнішні огорожувальні конструкції будівлі та їх довговічність.

Для реалізації нових вимог щодо теплоізоляції огорожувальних конструкцій будівель, перш за все, було необхідно радикально підвищити вимоги до теплоізоляційних властивостей матеріалів, що застосовуються в будівництві для створення теплоізоляційних «оболонки» будівель.

Це призвело до широкого розповсюдження різних теплоізоляційних матеріалів у вигляді полегшених виробів з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda \leq 0,10$ Вт/(м²·К), а огорожувальні конструкції перетворилися на дво-, тришарові «композиції», складені з несучих високоміцних матеріалів і теплоізоляційних «шарів» будівлі. Усі сучасні ефективні теплоізоляційні матеріали мають приблизно однакову теплопровідність, у межах 0,04 Вт/(м²·К).

Основними причинами погіршення параметрів теплоізоляційних матеріалів є їх руйнування та зміна фізичних параметрів унаслідок накопичення вологи в теплоізоляційному матеріалі, що призводить до зменшення термічного опору утеплювача, а також фазові переходи води. При замерзанні вода збільшується в об'ємі, при відтаванні – зменшується. Тому теплоізоляція актуальна тільки в разі її виконання сухим матеріалом. Утеплювач сухий – працює як теплоізоляція, а зволоження утеплювача всього на 2-5% знижує його теплоізоляційні властивості на 20-30% і більше.

Під час вибору утеплювача за теплопровідністю слід звертати увагу, який саме коефіцієнт теплопровідності вказує виробник. Найчастіше він вводить покупців в оману, вказуючи «сухі» коефіцієнти (за відносної вологості 0%). Насправді ж теплоізоляційні властивості матеріалів необхідно порівнювати за фактичними значеннями коефіцієнтів теплопровідності, які відрізняються від початкової теплопровідності щонайменше на 20-30 % у бік збільшення.

Сучасні ефективні будівельні теплоізоляційні матеріали мають володіти такими якостями: їхнє виробництво має мінімально використовувати природні ресурси та максимально відходити інших виробництв; підвищена довговічність і міцність за зниженої щільності матеріалу; технологічність у виробництві, застосуванні та рециклізації; наявність можливості рециклізації після закінчення терміну експлуатації.

Матеріали можуть бути легкими, економічними, екологічно чистими, енергоефективними, негорючими, довговічними, технологічними.

Енергоефективність матеріалів-утеплювачів оцінюється наведеним коефіцієнтом теплопровідності (що дорівнює відношенню товщини до наведеного опору теплопередачі). Технологічність матеріалу оцінюється показниками трудовитрат і термінів монтажу. Низька теплопровідність усіх теплоізоляційних матеріалів зумовлена наявністю в них порожнин і пор, заповнених повітрям.

Теплоізоляційні матеріали розрізняються за характером пор: пори бувають відкриті та закриті.

Сьогодні немає єдиної методики оцінки техніко-економічної ефективності наявних або проєктованих огорожувальних конструкцій будівлі. Визначення ефективності ґрунтується на порівнянні таких показників: приведені витрати, кошторисна вартість, внутрішня норма прибутковості, період окупності капітальних вкладень, індекс прибутковості, інвестиційний прибуток та інше. Але жоден із цих критеріїв не є самодостатнім для прийняття рішення про те, які утеплювачі є оптимальними.

Критеріями надійності матеріалів-утеплювачів є показники, що визначають надійність всієї конструкції щодо збереження теплозахисних властивостей в умовах експлуатації протягом заданого часового періоду.

Доповідь присвячено оцінці ефективності параметрів теплоізоляційних матеріалів.

Р.О. ТИМЧЕНКО, д-р техн. наук, проф., Д.А. КРИШКО, О.Б. НАСТИЧ, кандидати техн. наук, доценти,
І.Р. ГУДЗОВСЬКИЙ, Д.М. МУСІЄНКО, магістранти
Криворізький національний університет

КРИТЕРІЇ ВИБОРУ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Вимоги до теплоізоляції істотно різняться залежно від призначення та умов експлуатації, при цьому завдання будь-якої теплоізоляційної системи – стійкий і довготривалий захист ізолюваних поверхонь від теплопередачі.

Теплоізоляція повинна відповідати таким вимогам: експлуатаційна надійність і довговічність, тобто здатність витримувати без зниження теплозахисних властивостей і руйнування; експлуатаційні, температурні, механічні, хімічні та інші впливи протягом розрахункового терміну експлуатації; безпека для довкілля і людей під час будівництва та експлуатації; ефективність. Основною характеристикою теплоізоляційних матеріалів є коефіцієнт теплопровідності.

Вибір теплоізоляційних матеріалів-утеплювачів проводиться на основі порівняльного аналізу показників властивостей, значущих для даної конструкції. Властивість утеплювача є критерієм для порівняння. Найпростіший приклад – величина коефіцієнта теплопровідності. Чим він вищий, тим більша товщина шару утеплювача необхідна в огорожувальній конструкції. Не менш важливими критеріями вибору є коефіцієнт паропроникності, механічна міцність і стабільність геометричних розмірів, вогнестійкість, стійкість до впливу комах, зручність у роботі та екологічні аспекти.

Критеріями надійності утеплювачів є показники, що визначають надійність всієї конструкції щодо збереження теплозахисних характеристик в умовах експлуатації протягом заданого періоду часу. Вкрай важливим є збереження нерозривності шару теплової ізоляції. Не менш важливим є і збереження первісної товщини протягом усього терміну служби конструкції, стабільність геометричних розмірів і форми за заданої вологості та температури.

Для навантажених теплоізоляційних шарів, безумовно, найважливішими критеріями надійності є міцнісні та деформаційні показники. Представлення властивостей і характеристик теплоізоляційних матеріалів, з їхнім умовним поділом на фізичні та механічні, є зручним для практичного застосування кінцевими споживачами готової будівельної продукції.

Орієнтуватися в такій системі класифікації досить просто, а найголовніше, що вона дає змогу проводити коректне порівняння різних теплоізоляційних виробів під час обґрунтування ефективності огорожувальної конструкції.

У світі існують різні класи ефективних теплоізоляційних матеріалів. На ринку представлено матеріали високого класу для створення надійних і довговічних будівельно-архітектурних рішень, а також матеріали середнього рівня споживчих характеристик, за допомогою яких можна реалізовувати економічні та швидкоокупні, хоча й недовговічні проекти.

Основні види застосовуваних теплоізоляційних матеріалів: неавтоклавний пінобетон (щільністю 100-250 кг/м³); мінераловатні вироби у вигляді матів, плит, шкаралуп, циліндрів тощо. (кам'яна і скляна вата); пінополістирол (спінений і екструдований); пінополіуретан; ековата; спінений каучук; спінений поліетилен; піноскло; вакуумна теплоізоляція; відбивна теплоізоляція; технічна теплоізоляція; інші види теплоізоляції.

За структурою теплоізоляційні матеріали умовно можуть бути розділені на дві групи: «ватяні» і «пінні» із закритими порами, порожнинами, заповненими газами або повітрям, що не сполучаються, і відкритими порами – пористі матеріали, що характеризуються сполучними між собою порожнинами.

До ватних утеплювачів відносять теплоізоляційні матеріали, виготовлені з мінеральних або органічних волокон. До пінних утеплювачів належать матеріали, отримані шляхом затвердіння піни з мас різного хімічного складу.

Досвід будівництва та експлуатації будівель останніх років показав, що найменш вивченим виявилось питання довговічності теплоізоляційного матеріалу в багатшаровій огорожі. Теплофізичні властивості теплоізоляційних матеріалів, які застосовують під час будівництва, вивчені недостатньо; в ефективного утеплювача немає встановленого нормативного терміну служби для конкретних кліматичних умов і заданих режимів експлуатації.

Доповідь присвячено обґрунтуванню критеріїв вибору теплоізоляційних матеріалів.

Міністерство освіти і науки України
Одеська державна академія будівництва та архітектури
Одеська міська рада
University North (Хорватія)
Slovak University of Technology in Bratislava (Словаччина)
ДП Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій
Академія будівництва України



ЗБІРКА ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ

**VI міжнародної науково-практичної
конференції**

***ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕКОНСТРУКЦІЯ
БУДІВЕЛЬ І СПОРУД***

25-26 вересня 2025 р.

м. Одеса

ЗАСТОСУВАННЯ ЕФЕКТИВНИХ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

**Тімченко Р.О., д.т.н., проф., Крішко Д.А., к.т.н., доц.,
Настич О.Б., к.т.н., доц., Стець Д.М., маг., Мініна І.І., маг.,
Гудзовський І.Р., маг., Криворізький національний університет**

До теплоізоляційних відносяться матеріали, які призначені для максимально можливого зниження теплового потоку, забезпечення стабільного температурного режиму всередині ізолюваного об'єму за рахунок низького коефіцієнта теплопровідності. Вибір ґрунтується на умовах експлуатації, до яких відносяться кліматичні умови, температурний режим з обох сторін від теплоізоляції, наявність вологи та ін. Також важливі низька щільність для зниження вагового навантаження, низьке водопоглинання, паро- і водонепроникність, які необхідні через те, що при насиченні водою теплотехнічні характеристики матеріалу різко знижуються. Важливе значення мають міцність, жорсткість, зносостійкість, морозостійкість, біостійкість, довговічність, легкість монтажу, екологічна та пожежна безпека.

Мінераловатна теплоізоляція є найпоширенішою і широко застосовується. До мінераловатних відносяться матеріали і вироби на основі волокон, одержуваних з силікатних розплавів. Залежно від сировинного матеріалу, з якого отримують силікатний розплав, розрізняють такі види мінеральної вати: кам'яна вата; азбестова вата; базальтова вата; скляна вата (скловата); шлакова вата (шлаковата); каолінова (муллітокремнеземиста, керамічна, алюмосилікатна, полікристалічна) вата; кварцова (кремнеземна) вата; корундова (алюмооксидна, алундова) вата.

Склоподібна теплоізоляція представляє собою теплоізоляційні матеріали і вироби з аморфною (склоподібною) твердою фазою, які отримують з використанням скла, склоутворюючих мінералів або рідкого скла (силікатний клей, канцелярський клей – водний розчин силікатів натрію, калію або їх суміші) в якості сполучного або для отримання наповнювачів. До теплоізоляції на основі рідкого скла відносяться матеріали та вироби, які містять у своєму складі гранули, що отримуються спучуванням так званого склобісеру з рідкого скла, що утворюється в результаті охолодження розплаву силікату натрію або калію, з додаванням тонкомелених мінеральних добавок (вапняк, зола, кварцовий пісок). До найбільш поширених теплоізоляційних

матеріалів для будівельної та технічної теплоізоляції з цими наповнювачами відносяться: склосилікат; склофосфогель; склоцемент; склогопс; склополімери; склобітум.

Азбестомісткий утеплювач представляє собою матеріали і вироби, що отримуються з використанням волокон хризотилового азбесту: мінераловатні вироби (насипний азбест, азбестові вата, войлок, тканина, картон, папір і шнури), розглянуті вище, і вироби на мінеральних і полімерних в'язучих.

До азбестомісткої теплоізоляції також відносяться асбовермикуліт і асбоперліт (азбестовермикуліт і азбестоперліт), що представляють собою суміші азбесту з спученим вермикулітом або спученим перлітом у вигляді піску. До азбестомісткої теплоізоляції також відноситься матеріал під назвою азболіт, який являє собою цементне в'язуче з азбестовим наповнювачем (азбоцементна фанера, азбофанера).

Одними з найбільш поширених теплоізоляційних матеріалів і виробів теплоізоляції на неорганічній основі є легкі бетони, що представляють собою цементні, вапняні, гіпсові, магнезіальні, золіві або шлакові в'язучі або їх суміші, в яких заповнювачем є природна або техногенна сировина у вигляді щебеню, гравію або піску. Різновидом легких бетонів на гіпсових в'язучих є феррігіпс або паста феррон – матеріал на основі гідроксидів заліза і гіпсового в'язучого з різними заповнювачами. До заповнювачів легких бетонів також відносяться наступні штучні заповнювачі: керамзит; аглопорит; вакуліт; азерит; термоліт; термозит (шлакова пемза).

Схожою з легкими бетонами за складом є група оздоблювальних матеріалів, які називають теплими штукатурками і застосовують для зовнішніх і внутрішніх робіт, закладення щілин, теплоізоляції трубопроводів. До неорганічних наповнювачів теплих штукатурок відносяться гранульоване піноскло, спучені перліт і вермикуліт, алюмосилікатні або скляні мікросфери.

Наступними за поширеністю після легких бетонів є керамічні теплоізоляційні матеріали, низька теплопровідність яких забезпечується високою пористістю (понад 45 %), наявністю наскрізних і не наскрізних вертикальних технологічних порожнин (13-50 % від об'єму) або поєднанням пористості і порожнин, яке реалізовано у виробництві поризованих керамічних блоків, що є конструкційно-теплоізоляційними виробами.

Доповідь присвячена дослідженням застосування ефективних теплоізоляційних матеріалів.

Національний університет
водного господарства
та природокористування



СЕРТИФІКАТ

учасника V-ої Всеукраїнської науково-технічної Інтернет-конференції
«Новітні тенденції розвитку міського будівництва та господарства»

виданий

Ігорю Гудзовському

магістранту Криворізького національного університету

Голова оргкомітету Інтернет-конференції,
ректор НУВГП

Віктор МОШИНСЬКИЙ



23-25 квітня 2025 р., м. Рівне