

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

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему:

**«ПРОЕКТУВАННЯ АДМІНІСТРАТИВНО-
ПОБУТОВОГО КОМПЛЕКСУ З
ВИКОРИСТАННЯМ ЕФЕКТИВНИХ
УТЕПЛЮВАЧІВ»**

Магістрант: гр. ЗПЦБ-24м, Мініна І.І.

Керівник: доцент, к.т.н. Крішко Д.А.

Рецензент: проф., д.т.н. Тімченко Р.О.

Кривий Ріг – 2025 р.

РЕФЕРАТ

Магістерська робота представлена у вигляді графічної частини та пояснювальної записки:

- _____ аркушів креслення
- _____ сторінок текстового документу.

Тема наукового дослідження „Проектування адміністративно-побутового комплексу з використанням ефективних утеплювачів”.

Об'єкт дослідження – конструктивне рішення стінового огороження у складі об'єкта житлового будівництва, що передбачає підвищення енергетичної ефективності конструкцій за допомогою застосування теплоізоляційного матеріалу.

Предмет дослідження – технічні характеристики вищевказаного конструктивного рішення.

Мета дослідження – розробка методики обґрунтування теплотехнічних характеристик стінових конструкцій будівель з використанням засобів оптимізаційного моделювання.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

1. Аналіз існуючого рівня розвитку технічного регулювання в області енергозбереження в будівництві, включаючи контроль параметрів теплозахисту.
2. Аналіз порушень технології влаштування зовнішніх 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 зовнішніх фасадних систем на рівень теплозахисту стінових огорожувальних конструкцій цивільних будівель.
4. Розробка організаційних рішень влаштування зовнішніх фасадних систем, спрямованих на підвищення енергетичної ефективності цивільних будівель.
5. Обґрунтування економічної ефективності розроблених організаційних рішень пристрою зовнішніх фасадних систем з урахуванням параметрів енергетичної ефективності..

У результаті досліджень було:

1. Високе значення ефективності було досягнуто завдяки проведеним дослідженням та заміні традиційних утеплювачів огорожуючих конструкцій на утеплювач ISOVER.

2. За результатами розрахунків ISOVER задовольняє вимогам нормативів, окрім того він має відповідні сертифікати якості та задовольняє санітарно-гігієнічним вимогам.

3. Найкращі показники по вологостному режиму складають від 30 до 60% товщини стіни.

4. Було запропоновано використання конструктивних вузлів зовнішнього огороження з використанням утеплювача ISOVER для збільшення енергоефективності.

5. Фактор мінливості коефіцієнта паропроникності шарів багат шарових зовнішніх стін змінюється протягом року залежно від відносної вологості повітря та вологості в порах матеріалів під час експлуатації.

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 Генеральний план	
1.2 Опис технологічного процесу	
1.3 Об'ємно-планувальні рішення	
1.4 Конструктивні рішення	
1.5 Теплотехнічний розрахунок утеплювача зовнішньої стіни	
Розділ 2. Конструктивно-розрахунковий	
2.1 Обґрунтування вибору конструкцій запроєктованої 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	
Розділ 3. Основи та фундаменти	
3.1 Коротка характеристика об'єкта будівництва	
3.2 Дані інженерно-геологічних вишукувань	
3.3 Визначення глибини закладення фундаменту	
3.4 Збір навантажень на фундамент	
3.5 Визначення габаритів фундаментів	
3.6 Підбір класу бетону та арматури	
3.7 Розрахунок осідання фундаменту в осях 1,4,5,9/А-Г.....	
3.8 Проектування фундаменту під колони в осях 2,3,6,7/А-Г	

- 3.9 Розрахунок осідання фундаменту в осях 2,3,6,7/А-Г
- 3.10 Проектування пальового фундаменту в осях 1,4,5,9/А-Г
- 3.11 Розрахунок осідання пальового фундаменту
- 3.12 Вказівки щодо гідроізоляції фундаментів і технології виконання робіт із влаштування фундаментів

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

- 4.1 Технологічна карта на влаштування монолітного перекриття..
 - 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 монтажних 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 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 конструктивних рішень огорожуючи конструкцій для покращення енергоефективності будівель	
8.8 Загальні висновки	
Список використаних джерел.....	
Додатки.....	
Додаток 1.....	
Додаток 2.....	
Додаток 3.....	

Вступ

Зниження втрат тепла в будівлях і спорудах пов'язане з точним визначенням потоків тепла і температур огорожувальних конструкцій. Так у термодинамічній системі «внутрішня частина будівлі (приміщення) – огорожа – навколишнє повітря (середовище)» баланс теплоспоживання визначається такими потоками тепла:

- втратами тепла через зовнішні огорожувальні конструкції у зовнішнє повітря або в ґрунт (у разі підземної огорожі);
- надходженням тепла за рахунок опалення;
- втратами тепла за рахунок підігріву холодного зовнішнього повітря, що надходить в будівлю при інфільтрації з навітряного боку конструкції, або втратами тепла при інфільтрації теплого повітря з підвітряного боку конструкції.

Економія тепла можлива за всіма трьома перерахованими вище напрямками. При цьому важливо враховувати не тільки кліматичні параметри (температуру зовнішнього повітря взимку і тривалість опалювального періоду) регіону, але і конструкцію стінової огорожі.

У вітчизняній і зарубіжній практиці активно вирішуються питання підвищення класу енергоефективності стінових будівельних конструкцій. Традиційно збільшення енергоефективності стінової конструкції досягається за рахунок збільшення її активного термічного опору.

Основними проблемами теплотехнічного розрахунку огорожувальних конструкцій є вплив різного роду включень на термічний опір:

- сторонніх включень (кронштейнів, дюбелів, кутів тощо). Наявність сторонніх включень спотворює температурне поле конструкції. Включення часто відіграють роль «містків» для потоків тепла;
- геометричних (зміна розмірності області стіни, що виникає при порівнянності розмірів стінової конструкції або при порушенні зв'язності конструкції за рахунок порожнин, заповнених різним матеріалом тощо);
- граничних (неоднорідність розподілу граничних температур стінової конструкції, що призводить до появи додаткових компонентів вектора теплового потоку).

Теплостійкість і акумуляційна здатність стінових огорож будівлі важлива для оцінки теплотехнічних властивостей стінової огорожі при змінних, найбільш реалістичних теплових режимах.

Помилки при оцінці теплотехнічних характеристик будівельних конструкцій можуть призвести до надмірного збільшення активного термічного опору, до ускладнення конструкції стінової огорожі, а також до збільшення капітальних витрат. Ігнорування реактивним опором стінової огорожі може призвести до збільшення експлуатаційних витрат, наприклад, до надмірних витрат на опалення будівель і споруд, до їх «перетопу». Це важливо не тільки для новопроектованих конструкцій, але і для реновації експлуатованих будівель. Вплив включень, неоднорідностей і геометричних, представляє інтерес для розробки об'єктивних і доступних методик теплотехнічного розрахунку конструкцій будівельних огорож..

У архітектурно-будівельному розділі 1 запропоновано планувальне рішення адміністративно-побутового комплексу, що представляє собою будівлю Г-подібної форми.

Будівля триповерхова, з пласким дахом. Розмір у плані становить 30 x 60 м. Приміщення розроблено з урахуванням сучасних вимог, що відбилося в плануванні та габаритах приміщень. Конструктивна схема будівлі – монолітний залізобетонний каркас із несучими колонами на зовнішньому і внутрішньому боках будівлі та ненесучі внутрішні гіпсобетонні перегородки. Жорсткість забезпечується за рахунок замкнених монолітних стінок сходових клітин і торцевих стін на бічних фасадах. Відмітка верху коника +11,050. По стінах виконано вентиляований фасад із керамограніту з утеплювачем 100 мм базальтової вати.

У конструктивно-розрахунковому розділі 2 проведено розрахунок розрахунок збірної плити перекриття розміром 3 x 6 м і представлено її армування, а також у цьому розділі було проведено розташування ригелів та колон з їх специфікацією.

У розділі 3 «Основи та фундаменти» представлено інженерно-геологічний переріз ґрунтів, фізико-механічні характеристики ґрунту, виконано розрахунок

основ по деформаціям та зроблено розрахунок монолітних окремо стоячих фундаментів.

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

У розділі 5 «Безпека життєдіяльності та охорона праці» зроблено розрахунок стропу 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 зовнішньої стіни та розрахунок економічного ефекту.

У науково-дослідному розділі 8 проведено дослідження теплотехнічних характеристик стінових конструкцій.

Окрім пояснювальної записки, у магістерській роботі також представлено креслення формату А-І, загальним обсягом 12 аркушів.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

					<i>КНУ.МР.192.25.343с.05 АР</i>			
<i>Зм</i>	<i>Кіль</i>	<i>Прізвище</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Проектування адміністративно-побутового комплексу з використанням ефективних утеплювачів</i>	<i>Стадія</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Крішко</i>				<i>МР</i>		
<i>Консул.</i>		<i>Тімченко</i>				<i>ЗПЦБ-24М</i>		
<i>Магістр.</i>		<i>Мініна</i>						
<i>Зав.каф</i>		<i>Валовой</i>						

1.1 Генеральний план

Будівництво адміністративно-побутового комплексу (АПК) викликане виробничою необхідністю, оскільки побудований на 670 працівників, не забезпечує необхідних санітарно-гігієнічних умов.

АПК буде розміщене на території, що охороняється, для чого передбачається додатковий пристрій огорожі.

Додаткових постів охорони не передбачається.

Об'єм і структура санітарно-побутового обслуговування виконані відповідно до встановленої чисельності робочих - облікова м найбільш численні зміни приймаються для розрахунку побутових приміщень і пристроїв.

До складу адміністративно-побутового комплексу входить 6 вбиралень блоку різної місткості - три чоловічих вбиралень блоку на 284 місця кожен, два жіночих вбиралень блоку на 95 місць кожен, чоловічий гардеробний блок, для ІТР, на 60 місць.

Вбиральні для вуличного і домашнього одягу, спеціального одягу розміщуються в приміщеннях зального типу.

Приміщення гардеробних блоків розташовані в наступній послідовності при русі тих, що працюють з боку виробництва: гардероб спеціального одягу, перед душова, душова, перед душова-рушнікова, гардероб вуличного і домашнього одягу. Між вбиральнями передбачені проходи минувши душові при русі на виробництво.

Прання спеціального одягу здійснюється в існуючій пральні, що знаходиться в будівлі, що окремо стоїть.

Будівництво адміністративно-побутового комплексу передбачається в одну в одну чергу, без виділення пускових комплексів.

У природному відношенні майданчик розташований в помірно-континентальному районі, типовому для степової смуги України, який характеризується спекотним, іноді посушливим влітку (середня температура липня $+22,3^{\circ}\text{C}$, середня максимальна температура жаркого періоду $+28,2^{\circ}\text{C}$, абсолютний максимум $+40^{\circ}\text{C}$) і щодо холодною взимку (середня температура найбільш холодного періоду мінус 9°C , абсолютна мінімальна мінус 34°C). У

зимовий період часто спостерігається відлизи (до 15 разів за зиму), коли температура повітря може підвищуватися до +10-15° З, що приводить до повного сходу сніжного покриву серед зими і, природно, збільшує кількість циклів заморожування-відтавання, які впливають на будівельні конструкції.

Нормативна глибина промерзання ґрунтів складає 0,84 м.

Найвища вологість повітря спостерігається в листопаді-березні (83-88%), найнижча - з травня по жовтень (60-78%). Відповідно до Сніп ІІ-3-79** зона вологість- суха.

Сніжний покрив невисокий і нестійкий, тримається близько двох місяців.

Висота сніжного покриву 10-20 см. Снігове навантаження (характеристична на горизонтальну поверхню землі складає 1,10 кПа (110кгс/м²).

Швидкість вітру може досягати 20 м/с (1 раз на рік) і 26 м/с (1 раз в 20 років).

Характеристичний вітровий тиск на висоті 10м від поверхні землі складає 1,11 кПа (111кгс/м²).

Клімат району помірно-континентальний, типовий для степової смуги України і характеризується спекотним (іноді посушливим) влітку і відносно холодним взимку.

Кліматична характеристика району будівництва приведена в табл.1

Таблиця 1- Кліматична характеристика району будівництва

Температура повітря, С°			Число днів в році з температурою нижче 0°	Кількість опадів, мм			Глибина промерзання, глинистих ґрунтів, м
Середньорічна	Абсолютна максимальна	Абсолютна мінімальна		Середньорічне	Рідких	Добовий максимум	
+8,5	+40	-35	110	558	491	82	0,9

Основними принципами проектування генерального плану адміністративно-побутового комплексу є забезпечення найбільш сприятливих умов функціонування АПК, дотримання протипожежних і санітарних норм.

Проектований об'єкт розташовується в промисловій зоні міста, на забудованій території коксохімічного виробництва (КХП) ВАТ «Арселор Міталл Кривий Ріг».

Проектований АПК розміщується між тими, що існують санітарно-побутовим корпусом №1, прохідній, пральні, вулканізаторної.

Основні показники по ген. плану приведені в табл.2.

Табл.2 Основні показники по генеральному плану.

№	Найменування показників	Одиниці виміру.	Кількість
1	Площа ділянки будівництва в умовних межах	м ²	4236
2	Площа будівель	м ²	1512
3	Площа автомобільного проїзду	м ²	1500
4	Площа тротуарів	м ²	1110
5	Площа забудови	%	35,7

1.2 Опис технологічного процесу

Робочим проектом передбачається будівництво адміністративно-побутового комплексу.

Об'єм і структура санітарно-побутового обслуговування виконані відповідно до встановленої чисельності робочих - облікова і найбільш численні зміни, що приймаються для розрахунку побутових приміщень і пристроїв.

Санітарно-побутові приміщення для працюючих зайнятих безпосередньо на виробництві запроектовані відповідно до групи виробничого процесу - 1в.

До складу санітарно-побутового корпуси входять 6 гардеробних блоків різної місткості - 3 чоловічих вбиралень блоку на 284 місця кожен, 2 жіночих вбиралень блоку на 95 місць кожен, чоловічий гардеробний блок, для ІТР, на 60 місць.

Гардеробні блоки

Вбиральні для вуличного і домашнього одягу, розміщуються в окремих приміщеннях зального типу.

Приміщення гардеробних блоків розташовані в наступній послідовності при русі тих, що працюють з боку виробництва: гардероб спеціального одягу, перед душова, душова, перед душова-рушнікова, гардероб особистого і домашнього одягу.

Між вбиральнями передбачені проходи минувши з душових при русі на виробництво.

При вбиральнях спеціального одягу розташовані приміщення:

- сушки спеціального одягу, обладнані вішалками для сушки одягу на плічках в розгорненому вигляді, в приміщенні сушки, після закінчення зміни, передбачено самообслуговування по розміщенню спецодягу на сушку, доставка висушеного одягу на знепилювання, знепилювання одягу і її розміщення в закритих індивідуальних шафах здійснюється персоналом СБК;

- знепилювання спеціального одягу.

Для уловлювання і очищення запиленого повітря пилеобдувочної машини передбачена установка пилевідсасуючого агрегату ОР-750.

- Комори брудного спецодягу, обладнані металевими стелажми, візками для одягу:

- комори чистого спецодягу, обладнані металевими стелажми, візками для одягу;

- приміщення прибирального інвентарю;

- приміщення зберігання і сушки прибирального інвентарю, миючих засобів, обладнані стелажми, шафами господарськими;

- кімнати особистої гігієни жінок (при жіночих вбиральнях), в яких встановлені умивальники, біде, унітази, лави, вішалки.

Знепилювання спецодягу проводиться за допомогою пилеобдувальної машини ПОМ-010.

Для цієї мети спецодяг поміщається в апарат для знепилювання тканинних виробів, в якому продуванням направленим потоком стислого повітря

проводиться її очищення.

Вбиральні обладнані металевими шафами для одягу з отворами для вентиляції в нижній і верхній частинах шафи і відкидними лавами.

При вбиральнях вуличного і домашнього одягу розташовані приміщення зберігання окремого вуличного і домашнього одягу, обладнані вішалками для розміщення одягу на плічках і стелажем, передбачені місця для чищення і гладіння одягу обладнані прасувальною дошкою і праскою, сушки волосся з установкою апаратів сушки волосся.

Душові

Душові розташовані між вбиральнями вуличного, домашнього і спеціального одягу. Душові обладнані відкритими душовими кабінами з кризними проходами. При душових з боку вбиральень спецодягу передбачені перед душові обладнані умивальниками, вішалками, з боку гардероба вуличного і домашнього одягу - перед душові -обтирочні обладнані лавами, вішалками.

Для доставки брудного спецодягу на відвантаження в пральню, чистого спецодягу у вбиральню, передбачена установка чотири малих вантажних ліфта, вантажопідйомністю по 100кг, в гардеробних блоках.

Прання спецодягу здійснюється в існуючій пральні, що знаходиться в будівлі, що окремо стоїть. Перевезення спецодягу здійснюється автотранспортом.

Кількість людей обслуговуваних СБК 1100 чіл.

Чоловіків - 850 чіл.; максимальна зміна - 350 чіл.

Жінки 180 чіл.; максимальна зміна 130 сів.

Чоловіка ІТР - 60 чіл.; максимальна зміна 30 чіл.

Режим роботи цілодобовий - 3 зміни без вихідних.

1.3 Об'ємно-планувальні рішення

Санітарно-побутовий корпус з тепловими пунктом - трьохповерхова будівля з технічним підпіллям і розмірами в плані 60х30м.

Висота поверхів - 3,3м, технічне підпілля 2,5м.

Склад і розміщення гардеробних блоків: перший поверх - гардеробний блок на 284 місця в осях «1-8», «В-Е», гардеробний блок на 60 місць в осях «9-11», «А-Е».

Другий і третій поверхи гардеробні блоки на 284 місця в осях «1-8», «В-Е», гардеробний блок на 95 місць в осях «9-11», «А-Е».

Блок приміщення вестибуля - вестибуль, приміщення персоналу, сан. вузли, розміщений на першому поверсі в осях «8-10», «В-Е».

Склад груп приміщень гардеробного блоку:

- група приміщень вбиралень;
- група приміщень душової;
- група приміщень зберігання і звернення спеціального одягу.

Склад приміщень груп:

- група приміщень вбиралень - гардероб вуличного і домашнього одягу, гардероб спеціального одягу;

- група приміщень душової - перед душова, душова, перед душева-обтирочная;

- група приміщень зберігання і звернення спеціального одягу комора брудного спецодягу, комора чистого спецодягу, приміщення сушки спецодягу, приміщення знепилювання спецодягу.

На кожному поверсі при гардеробі вуличного і домашнього спецодягу передбачено приміщення персоналу з місцем для чергового. Витяжні вент. камери розміщуються - на третьому поверсі в осях «1-2», «В-Г», на четвертому поверсі в осях «9-10», «А-Б».

Припливні вентиляційні камери розміщуються в технічному підпіллі на відмітці - 2,5м в осях «2-3», «В-Г/1», «7-8», «В-Г/1».

Планувальною структурою відповідно до технологічного зв'язку приміщень передбачено 3 вузли вертикальних комунікацій - «чиста» сходові клітка пов'язує вестибюльну групу приміщень з по-поверховими холами і входами у вбиральні вуличного і домашнього одягу, дві «брудні» сходові клітки призначені для виходу з вбиралень спецодягу назовні у бік виробництва.

При кожному виході з будівлі СБК назовні передбачені крильця.

Входи в технічне підпілля здійснюються по зовнішніх сходах, розташованих в осях «2-4», «6-8» по осі «Б».

Оздоблювальні роботи

Зовнішнє оздоблення :

Цоколь - облицювання керамічною фасадною плиткою.

Стіни облицювання профільованим металевим настилом RANNILA 15a з поліестерним покриттям.

Ганок, входи в технічне підпілля - облицювання керамічною фасадною плиткою.

Віконні блоки - металопластикові.

Дверні блоки – металопластикові.

Металеві елементи - фарбування емаллю ПФ.

1.4 Конструктивні рішення

У конструктивному відношенні будівля каркасного типу.

Фундаменти - що монолітні залізобетонні окремо-стоять.

Стіни техпідпілля - блоки стенів підвалу по монолітних залізобетонних фундаментних балках.

Колони - монолітні залізобетонні 400x400мм - в підвалі 300x400.

Ригель - монолітний залізобетонні Н=450мм.

Плити перекриття і покриття - збірні залізобетонні.

Сходові марші і майданчики - збірні і залізобетонні.

Стінні огорожі - легко бетонні панелі по серії 1.030.1-1 з облицюванням із стінного профільованого настилу RANNILA 15A з поліестерним покриттям, утеплені ISOVER.

Перемички - збірні залізобетонні.

Перегородки - з червоної полнотелого цеглини.

Покрівля - рулонна - два шаруючи «Уніфлекс».

Утеплювач - ISOVER.

Вікна - металопластикові.

Двері - металопластикові, дерев'яні.

Водостік - внутрішній.

Загальна стійкість будівлі забезпечується в поперечному напрямі нерозрізними рамами каркаса, в подовжньому - діафрагмами жорсткості і дисками перекриття.

1.5 Розрахунок опору теплопередачі однорідної огорожувальної конструкції

Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

Вихідні дані (табл. 1) готувалися на основі проектного завдання огорожуючої конструкції, нормативи [1, 2] і вказівок, а також додатків.

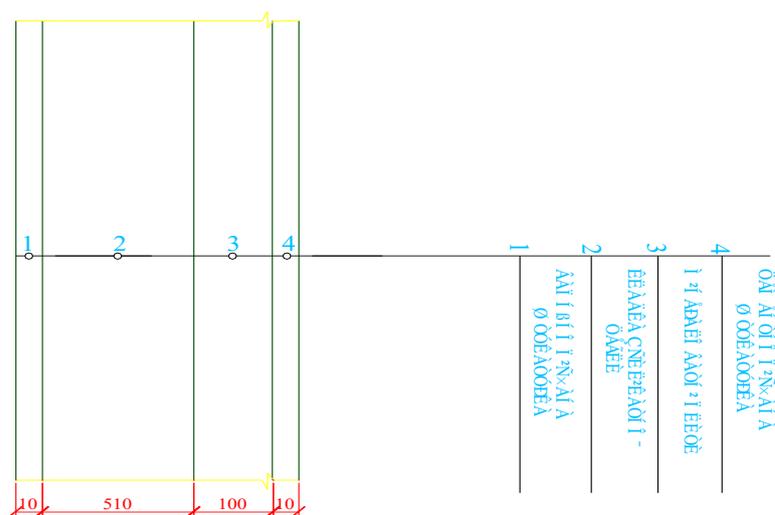


Рис.1 Фрагмент перерізу стіни

Табл. 1 .

№ п/п	Найменування даних	Символ	Значення
1	Район будівництва	м. Кривий Ріг	
2	Кліматичний район	II	
3	Температура внутрішнього повітря	$t_{в}$	+ 20°C

4	Розрахункова температура зовнішнього повітря	t_n	-20°C
5	Відносна вологість внутрішнього повітря	φ_b	55%
6	Вологісний режим всередині приміщень	нормальний	
7	Зона вологості району будівництва	суха	
8	Умови експлуатації стіни	A	
9	Коефіцієнт теплосприйняття внутрішньої поверхні стіни	α_b Вт/м ² °C	8,7
10	Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні стіни	α_n Вт/м ² °C	23
№ п/п	Найменування матеріалу, товщина шару, щільність і його теплопровідність	Символ	Значення
1	-1 шар – вапнянр пісчана штукатурка ($\delta=10$ мм)	γ_1 λ_1	1700 кг/м ³ 0,7 Вт/(м°С)
2	- 2 шар – кладка із силікатної цегли ($\delta=510$ мм)	γ_2 λ_2	1800 кг/м ³ 0,76Вт/(м°С)
3	- 3 шар – мінераловатні плити ($\delta=100$ мм)	γ_3 λ_3	75 кг/м ³ 0,045
4	- 3 шар – цементно пісчана штукатурка ($\delta=10$ мм)	γ_3 λ_3	1800 кг/м ³ 0,78 Вт/(м°С)
5	Нормативне значення опору зовнішніх огорожень	R_o	2,8(м°С) /Вт

Розрахункова частина

1. Визначаємо термічний опір R_k (м • °С)/Вт стіни з послідовно розташованими однорідними шарами (4 шари), як суму термічних опорів окремих шарів:

$$R=R_1+R_2+ \dots +R_i$$

де R_1, R_2, R_i — термічні опори окремих шарів.

2. Визначаємо термічні опори окремих шарів:

$$R_1 = \delta_1 / \lambda_1 = 0,01 / 0,7 = 0,014 (\text{m}^\circ\text{C}) / \text{Вт}$$

$$R_2 = \delta_2 / \lambda_2 = 0,51 / 0,76 = 0,67 (\text{m}^\circ\text{C}) / \text{Вт}$$

$$R_3 = \delta_3 / \lambda_3 = 0,1 / 0,045 = 2,22 (\text{m}^\circ\text{C}) / \text{Вт}$$

$$R_4 = \delta_4 / \lambda_4 = 0,01 / 0,78 = 0,013 (\text{m}^\circ\text{C}) / \text{Вт}$$

3. Визначаємо R_k

$$R_k = 0,014 + 0,67 + 2,22 + 0,013 = 2,917 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$$

4. Визначаємо R_o по формулі:

$$R_o = 1 / \alpha_e + R_k + 1 / \alpha_{нв}$$

$$R_o = 1 / 8,7 + 2,917 + 1 / 23 = 3,075 (\text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт})$$

5. Порівнюємо значення нормативного опору $R_{он}$ з дійсним - R_o :

$$R_{он} < R_o = 2,8 (\text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}) < 3,075 (\text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт})$$

6. Заключна умова виконується, тому прийнята товщина достатня.

РОЗДІЛ 2

КОНСТРУКТИВНО-РОЗРАХУНКОВИЙ

Зм	Кіль	Прізвище	Підпис	Дата				
					<i>КНУ.МР.192.25.343с.05 АР</i>			
Керівник		Крішко			<i>Проектування адміністративно-побутового комплексу з використанням ефективних утеплювачів</i>	Стадія	Аркуш	Аркушів
Консул.		Єрмоєнко				МР		
Магістр.		Мініна				ЗПЦБ-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, ригеля перекриття, колони, фундаменту.

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.

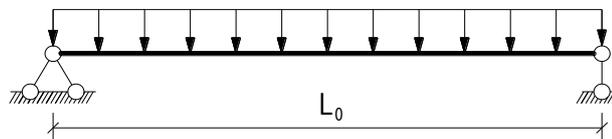


Рисунок 3.1. Розрахункова схема плити

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
	короткотривале	0,8	1,3	0,95	0,99
	Повне навантаження, в т.ч. довготривале	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). Пливу армують термічно зміцненою стержневою арматурою періодичного профілю класу А600, 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 Вр-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 напруженої арматури в перерізі елемента.

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

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

$$Q = q l_0 / 2 = 7,36 \text{ кПа} \cdot 1,49 \text{ м} \cdot 5,675 \text{ м} / 2 = 31,12 \text{ кН},$$

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. 3.2) зводимо до еквівалентного двотаврового (рис. 3.3) 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.

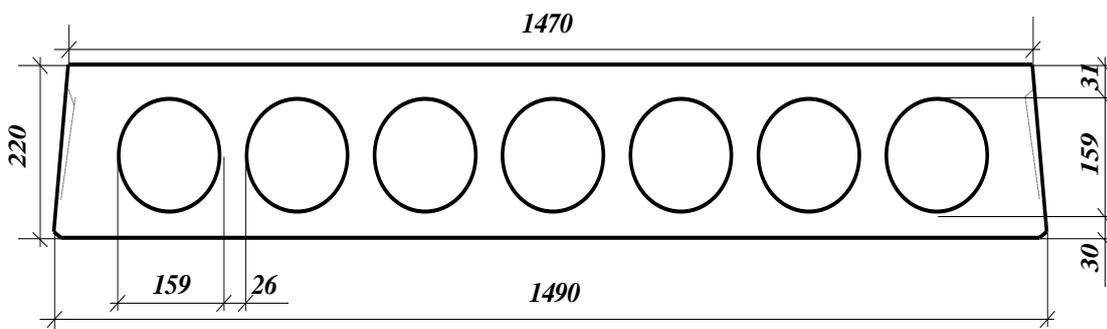


Рисунок 3.2 – Дійсний переріз плити перекриття

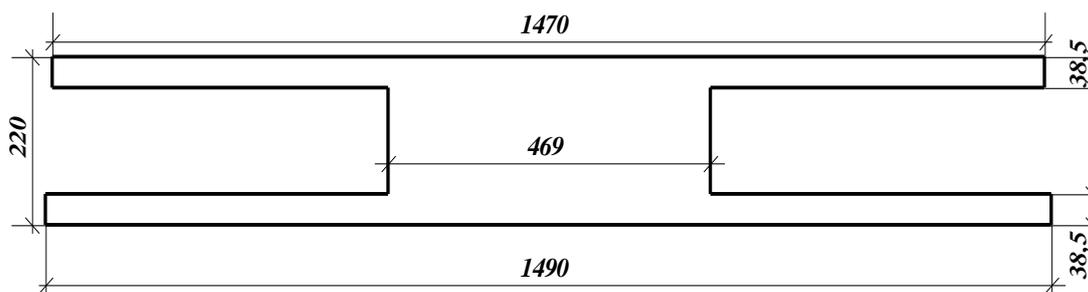


Рисунок 2.3 – Зведений переріз плити перекриття

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 $6\text{Ø}10$ 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):

$$Q = 31,12 \text{ кН} \leq 0,3 \varphi_{\omega 1} \cdot \varphi_{b1} \cdot R_b \cdot \gamma_{b2} \cdot b \cdot h_o,$$

де $\varphi_{b1} = 1 - \beta \cdot R_b \gamma_{b2} = 1 - 0,01 \cdot 8,5 \cdot 0,9 = 0,924$.

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:

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

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:

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

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:

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

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

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

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

Обчислене значення є більшим від

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

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 припорних 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 $\frac{3\hat{A}\delta - 2; 200}{3\hat{A}\delta - 2; 300}$, причому в поздовжньому напрямку

$A'_s = 0,565 \text{ см}^2$. В нижній полиці встановлюємо сітку C2 марки $\frac{4\hat{A}\delta - 2; 70}{5\hat{A}\delta - 2; 300}$.

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 напружена 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:

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

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

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 стержньової 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:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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:

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

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

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

$$\sigma_{los} = \sigma_{los,1} + \sigma_{los,2} = 26,3 + 74,5 = 100,8 \text{ МПа} < 100 \text{ МПа} \text{ (встановлений}$$

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 $\varphi_t = 1,60-15\mu$;

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: $a_{cr,1} = \varphi_1 \eta \delta \lambda \frac{\sigma_{s,1}}{E_s} d$ 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 B15 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:

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

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

отримаємо:

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

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

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

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

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

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

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:

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

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

$$\text{Розрахунок виконуємо за формулою: } a_{cr,2} = \varphi_l \eta \delta \lambda \frac{\sigma_{s,2}}{E_s} d \text{ при дії}$$

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 $r = 4,56 \text{ см}$.

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

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

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

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

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

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

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:

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

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

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

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

$$P_2 = 174,7 \text{ кН};$$

$$\sigma_{s2} = \frac{M_1 - P_2(z - e_{sp})}{A_s z} = \frac{33,95 - 174,7(0,1683 - 0,0782)}{(4,71 + 0,565) 10^{-4} \cdot 0,1683} = 205,1 \text{ МПа};$$

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

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

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

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

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

$$a_{cr,2} = \varphi_1 \eta \delta \lambda \frac{\sigma_{s,2}}{E_s} d = 1 \cdot 1 \cdot 7,63 \cdot 1,45 \frac{205,1}{1,9 \cdot 10^5} \cdot 10 = 0,119 \text{ мм.}$$

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

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

Розрахунок виконуємо за формулою: $a_{cr,3} = \varphi_1 \eta \delta \lambda \frac{\sigma_{s,3}}{E_s} d$ 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

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

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

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

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

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

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

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

$$\psi_b = 0,9;$$

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

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

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

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

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

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

отримаємо:

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

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

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

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

$$P_2 = 174,7 \text{ кН};$$

$$\sigma_{s3} = \frac{M_1 - P_2(z - e_{sp})}{A_s z} = \frac{33,95 - 174,7(0,17 - 0,0782)}{(4,71 + 0,565) 10^{-4} \cdot 0,17} = 199,7 \text{ МПа};$$

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

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

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

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

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:

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

Для елементів третьої категорії тріщиностійкості, які розраховують на розкриття тріщин, нормальних до поздовжньої осі елемента, при дії короткотривалих і довготривалих навантажень повинна виконуватись умова: $a_{crc} = a_{crc1} - a_{crc2} + a_{crc3} < a_{crc,max}$, 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 обтиску внаслідок попереднього натягу хомутив та відігнутих стержнів; оскільки напружувана поперечна арматура відсутня, то $\sigma_y = 0$;

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

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

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:

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

де $s = 5/48$;

l – розрахунковий проліт, $l = 5,675$ м;

I/r – відповідна кривина при прогині елемента, визначається для кожного випадку за формулою:

$$\frac{I}{r} = \frac{M\psi_s}{zA_s E_s (h_0 - x)} - \frac{N_{tot}\psi_s}{A_s E_s (h_0 - x)},$$

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 обтіску, 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

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

$$\psi_s = 0,21;$$

$$x = 7,5 \text{ см};$$

$$z = 16,86 \text{ см};$$

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

Розрахунок кривини при короткотривалій дії довготривалого навантаження

$$M = M_1 = 33,95 \text{ кНм}; \quad N_{\text{tot}} = P_1 = 209,5 \text{ кН};$$

$$\psi_s = 0,17;$$

$$x = 7,7 \text{ см};$$

$$z = 16,83 \text{ см};$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{r_2} &= \frac{M_1 \psi_s}{z A_s E_s (h_0 - x)} - \frac{P_1 \psi_s}{A_s E_s (h_0 - x)} = \\ &= \frac{(33,95 \text{ кНм} + 209,5 \text{ кН} \cdot 7,82 \text{ см}) 0,17}{16,83 \text{ см} \cdot 5,275 \text{ см}^2 \cdot 190000 \text{ МПа} \cdot (19 - 7,7) \text{ см}} - \\ &- \frac{209,5 \text{ кН} \cdot 0,17}{5,275 \text{ см}^2 \cdot 190000 \text{ МПа} \cdot (19 - 7,7) \text{ см}} = 1,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^{-1}. \end{aligned}$$

Розрахунок кривини від довготривалої дії довготривалого навантаження

$$M = M_1 = 33,95 \text{ кНм}; \quad N_{\text{tot}} = P_1 = 209,5 \text{ кН};$$

$$\psi_s = 0,592;$$

$$x = 6,0 \text{ см};$$

$$z = 17,0 \text{ см};$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{r_3} &= \frac{M_1 \psi_s}{z A_s E_s (h_0 - x)} - \frac{P_1 \psi_s}{A_s E_s (h_0 - x)} = \\ &= \frac{(33,95 \text{ кНм} + 209,5 \text{ кН} \cdot 7,82 \text{ см}) 0,592}{17 \text{ см} \cdot 5,275 \text{ см}^2 \cdot 190000 \text{ МПа} \cdot (19 - 6) \text{ см}} - \\ &- \frac{209,5 \text{ кН} \cdot 0,592}{5,275 \text{ см}^2 \cdot 190000 \text{ МПа} \cdot (19 - 6) \text{ см}} = 3,93 \cdot 10^{-4} \text{ м}^{-1}. \end{aligned}$$

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

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

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

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

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 $6\text{Ø}10\text{Ат-V}$. У приопорних ділянках симетрично з кожного боку плити встановлюють по 5 каркасів з дротової арматури $\text{Ø}4\text{Вр-I}$. Поперечні стержні в каркасах з дроту $\text{Ø}3\text{Вр-I}$ 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.

РОЗДІЛ 3

ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ

					КНУ.МР.192.25.343с.05 АР			
Зм	Кіль	Прізвище	Підпис	Дата				
Керівник		Крішко			<i>Проектування адміністративно-побутового комплексу з використанням ефективних утеплювачів</i>	Стадія	Аркуш	Аркуші
Консул.		Тімченко				МР		
Магістр.		Мініна				ЗПЦБ-24М		
Зав.каф		Валовой						

3.1 Коротка характеристика об'єкта будівництва

Об'єкт будівництва: Офісна будівля;

Район будівництва: м.Кривий Ріг;

Поверховість: 2 поверхи;

Матеріал зовнішніх стін: монолітний залізобетон;

3.2 Дані інженерно-геологічних вишукувань

Дані інженерно-геологічних вишукувань подано в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Дані інженерно-геологічних вишукувань

№	Найменування ґрунту	Природна вологість	Вологість на межі плинності	Вологість на межі розкочування	Щільність ґрунту	Щільність частинок ґрунту	Кут внутрішнього тертя	Зчеплення	Коефіцієнт фільтрації	Коефіцієнт внутрішнього тертя
		W	W_l	W_p	ρ , кН/м ³	ρ_s , кН/м ³	φ_{II} , град	c_{II} , кПа	k_0 , см/с	m_0 , кПа ⁻¹
1	Насипний ґрунт, потужність 1,60 м	0,28	0,36	0,22	16,2	26,6	45	5	$5,2 \cdot 10^{-7}$	$4 \cdot 10^{-5}$
2	Пісок крупний, потужність 1,4 м	0,08	-	-	19,2	26,6	40	-	$4,0 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-5}$
3	Супісок пилуватий, коричнево-сірий, потужність 4,8 м	0,23	0,25	0,18	18,2	26,5	21	4	$2,1 \cdot 10^{-5}$	$18 \cdot 10^{-5}$
4	Суглинок пилуватий, стрічковий сірий, потужність 5,4 м	0,456	0,50	0,35	17,5	26,6	6	4	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$59 \cdot 10^{-5}$

3.3 Визначення глибини закладення фундаменту

Нормативна глибина промерзання ґрунту основи (п.2.27 ДБН):

$$d_{fn} = d_o \sqrt{M_t};$$

де $d_o = 0,30$ м - величина, яку приймають за п. 2.27 ДБН для пісків гравелистих, великих і середньої крупності;

$M_t = 7,8 + 7,8 + 3,9 + 0,3 + 5 = 24,8$ - безрозмірний коефіцієнт, що чисельно дорівнює сумі абсолютних значень середньомісячних від'ємних температур за зиму в цьому районі.

$$d_{fn} = 0,30 \sqrt{24,8} = 1,50 \text{ м};$$

Розрахункова глибина сезонного промерзання ґрунту d_f , м, визначається за формулою:

$$d_f = k_h d_{fn};$$

$k_h = 0,7$ - коефіцієнт, що враховує вплив теплового режиму споруди, який приймають: для зовнішніх фундаментів опалювальних споруд - за табл. 1 ДБН.

$$d_f = 0,7 \cdot 1,50 = 1,05 \text{ м};$$

Призначаємо глибину закладення фундаменту

$$h = d_f + 0,5 = 1,05 + 0,5 \approx 1,6 \text{ м};$$

3.4 Збір навантажень на фундамент

Збір навантажень подано в табл. 3.2 - 3.3.

Таблиця 3.2 - Збір навантажень на 1 м² покриття:

	Найменування	p^H , кгс/м ²	k	p^P , кгс/м ²
I	<u>Тимчасове навантаження:</u> Снігове навантаження за ДБН (III сніговий район)	126		180

II	<u>Постійні навантаження:</u>			
	- М'яка черепиця Shinglas	10	1,3	13
	- ОСП-листи 12мм	7,9	1,2	9,5
	- Суцільний дощатий настил	32	1,2	38,4
	- Прогони (брус 50×100)	4	1,2	5
	- Ферми (крок)1,8 м	15	1,2	18
		68,9		83,9
	РАЗОМ:	194,9		263,9
	Для розрахунку:	195		264

Таблиця 3.2 - Збір навантажень на 1 м² перекриття

	Найменування	p ^н , кгс/м ²	k	p ^р , кгс/м ²
I	<u>Тимчасове навантаження:</u>			
	Корисна щодо ДБН для офісних приміщень	200	1,2	240
II	<u>Постійні навантаження:</u>			
	- Лінолеум 5мм	4	1,3	5,2
	- Самовирівнювальна підлога	1,5	1,3	1,9
	10 мм	36	1,3	46,8
	- Цементно-піщана стяжка 20 мм	500	1,1	550
	- Монолітне з/б перекриття 200 мм	20	1,2	24
			561,5	
	- Підвісна стеля			
	РАЗОМ:	761,5		867,9
	Для розрахунку:	762		870

Збір навантажень на 1 п.м. фундаменту за віссю I:

Ширина умовної смуги: 3,6 м.

- Навантаження від покриття:

$$N_1^i = 195 \cdot 3,6 = 702 \text{ кН};$$

$$N_1^o = 264 \cdot 3,6 = 950 \text{ кН};$$

- Навантаження від стіни:

$$N_1^i = 2400 \cdot 0,4 \cdot 9 = 8640 \text{ êñ / ì ;}$$

$$N_1^{\delta} = N_1^i \cdot 1,1 = 8640 \cdot 1,1 = 9504 \text{ êñ / ì ;}$$

- Навантаження від 2-х перекриттів:

$$N_2^i = 762 \cdot 3,6 \cdot 2 = 5488 \text{ êñ / ì ;}$$

$$N_2^{\delta} = 870 \cdot 3,6 \cdot 2 = 6264 \text{ êñ / ì ;}$$

- Навантаження від стрічкового фундаменту:

Приймаємо попередньо фундамент 2х-ступінчастий шириною 1500:

$$N_3^i = (1,5 \cdot 0,3 + 0,9 \cdot 0,3) \cdot 2400 / 1,5 = 1152 \text{ êñ / ì ;}$$

$$N_3^{\delta} = N_3^i \cdot 1,1 = 1152 \cdot 1,1 = 1267 \text{ êñ / ì ;}$$

- Навантаження від ґрунту на обрізах фундаменту:

$$N_4^i = 0,6 \cdot 1,6 \cdot 1920 \cdot 1 = 2650 \text{ êñ / ì ;}$$

$$N_4^{\delta} = N_4^i \cdot 1,1 = 2650 \cdot 1,1 = 2915 \text{ êñ / ì ;}$$

Усього на 1 п.м. основи:

$$\Sigma^i = 702 + 8640 + 5488 + 1152 + 2650 = 18,63 \text{ òñ / ì ;}$$

$$\Sigma^{\delta} = 950 + 9504 + 6264 + 1267 + 2915 = 20,90 \text{ òñ / ì ;}$$

Збір навантажень на стовпчасті фундаменти під колони в осях Б/В:

Вантажна площа $7,2 \times 3 = 21,6 \text{ м}^2$.

- Навантаження від покриття:

$$N_1^i = 195 \cdot 21,6 = 4212 \text{ êñ;}$$

$$N_1^{\delta} = 264 \cdot 21,6 = 5702 \text{ êñ;}$$

-Навантаження від колони:

$$N_1^i = 0,4 \cdot 1 \cdot 8,7 \cdot 2400 = 8352 \text{ êñ;}$$

$$N_1^{\delta} = N_1^i \cdot 1,1 = 8352 \cdot 1,1 = 9187 \text{ êñ;}$$

- Навантаження від 2-х перекриттів:

$$N_3^i = 762 \cdot 21,6 \cdot 2 = 32918 \text{ êñ;}$$

$$N_3^{\delta} = 870 \cdot 21,6 \cdot 2 = 37584 \text{ êñ;}$$

- Навантаження від ґрунту на обрізах фундаменту:

$$N_4^i = 0,6 \cdot 1,15 \cdot 1920 \cdot 1 = 1325 \text{ кН/м};$$

$$N_4^{\delta} = N_4^i \cdot 1,1 = 1325 \cdot 1,1 = 1457 \text{ кН/м};$$

- Навантаження від фундаменту:

Приймаємо попередньо стовпчастий 3х-ступінчастий фундамент:

$$N_4^i = (1,8 \cdot 1,8 \cdot 0,3 + 1,2 \cdot 1,2 \cdot 0,3 + 0,6 \cdot 0,6 \cdot 0,3) \cdot 2400 = 3629 \text{ кН};$$

$$N_4^{\delta} = N_4^i \cdot 1,1 = 3629 \cdot 1,1 = 3992 \text{ кН};$$

Усього на 1 кв.м. основи:

$$\Sigma^i = \frac{4212 + 8352 + 32918 + 1325 + 3629}{1,8 \cdot 1,8} = 15,57 \text{ кН/м}^2;$$

$$\Sigma^{\delta} = \frac{5702 + 9187 + 37584 + 1457 + 3992}{1,8 \cdot 1,8} = 17,88 \text{ кН/м}^2;$$

3.5 Визначення габаритів фундаментів

Визначимо несучу здатність ґрунту в основі будівлі.

$$R = \frac{\gamma_{\text{н1}} \cdot \gamma_{\text{н2}}}{k} \left[\dot{I}_{\text{с}} \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{\text{н}} + \dot{I}_{\text{q}} \cdot d_1 \cdot \gamma'_{\text{н}} + (\dot{I}_{\text{q}} - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_{\text{н}} + \dot{I}_{\text{с}} \cdot C_{\text{н}} \right];$$

Тут:

$\gamma_{\text{н1}}=1,4$ - коефіцієнт умов роботи (пісок крупний);

$\gamma_{\text{н2}}=1,2$ - коефіцієнт умов роботи для будівлі з жорсткою конструктивною схемою за відношення довжини споруди до висоти $L/H = 50,4/11,3 = 4,46 > 4$;

$k=1,1$ - характеристики міцності ґрунту, визначені за таблицями ДБНа;

$$\varphi_{\text{н}} = 40^{\circ} \Rightarrow \dot{I}_{\text{г}} = 2,46;$$

$$\dot{I}_{\text{q}} = 10,85;$$

$$\dot{I}_{\text{н}} = 11,73;$$

$$\tilde{N}_{\text{н}} = 3 \text{ кН} = 0,3 \text{ кН/м}^2;$$

$$\gamma_{\text{н}} = 1,92 \text{ кН/м}^3;$$

$$\gamma_1 = \gamma_{\text{н}} \times \gamma_{\text{дф}} = 1,92 \cdot 0,95 = 1,82 \text{ кН/м}^3;$$

$$R = \frac{1,4 \cdot 1,2}{1,1} \left[2,46 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1,82 + 10,85 \cdot 2,6 \cdot 1,82 + (10,85 - 1) \cdot 2 \cdot 1,82 + 11,73 \cdot 0,3 \right] = 149 \text{ кН/м}^2;$$

Для стрічкового фундаменту під стіни в осях 1/А-Г, 4/А-Г, 5/А-Г, 8/А-Г:

Середній тиск під подошвою фундаменту:

$$P_{сд} = \frac{N^i}{1 \times b} = \frac{18,63}{1 \times 1,5} = 12,42 \text{ тн/м}^2 < R = 149 \text{ тн/м}^2;$$

Оскільки є значне недонапруження, то розрахунок фундаменту на продавлювання не ведемо. Підберемо клас бетону фундаменту й арматуру.

3.6 Підбір класу бетону та арматури.

а) Розрахунок по грані першого ступеня:

Довжина консолі 30 см = 0,3 м.

Розрахунковий тиск під подошвою фундаменту:

$$P_{сд}^{\delta} = \frac{N^{\delta}}{1 \times b} = \frac{20,90}{1 \times 1,5} = 13,93 \text{ тн/м}^2 < R = 149 \text{ тн/м}^2;$$

Розрахунковий момент на ширину подошви:

$$M = \frac{D_{\delta} \times b \times C^2}{2} = \frac{13,93 \times 1 \times 0,3^2}{2} = 0,63 \text{ тн} \cdot \text{м};$$

$$R_s = 3750 \text{ тн/м}^2 - \text{клас бетону};$$

$$A_s^{\delta} = \frac{M}{0,9 \times R_s \times h_0} = \frac{0,63 \times 10^5}{0,9 \times 3750 \times 25} = 0,74 \text{ м}^2;$$

б) розрахунок по грані підколонника:

$$M = \frac{D_{\delta} \times b \times C^2}{2} = \frac{13,93 \times 1 \times 0,6^2}{2} = 2,51 \text{ тн} \cdot \text{м};$$

$$R_s = 3750 \text{ тн/м}^2 - \text{клас бетону};$$

$$A_s^{\delta} = \frac{M}{0,9 \times R_s \times h_0} = \frac{2,51 \times 10^5}{0,9 \times 3750 \times 55} = 1,87 \text{ м}^2;$$

Вибір арматури:

4Ø10А – III

$$A_s = 4 \times 0,79 = 3,16 \text{ м}^2 > 1,87 \text{ м}^2 = A_s^{\delta};$$

Фундаментну плиту армуємо сіткою зØ 10 А400 з осередком 200 × 200 мм

3.7 Розрахунок осідання фундаменту в осях 1,4,5,9/А-Г

Розрахунок ведемо методом пошарового підсумовування, природні

напруження на рівні підшви фундаменту становлять

$$\sigma_{zp} = N_{ad}^i \cdot 1,6 = 2,650 \text{ òñ} \cdot 1,6 = 4,24 \frac{\text{òñ}}{\text{ì}^2} = 42,40 \text{ òñ} ;$$

Додаткові напруження від навантаження на рівні підшви фундаменту становлять $P_0 = 139 - 42,40 = 96,60 \text{ кПа}$;

Найменування шару ґрунту	Віднос. глибина, м	Абсолют. Глибина, м	Коефіцієнт зміни напружень за глибиною	Доповнить. Тиск, кПа	Тиск від ваги ґрунту, кПа	0,2*Zg	Модуль деформації, кПа	Осадка шару, мм
Пісок крупний	0,000	0,000	1,000	96,600	42,400	8,480	40000	0,39
	0,267	0,200	0,973	94,024	46,294	9,259		0,38
	0,533	0,400	0,928	89,645	50,188	10,038		0,36
	0,800	0,600	0,800	77,280	54,082	10,816		0,31
	1,067	0,800	0,716	69,166	57,976	11,595		0,28
	1,333	1,000	0,568	54,901	61,870	12,374		0,22
	1,600	1,200	0,449	43,373	65,764	13,153		0,17
	1,867	1,400	0,388	37,449	69,658	13,932		0,15
	2,133	1,600	0,312	30,107	73,552	14,710		0,12
	2,400	1,800	0,257	24,826	77,446	15,489		0,10
2,667	2,000	0,219	21,155	81,340	16,268	0,08		
Супісок пилуватий	2,933	2,200	0,186	17,935	85,234	17,047	13000	0,22
	3,200	2,400	0,160	15,456	89,128	17,826		0,19
	3,467	2,600	0,135	13,073	93,022	18,604		0,16
	3,733	2,800	0,121	11,656	96,916	19,383		0,14
	4,000	3,000	0,108	10,433	100,810	20,162		0,13
	4,267	3,200	0,091	8,758	104,704	20,941		0,11
	4,533	3,400	0,084	8,082	108,598	21,720		0,10
	5,867	4,400	0,048	4,637	112,492	22,498		0,06
	7,200	5,400	0,036	3,478	116,386	23,277		0,04
	8,533	6,400	0,024	2,286	120,280	24,056		0,03
	9,867	7,400	0,016	1,546	124,174	24,835		0,02
	11,200	8,400	0,015	1,449	128,068	25,614		0,02
12,533	9,400	0,013	1,256	131,962	26,392	0,02		
Сума:								3,61

3.8 Проектування фундаменту під колони в осях 2,3,6,7/А-Г

Необхідну площу підшви фундаменту визначають з умови:

$$A_{\text{ò}}^{\text{ò}} = \frac{N}{R_0 - \gamma_{\text{òò}} \cdot \dot{I}} = \frac{50,45 \text{ òñ}}{149 \text{ òñ} / \text{ì}^2 - 1,92 \text{ ò} / \text{ì}^3 \cdot 1,6 \text{ ì}} = 0,35 \text{ ì} ;$$

Де $N = 15,57 \cdot 1,8 \cdot 1,8 = 50,45 \text{ òñ}$ - сила, що діє на одну колону.

$\gamma_{\text{òò}} = 1,92 \text{ ò} / \text{ì}^3$ - усереднена об'ємна вага ґрунту і матеріалу підшви фундаменту;

H - глибина закладення фундаменту, яка попередньо дорівнює 1,6 м.

1,8×1,8 - попередні розміри фундаменту.

Бачимо, що з огляду на високу несучу здатність ґрунту видно, що за заданої площі фундаменту спостерігається низька завантаженість ґрунту, приблизно на половину від його потужності. Тоді основною умовою під час вибору фундаменту є міцність бетону за дотичними напруженнями.

Реактивний тиск ґрунту під подошвою:

$$\delta'_{\text{ао}} = \frac{N}{a_{\text{o}} \cdot b_{\text{o}}} = \frac{50,45 \text{ оґн}}{1,8\text{і} \cdot 1,8\text{і}} = 15,57 \text{ оґн/і}^2 \leq R_{\text{o}} = 149 \text{ оґн/і}^2;$$

Визначаємо висоту і конфігурацію фундаменту, виходячи з трьох умов:

1. Умова міцності на продавлювання:

$$\begin{aligned} h'_{\text{o}} &= -\frac{h_{\text{k}} + b_{\text{k}}}{4} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{N}{R_{\text{bt}} + \delta'_{\text{ао}}}} = \\ &= -\frac{0,4\text{і} + 0,4\text{і}}{4} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{50,45 \text{ оґн}}{0,9 \cdot 86,7 \text{ оґн/і}^2 + 15,57 \text{ оґн/і}^2}} = 0,168\text{і} = 16,8\text{ґн} ; \end{aligned}$$

Тут $R_{\text{bt}} = 8,67 \text{ еґн/ґн}^2 = 86,7 \text{ оґн/і}^2$ - розрахункова міцність на розтягнення бетону фундаменту класу В10.

Враховуючи наявність бетонної підготовки під подошвою фундаменту, приймаємо повну висоту: $h'_{\text{o}} = 16,8\text{ґн} + 10\text{ґн} \approx 30\text{ґн}$;

2. Умова конструктивної висоти:

$$h''_{\text{o}} = 1,5h_{\text{е}} + 5\text{ґн} + 20\text{ґн} = 1,5 \cdot 40\text{ґн} + 5\text{ґн} + 20\text{ґн} = 85\text{ґн} ;$$

3. Умова жорсткого защемлення колони у фундаменті:

$$h'''_{\text{o}} = 24d_{\text{s}} + 25\text{ґн} = 30 \cdot 1,4\text{ґн} + 25\text{ґн} = 67\text{ґн} ;$$

Приймаємо фундамент висотою $h_{\text{o}} = 90\text{ґн}$, триступеневий (30см+30см+30см+30см).

$$h_{\text{o}} = 90\text{ґн} - 4\text{ґн} = 86\text{ґн} .$$

Перевіримо, чи достатня висота нижнього ступеня фундаменту. Оскільки його висоту прийнято більшою за необхідну мінімальну висоту з умови на продавлювання, то перевірку на продавлювання не проводимо. Умова міцності на зріз за межами піраміди продавлювання за відсутності поперечної арматури:

а) Розрахунок по грані першого ступеня:

Довжина консолі 30 см = 0,3 м.

Розрахунковий момент на ширину підосви:

$$\dot{M} = \frac{D_0 \times b \times C^2}{2} = \frac{15,57 \times 1,8 \times 0,3^2}{2} = 1,52 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$R_s = 3750 \text{ кН} / \text{м}^2 - \text{допустимий тиск арматури};$$

$$A_s^{\text{доп}} = \frac{\dot{M}}{0,9 \times R_s \times h_0} = \frac{1,52 \times 10^5}{0,9 \times 3750 \times 25} = 1,80 \text{ м}^2;$$

б) розрахунок по грані підколонника:

$$\dot{M} = \frac{D_0 \times b \times C^2}{2} = \frac{15,57 \times 1,8 \times 0,6^2}{2} = 6,09 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$R_s = 3750 \text{ кН} / \text{м}^2 - \text{допустимий тиск арматури};$$

$$A_s^{\text{доп}} = \frac{\dot{M}}{0,9 \times R_s \times h_0} = \frac{6,09 \times 10^5}{0,9 \times 3750 \times 55} = 3,28 \text{ м}^2;$$

Приймаємо арматурну сітку з $\varnothing 10$ А400 з осередком 200 × 200 мм ,
 $A_s = 3,9 \text{ м}^2$.

3.9 Розрахунок осідання фундаменту в осях 2,3,6,7/А-Г

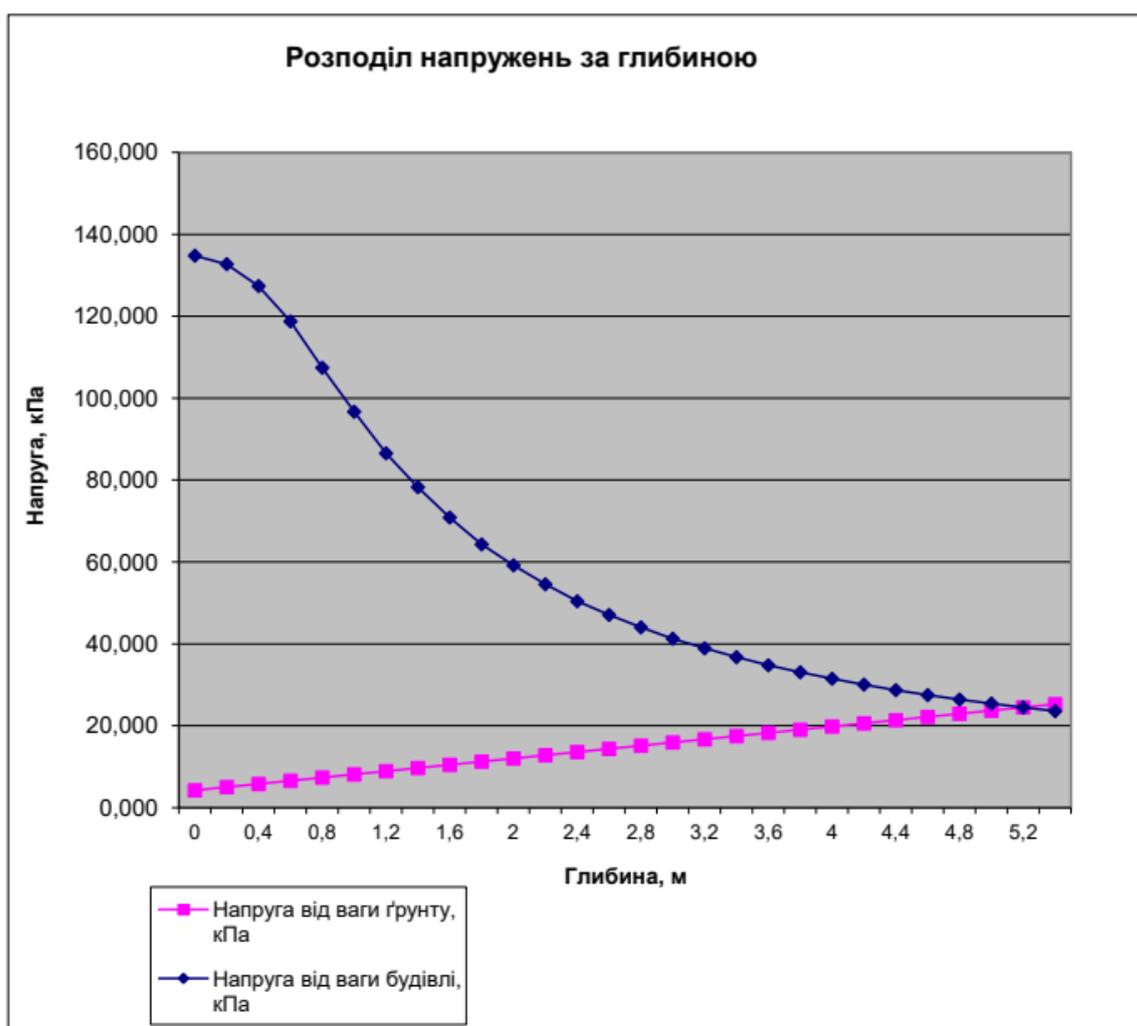
Розрахунок ведемо методом пошарового підсумовування, природні напруження на рівні підосви фундаменту становлять:

$$\sigma_{zp} = N_{\text{до}}^i \cdot 1,6 = 1,325 \cdot 1,6 = 21,2 \text{ кПа};$$

Додаткові напруження від навантаження на рівні підосви фундаменту становлять $P_0 = 156 - 21,2 = 134,8 \text{ кПа}$;

Найменування шару ґрунту	Віднос. глибина, м	Абсолют. Глибина, м	Коефіцієнт зміни напружень за глибиною	Доповнить. Тиск, кПа	Тиск від ваги ґрунту, кПа	0,2*Zg	Модуль деформації, кПа	Осадка шару, мм
Пісок великий	0,000	0,000	1,000	134,800	21,200	4,240	40000	0,54
	0,267	0,200	0,985	132,733	25,094	5,019		0,53
	0,533	0,400	0,945	127,386	28,988	5,798		0,51
	0,800	0,600	0,881	118,759	32,882	6,576		0,48
	1,067	0,800	0,797	107,436	36,776	7,355		0,43
Супісок пилуватий	1,333	1,000	0,717	96,697	40,670	8,134	13000	1,19
	1,600	1,200	0,642	86,542	44,564	8,913		1,07
	1,867	1,400	0,581	78,274	48,458	9,692		0,96
	2,133	1,600	0,526	70,860	52,352	10,470		0,87

2,400	1,800	0,477	64,300	56,246	11,249	0,79
2,667	2,000	0,439	59,177	60,140	12,028	0,73
2,933	2,200	0,405	54,549	64,034	12,807	0,67
3,200	2,400	0,374	50,415	67,928	13,586	0,62
3,467	2,600	0,349	47,090	71,822	14,364	0,58
3,733	2,800	0,327	44,035	75,716	15,143	0,54
4,000	3,000	0,306	41,249	79,610	15,922	0,51
4,267	3,200	0,289	38,912	83,504	16,701	0,48
4,533	3,400	0,273	36,755	87,398	17,480	0,45
4,800	3,600	0,258	34,778	91,292	18,258	0,43
5,067	3,800	0,245	33,071	95,186	19,037	0,41
5,333	4,000	0,234	31,498	99,080	19,816	0,39
5,600	4,200	0,223	30,060	102,974	20,595	0,37
5,867	4,400	0,213	28,712	106,868	21,374	0,35
6,133	4,600	0,204	27,499	110,762	22,152	0,34
6,400	4,800	0,196	26,421	114,656	22,931	0,33
6,667	5,000	0,189	25,432	118,550	23,710	0,31
6,933	5,200	0,182	24,489	122,444	24,489	0,30
7,200	5,400	0,175	23,590	126,338	25,268	0,29
Сума:						15,46



3.10 Проектування пального фундаменту в осях 1,4,5,9/А-Г

Запроектуємо паливий фундамент по осях 2,3,6,7/А-Г. Приймаємо палю

С60.30-6 (серія 1.011.1-10). Несуча здатність палі будь-якого виду визначається за такою формулою:

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cr} RA + U \sum \gamma_{cf} f_i h_i);$$

Тут $R=135 \text{ тс/м}^2$ - розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі (для піщаних ґрунтів з); $J_L = 0,5$

$\gamma_n = 1$ - коефіцієнт умов роботи;

$A=0,09$ - площа поперечного перерізу палі;

$U=1,2\text{м}$ - периметр поперечного перерізу палі;

$\gamma_{cr} = 1, \gamma_{cf} = 1$ - коефіцієнти роботи ґрунту під нижнім кінцем палі та по бічній поверхні.

f_i, h_i - розрахунковий опір по бічній поверхні і товщина і-ого шару ґрунту.

$$f_1 = 1,5 \text{ òñ / ì}^2 \quad h_1 = 1 \text{ ì};$$

$$f_2 = 1,7 \text{ òñ / ì}^2 \quad h_2 = 1,4 \text{ ì};$$

$$f_3 = 2,7 \text{ òñ / ì}^2 \quad h_3 = 2 \text{ ì};$$

$$f_4 = 3,1 \text{ òñ / ì}^2 \quad h_4 = 2 \text{ ì};$$

$$f_4 = 3,1 \text{ òñ / ì}^2 \quad h_4 = 0,6 \text{ ì};$$

$$F_d = 1 \cdot [1 \cdot 135 \text{ òñ / ì}^2 \cdot 0,09 \text{ ì}^2 + 1,2(1,5 \cdot 1 + 1,7 \cdot 1,4 + 2,7 \cdot 2 + 3,1 \cdot 0,6)] \\ = 32,65 \text{ òñ};$$

Допустиме навантаження на палю:

$$F = \frac{F_d}{\gamma_g} = \frac{32,65 \text{ ò}}{1,4} = 23,32 \text{ ò};$$

Визначаємо кількість палі на 1 пог.м. ростверку:

$$n = \frac{N_{II}}{f} = \frac{20,90 \text{ ò}}{23,32 \text{ ò}} = 0,90 \approx 1;$$

Згідно з вимогами ДБН, мінімальна відстань між палями має бути не меншою:

$$S_{\min} = 3d = 3 \times 0,3 \text{ м} = 0,9 \text{ м}, \text{ максимальний крок палі } S_{\max} = 6d = 6 \times 0,3 \text{ м} = 1,8 \text{ м}.$$

приймаємо крок палі . 1 м

Висота ростверку 30 см . Сполучення палі з ростверком приймаємо шарнірним, глибина закладення палі в ростверк 0,1 м. Ширина ростверку береться

.0,9 м

Вага ростверку на 1 п.м. фундаменту:

$$G_p = 2,4 \cdot 0,3 \cdot 0,9 = 0,648 \text{ ò;}$$

Вага ґрунту на ростверку:

$$G_{гр} = 1,92 \cdot 0,6 \cdot 0,9 = 1,037 \text{ ò;}$$

Разом навантаження на одну палю:

$$N = 20,90 \text{ ò} + 0,648 \text{ ò} + 1,037 \text{ ò} = 22,585 \text{ ò} < F = 23,32 \text{ ò.}$$

Визначення умовної ширини пальового фундаменту:

$$\varphi_{lmt} = \frac{\sum \varphi_{li} \cdot h_i}{\sum h_i} = \frac{45 \cdot 0,4 + 40 \cdot 1,4 + 23 \cdot 2}{0,4 + 1,4 + 2} = 31,58 \text{ - розрахункове значення}$$

кутів внутрішнього тертя для різних шарів ґрунтів.

$$\alpha = \frac{\varphi_{lmt}}{4} = \frac{31,58}{4} = 7,90 \text{ - кут розсіювання.}$$

$$B_{\text{онє}} = 2 \text{tg} \alpha \cdot \sum h_i = 2 \cdot 0,139 \cdot 6 = 1,665 \text{ ì ;}$$

3.11 Розрахунок осідання пальового фундаменту

Розрахунок осідання ведемо методом пошарового підсумовування.

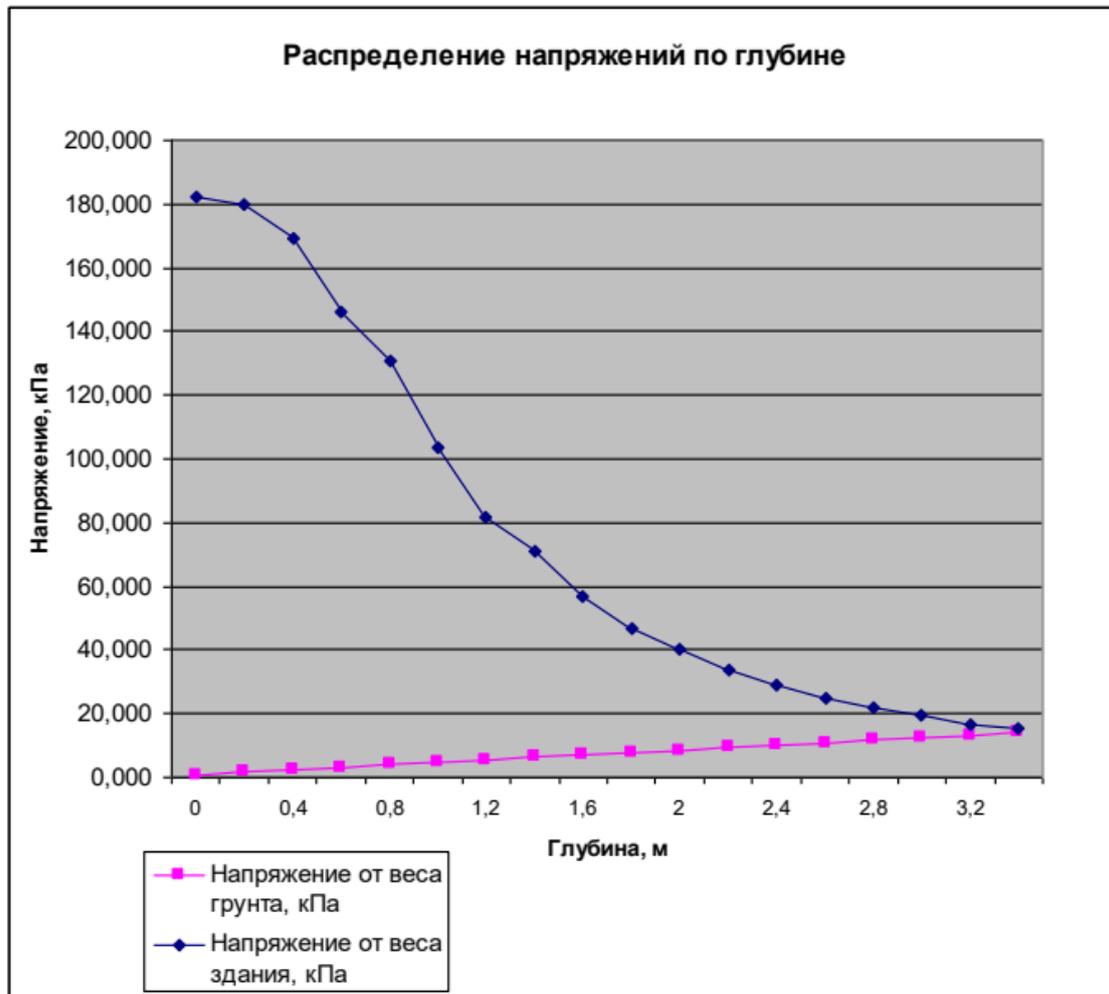
Природні напруження на рівні підшви фундаменту становлять:

$$\sigma_{zp} = (0,3 \text{ ì} \cdot 0,6 \cdot 1 \text{ ì}) \cdot 1,92 \text{ òñ / ì} = 0,384 \text{ òñ / ì} = 3,84 \text{ òñ / ì ;}$$

Додаткові напруження від навантаження на рівні підшви фундаменту становлять $P_0 = 186,3 - 3,84 = 182,46 \text{ кПа;}$

Найменування шару ґрунту	Віднос. глибина, м	Абсолют. Глибина, м	Коефіцієнт зміни напружень за глибиною	Доповнить. Тиск, кПа	Тиск від ваги ґрунту, кПа	$0,2 \cdot Zg$	Модуль деформації, кПа	Осадка шару, мм
Пісок крупний	0,000	0,000	1,000	182,460	3,840	0,768	40000	0,73
	0,267	0,200	0,985	179,662	7,734	1,547		0,72
	0,533	0,400	0,928	169,323	11,628	2,326		0,68
	0,800	0,600	0,800	145,968	15,522	3,104		0,58
	1,067	0,800	0,716	130,641	19,416	3,883		0,52
	1,333	1,000	0,568	103,698	23,310	4,662		0,41
	1,600	1,200	0,449	81,925	27,204	5,441		0,33
	1,867	1,400	0,388	70,734	31,098	6,220		0,28
	2,133	1,600	0,312	56,867	34,992	6,998		0,23
	2,400	1,800	0,257	46,892	38,886	7,777		0,19

Супісок пилуватий	2,667	2,000	0,219	39,959	42,780	8,556	13000	0,16
	2,933	2,200	0,186	33,877	46,674	9,335		0,42
	3,200	2,400	0,160	29,194	50,568	10,114		0,36
	3,467	2,600	0,135	24,693	54,462	10,892		0,30
	3,733	2,800	0,121	22,017	58,356	11,671		0,27
	4,000	3,000	0,108	19,706	62,250	12,450		0,24
	4,267	3,200	0,091	16,543	66,144	13,229		0,20
	4,533	3,400	0,084	15,266	70,038	14,008		0,19
	4,800	3,600	0,077	14,049	73,932	14,786		0,17
	Сума:							6,99



3.12 Вказівки щодо гідроізоляції фундаментів і технології виконання робіт із влаштування фундаментів

Усі фундаменти зводяться з обов'язковою попередньою бетонною підготовкою з крупнопористого бетону класу В7,5 товщиною 10 см і шириною, що дорівнює ширині стрічки фундаменту або ростверку. По верхній грані ростверку укладається наплавляється гідроізоляція (руберойд 2 шари) шириною дещо більшою за ширину стрічки. Стінки котловану не підлягають зміцненню, тому що

розробка ведеться з урахуванням призми обвалення ґрунту. Глибина котловану приймається рівною глибині закладення фундаменту. По завершенні геодезичних робіт виставити опалубку по внутрішній стороні стрічки, потім встановити арматурні каркаси, виконати перев'язку. Після завершення опалубних робіт приступати до бетонування. Бетонування виконується у 2 етапи, за кількістю ступенів фундаменту. Перерва після бетонування першого ступеня - 3 дні. Щоб уникнути розтріскування бетону під час набору міцності, слід рясно поливати водою, особливо в спекотні дні. Під час виконання бетонних, опалубних, арматурних робіт дотримуватися правил техніки безпеки відповідно до нормативних вимог.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

					<i>КНУ.МР.192.25.343с.05 АР</i>			
<i>Зм</i>	<i>Кіль</i>	<i>Прізвище</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Керівник</i>		<i>Крішко</i>			<i>Проектування адміністративно-побутового комплексу з використанням ефективних утеплювачів</i>	<i>Стадія</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Консул.</i>		<i>Валовой</i>				<i>МР</i>		
<i>Магістр.</i>		<i>Мініна</i>				ЗПЦБ-24М		
<i>Зав.каф</i>		<i>Валовой</i>						

4.1 Технологічна карта на влаштування перекриття

4.1.1 Калькуляція трудових витрат і заробітної плати

Складаємо калькуляцію трудових витрат і заробітної плати на влаштування монолітного перекриття (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Калькуляція трудових витрат і заробітної плати по влаштуванню монолітного перекриття

ЄНіР	Найменування робіт	Од. вим.	Обсяг робіт	На од. вим.		На весь обсяг		Склад ланки
				норма часу	розцінка	витрати праці	сума з/пл.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
E4-1-54	Приймання бетонної суміші (в ємкості) з очищенням кузова машини	100 м ³	9,27	8,2	40-75	76,0 1	377-75	Бетонщик 2 р.-1
E1-6	Подача бетонної суміші стріловим самохідним краном	м ³	927,0	0,88 0,44	4-37	815, 7 457, 9	4051-0	Машиніст 6 р.-1 Такелажник 2р.-2
E4-1-34	Влаштування опалубки	м ²	1029,0	0,22	1-19	226, 4	1224-5	Тесляр 4 р.-1 Тесляр 2 р.-1
E4-1-44	Встановлення арматурних каркасів і сіток горизонтально	1 сітка	99,0	1,4	7-59	138, 6	751,41	Арматурщик 4 р.-1 Арматурщик 2 р.-3
E22-1-1	Одностороння зварка стикових з'єднань без зкосу кромки	10 п.м	7,95	4,2	25-66	33,3 9	203,99	Зварник 4 р.-1
E4-1-49	Укладання бетонної суміші в конструкції	м ³	927,0	1,3	7-05	402, 3	2181-8	Бетонщик 4 р.-1 Бетонщик 2 р.-1
E4-1-54	Догляд за бетоном (поливка бетону)	100 м ²	18,22	0,14	0-7	2,55	12-75	Бетонщик 2 р.-1
E4-1-34	Розбірка опалубки	м ²	1029,0	0,11	0-57	113, 2	586-55	Тесляр 3 р.-1 Тесляр 2 р.-1
E4-1-44	Встановлення арматурних каркасів і сіток вертикально	1 сітка	80	2,7	14-63	216, 0	1170-4	Арматурщик 4 р.-1 Арматурщик 2 р.-1
E4-1-27	Влаштування	м ²	1059,	0,22	1,19	233,	1261,21	Тесляр 4 р.-1

	опалубки перекрыття		8			2		Тесляр 2 р.-1
E4-1-27	Розбірка опалубки перекрыття	м ²	1059, 8	0,11	0,57	116, 6	604,11	Тесляр 3 р.-1 Тесляр 2 р.-1
E4-1-26	Встановлення підтримуючих лісів	100м стійок	6,804	8,3	47,81	56,4 7	325,3	Монтажник 4 р.-1 Монтажник 3 р.-1
E4-1-27	Розбірка підтримуючих лісів	100м стійок	6,804	1,85	10,66	12,5 9	72,53	Монтажник 4 р.-1 Монтажник 3 р.-1
	Всього					<u>2443</u> 457, 9	12823,3	

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 виробих

№ п/ п	Назва робіт	Вимірні к	Кількість	Назва матеріалів	Одиниця виміру	Норма витрат	Загальна потреба
1	Влаштування перекрыть ребристих на висоті від опорної площадки до бм	100м ₃	9,27	Цвяхи буд. з плоскою головкою 1,6×50мм	т	0,103 5	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 E42A	т	0,067	0,621
				Бруски обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5м, ширина 75-	М ³	4,1	38,01

				150мм, товщина 40-75мм, 3 сорт			
				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, довжина 4-6,5м, ширина 75-150мм, товщина 44мм і >, 3 сорт	М ³	3,39	31,43
				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	100м ³	15,2 1	Цвяхи дротові круглі формовочні 1,6×100мм	т	0,000 4	0,006

	100мм в 1 шар при висоті поверху > 4м			Гипсові в'язучі Г-3	т	0,57	8,67
				Поковки з квадратних заготовок, 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 крупнозернистої посипаної, марка ТВК-350	М ²	6	91,26
				Бруски обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5м, ширина 75-150мм, товщина 40-75мм, 3сорт	М ³	0,1	1,52
				Пісок природний, 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 природний, 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	М ²	2,71	614,09

				теплоізоляційні			
				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 кладочні важкі вапняні, марка 10				М ³	0,01	1,86	
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
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 призначення світла, Ø1,1мм	т	0,38
5	Електроди Ø6мм, марка Е42А	т	0,621
6	Бруски обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5м, ширина 75-150мм, товщина 40-75мм, 3сорт	М ³	39,53
7	Бруски обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5м, ширина 75-150мм, товщина 150мм і >, 3сорт	М ³	6,03
8	Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5м, ширина 75-150мм, товщина 25мм і, 3сорт	М ³	8,16
9	Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5м, ширина 75-150мм, товщина 25мм і, 3сорт	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	945,54
12	Арматура	т	117,64
13	Розчин готовий кладочний важкий цементно-вапняний, марка М25	М ³	108,78
14	Камені легкобетонні	М ³	46,83
15	Гипсові в'язучі	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 0шт	166,0 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 містах; 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 риси безпосередньо в місцях установки опалубки.

Організація праці арматурщиків залежить від виду виконуємих робіт. Вони можуть бути наступними: монтаж арматури з готових каркасів, блоків, сіток; укрупнюючи 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 обіднею 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 арматурщиків 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 ломами 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 виграшкою 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 перекриття 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 перекриття 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 перекриття потрібно починати з розбирання опалубки колон і підпорних місць прогонів і балок. Далі продовжують розбирати елементи опалубки плит перекриття 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 підмості 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 підмоцнення, 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 плану будівництва в дипломному проекті розроблений календарний графік будівництва, що відбиває технологічні й організаційні взаємозв'язки процесу будівництва і потокові методи проведення робіт. Календарний графік являє собою модель з розрахованими тимчасовими параметрами.

Довжина критичного шляху сіткового графіка – 274 дня.

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. Чекування – 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 ні часу, ні ресурсів. Подія – факт закінчення однієї або декількох робіт, необхідний і достатній для початку наступних робіт (табл. 4.4).

Таблиця 4.4 – Картка-визначник для календарного графіку

№ 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 арматурни к 3р-4 робітник 2р-4		бортовий 5т Бетононасо с Автобетоно змішувач	
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 арматурни к 3р-4	16	Кран КС - 4572 Автомобіль бортовий 5т Бетононасо с Автобетоно змішувач	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 крокв	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		4			-
					-	-	-							
	2 етап		руб	1980 85	6 000,00	33,01	32	2	4	Монтажники 4р-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	Розрахункова чисельність, що обслуговується, чол	Норма на 1 чол, м ²	Розрахункова 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	Кантора	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 м^2 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:

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

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

Діаметр водопровідної лінії:

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

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:

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

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

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;

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

$\sum P_{\text{ов}} = 4,82$ 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:

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

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_{λ} - потужність лампи прожектора, Вт. $P_{\lambda} = 500$ 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 небезпечної зони 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

Зм	Кіль	Прізвище	Підпис	Дата	КНУ.МР.192.25.343с.05 БЖД ОП			
Керівник	Крішко				Проектування адміністративно-побутового комплексу з використанням ефективних утеплювачів	Стадія	Аркуш	Аркушів
Консул.	Шоповалов					МР		
Магістр.	Мініна					ЗПЦБ-24М		
Зав.каф	Валовой							

5.1 Загальні відомості про об'єкт проектування

Адміністративно-побутовий комплекс виконано каркасного типу. Будівля цегляна, відноситься до другого ступеня вогнестійкості.

Для забезпечення безпечних та комфортних умов перебування 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.

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 адміністративно-побутовий комплекс 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 неогороджених 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 вантажопідйомними 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-504 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 ділянці 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.

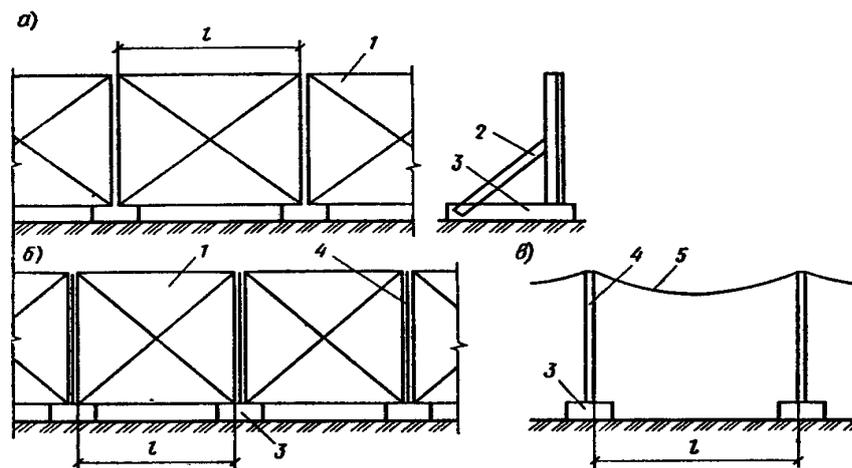


Рисунок 5.1 – Огородження будівельних майданчиків:

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 струмінні, 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 $v = 1 \text{ м/сек}$ – 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 6м.

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.

$$S_{пл} = 17000 \text{ м}^2,$$

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

$$P_{л} = 1000 \text{ Вт}$$

$$E = 2$$

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

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 монтажних роботах

До початку виконання монтажних робіт необхідно визначити порядок обміну умовними сигналами між особою, яка керує монтажем, та машиністом (мотористом) крана. Усі сигнали подаються лише однією особою (бригадиром монтажною бригади, ланковим, такелажником-стропальником). Лише сигнал «Стоп» може подати будь-який робітник, який помітив небезпеку. Якщо конструкція, що монтується, знаходиться за межами поля зору машиніста крана, між ним та монтажниками повинен бути забезпечений надійний зв'язок. Якщо такої можливості немає, призначаються проміжні сигнальніки з числа стропальників (такелажників). В особливо відповідальних випадках (у разі піднімання конструкцій із застосуванням складного такелажу, методу повороту, під час насування великогабаритних і важких конструкцій; під час піднімання їх двома механізмами чи більше тощо) сигнали повинен подавати тільки керівник робіт.

Стропування елементів, що монтуються, необхідно виконувати у місцях, зазначених у робочих кресленнях, і забезпечувати їх піднімання і подавання до місця встановлення у положенні, близькому до проектного. ДБН А.3.2-2-2009 Забороняється піднімання елементів будівельних конструкцій, що не мають монтажних петель чи отворів, маркування і позначок, які забезпечують їх правильне стропування і монтаж. Під час монтажу з транспортних засобів елементи конструкцій забороняється проносити над кабіною водія.

Очищення елементів конструкцій, що підлягають монтажу, від бруду і льоду необхідно робити до їх піднімання.

Елементи, що підлягають монтажу, необхідно піднімати плавно, без ривків, розгойдування та обертання. Піднімання вантажу (приморзлого, частково засипаного ґрунтом, сміттям, з'єднаного з елементами інших конструкцій тощо), який перевищує вантажопідйомність монтажного крана,

заборонено. Піднімати конструкції необхідно в два етапи: спочатку на висоту 20 см – 30 см, потім, після перевірки надійності стропування та монтажних петель, здійснювати подальше піднімання.

Під час переміщення конструкцій чи обладнання відстань від них і до частин змонтованого обладнання, конструкцій, що виступають, повинна бути по горизонталі не менше ніж 1,0 м, а по вертикалі – не менше ніж 0,5 м.

Під час перерви у роботі залишати підняті елементи конструкцій і обладнання у піднятому стані заборонено.

Установлені в проектне положення елементи конструкцій чи обладнання повинні бути закріплені так, щоб забезпечувалася їх стійкість і геометрична незмінність. Розстропування елементів конструкцій і обладнання, які установлені у проектне положення, необхідно робити після постійного або тимчасового їх закріплення відповідно до проекту. Переміщувати встановлені елементи конструкцій чи обладнання після їх розстропування без використання монтажного оснащення, передбаченого проектом виконання робіт, не допускається.

До закінчення вивіряння і надійного закріплення встановлених елементів не допускається обпирання на них конструкцій, що розташовані вище, якщо це не передбачено проектом виконання робіт.

Стропувати вантаж, що перебуває у хиткому положенні, а також пересувати пристосування на піднятому вантажі заборонено.

Під час насування (переміщення) конструкцій і обладнання лебідками вантажопідйомність гальмових лебідок і поліспахів повинна дорівнювати вантажопідйомності тягових засобів, якщо інші вимоги не визначено проектом.

Забороняється виконання монтажних робіт на висоті у відкритих місцях за швидкості вітру 15 м/с і більше, під час ожеледі, грози, туману, що унеможлиблює видимість у межах фронту робіт. Роботи з переміщення і установлення конструкцій, що мають велику парусність, необхідно зупиняти за швидкості вітру 10 м/с і більше.

Під час монтажу конструкцій із рулонних заготовок необхідно вживати заходів з унеможливлення самовільного згортання рулону.

Під час складання горизонтальних циліндричних ємностей, що складаються з окремих царг, необхідно застосовувати клинові прокладки та інші пристосування, що унеможливають мимовільне скочування царг.

Укрупнювальне складання таких, що підлягають монтажу, конструкцій і обладнання, необхідно виконувати у спеціально призначених для цього місцях.

Переміщення конструкцій чи обладнання кількома кранами (або піднімальними чи тяговими засобами) необхідно здійснювати згідно з проектом виконання робіт під безпосереднім керівництвом осіб, відповідальних за безпечне виконання робіт кранами.

5.3 Розрахунок стропу для монтажу

Для забезпечення безпеки монтажних робіт запроектуємо строп для монтажу

Схема строповки плити зображена на рис. 6.1:

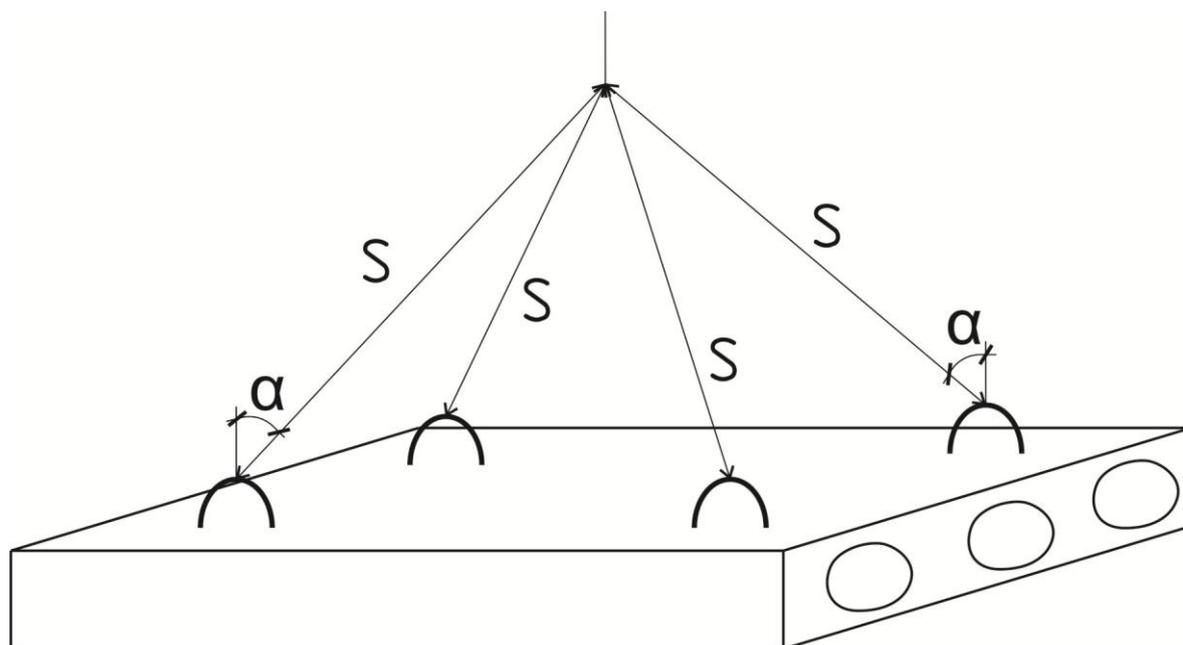


Рисунок 6.1 – Схема строповки плити

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

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

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 проектуваного адміністративно-побутового комплексу за нормами ДБН В.2.2-9:2018 «Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення.» приймається І 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 І 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. Яковлевим, 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 необігріваними поверхнями 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:

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

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 обігрівається межі перетину до краю стержня по осі OX , м.

Визначаємо час нагріву до критичної температури арматури розтягнутої зони багатопролітної 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 $T_{кр} = 500$ °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:

$$\lambda_T = 1,2 - 0,00035T = 1,2 - 0,00035 * 450 = 1,0425 \text{ Вт/(м*°C)};$$

$$c_T = 0,71 + 0,00084T = 0,71 + 0,00084 * 450 = 1,09 \text{ Дж/(кг*°C)};$$

$$a_{пр} = 3,6 * \lambda_{T,ср} / [(c_{T,ср} + 0,05 * u_n) * \rho_0] = \\ = 3,6 * 1,04 / [(1,09 + 0,05 * 1,5) * 2296] = 0,00140 \text{ м}^2/\text{год}.$$

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:

$$500 = 1250 - (1250 - 20) * \left[\text{erf} \frac{0,62 + (0,015 + 0,5 * 0,014) / \sqrt{0,0014}}{2\sqrt{\tau}} \right],$$

$$\text{звідки } \text{erf} * (0,619 / \sqrt{\tau}) = 0,61; \sqrt{\tau} = 1,015, \tau = 1 \text{ годину}$$

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 обґрунтованому співвідношенні величини збитків і витрат на протипожежні заходи, пожежну охорону та її технічне оснащення.

Для успішної евакуації працівників 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 вунррь 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 іготавлення несучих і огороджувальних 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 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, кльоші - 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 установлювати 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 колісок. 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

Зм	Кіль	Прізвище	Підпис	Дата	КНУ.МР.192.25.343с.05 Е			
Керівник	Крішко				Проектування адміністративно-побутового комплексу з використанням ефективних утеплювачів	Стадія	Аркуш	Аркушів
Консул.	Паливода					МР		
Магістр.	Мініна					ЗПЦБ-24М		
Зав.каф	Валовой							

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 пусканалагоджувальні 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 закриттями 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 (березень 2019 р.) 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 згоряння 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 відбуватиметься 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. Неприятливі 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 немерзлому 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 проектного 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 навчальному 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 розпорошенню 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 СО і СН 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 а 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.192.25.343с.05 ЕК			
Керівник	Крішко				Проектування адміністративно-побутового комплексу з використанням ефективних утеплювачів	Стадія	Аркуш	Аркушів
Консул.	Кадол					МР		
Магістр.	Мініна					ЗПЦБ-24М		
Зав.каф	Валовой							

7.1 Економічні розрахунки конструктивних рішень

7.1.1 Економічне порівняння запропонованих конструктивних рішень

При виконанні проекту «Проектування адміністративно- побутового комплексу з використанням ефективних утеплювачів» виконаємо економічне порівняння за приведеними витратами за весь нормативний строк служби конструкцій влаштування стінового огороження.

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	22,0
Керамічна цегла	0,250	366,5
Утеплювач – мінеральна вата	0,100	146,6
	2-й варіант	
Штукатурка	0,015	22,0
Газобетон	0,200	293,20
Утеплювач "ISOVER"	0.100	146,6

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 адміністративно-побутового комплексу 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 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
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
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

Мініна І.І.

[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 адміністративно-побутового комплексу 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 адміністративно-побутового комплексу 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	106,62	250 767	126 211	18 419	8,9600	1 547,84
					730,60	44,09			7 617	0,4896	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

Мініна І.І.

[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 адміністративно-побутового комплексу 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 проєктом (робочим проєктом)	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.

$$t_1 = \frac{4890,190/8}{2 \cdot 5 \cdot 2} = 30,564 \text{ днів};$$

$$t_2 = \frac{4752,740/8}{2 \cdot 5 \cdot 2} = 29,705 \text{ днів}.$$

Визначаємо величину капітальних вкладень, необхідних будівельній організації для забезпечення виробничих засобів (К):

$$K = K_{осн} + K_{об}$$

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:

$$K_{осн1} = \frac{3900 \times 30,564}{100} = 1191,996 \text{ тис. грн.};$$

$$K_{осн2} = \frac{3900 \times 29,705}{100} = 1080,495 \text{ тис. грн.}$$

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	40,598	36,667
Витрати на роботу взимку	10,989	9,924
Прибуток	107,988	142,759
Адміністративні витрати	30,172	39,888

Визначаємо кошти, потрібні для фінансування оборотних засобів:

$$K_{об1} = \frac{(2706,534 + 40,598 + 10,989 + 107,988 + 30,172)}{4} = 2896,281/4 = 724,070 \text{ тис. грн.}$$

$$K_{об2} = \frac{(2444,440 + 36,667 + 9,924 + 142,759 + 39,888)}{4} = 2673,678/4 = 668,420 \text{ тис. грн.}$$

Загальна сума капітальних вкладень, необхідна будівельній організації в основні виробничі фонди та оборотні кошти, необхідні для забезпечення будівельного процесу наступна:

$$K1=1191,996 + 724,070 = 1916,066 \text{ тис. грн.}$$

$$K2=1080,495 + 668,420 = 1748,915 \text{ тис. грн.}$$

Розрахуємо витрати на експлуатацію конструктивних елементів, які включають суму річних амортизаційних відрахувань (А) і витрати на ремонт і утримання конструкцій (Вру):

$$V_e = A + B_{py}$$
$$A = \frac{(C+TB+DK_{зл}+КП+AB)}{100} \cdot N_a$$

де N_a – річна норма амортизаційних відрахувань на будівлі і споруди (приймається 8 %):

$$A1 = \frac{2896,281}{100} \times 8 = 231,702 \text{ тис. грн.};$$

$$A2 = \frac{2673,678}{100} \times 8 = 213,894 \text{ тис. грн.}$$

Визначаємо загальну кошторисну трудомісткість будівельно-монтажних робіт ($T_{заг}$):

$$T_{заг} = T_{не} + T_{зв} + T_{тб} + T_з + T_л$$

де $T_{не}$ – нормативно-розрахункова трудомісткість робіт, що передбачаються прямими витратами;

$T_{зв}$ – розрахункова кошторисна трудомісткість робіт, що передбачені загальновиробничими витратами:

$$T_{зв} = T_{не} \cdot K_{тзв}$$

$T_{тб}$ – 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

5,75826 тис. люд. год. для 1-го варіанту

5,60999 тис. люд. год. для 2-го варіанту.

Визначаємо необхідні витрати на ремонт та утримання конструкцій по кожній j -й групі конструкцій:

$$B_{py} = \frac{\sum_{j=1}^m (C + T_{Bj} + V_{зл} + K_{Пj} + A_{Bj}) \cdot H_{pyj}}{100},$$

де H_{pyj} — річні норми витрат на ремонт та експлуатацію j -ї конструкції, які для конструкцій стін за варіантами дорівнюють по 6,7%:

$$B_{py1} = \frac{2896,281}{100} \times 6,7 = 200,081 \text{ тис. грн.};$$

$$B_{py2} = \frac{2673,678}{100} \times 6,7 = 179,136 \text{ тис. грн.}$$

$$B_{e1} = 231,702 + 200,081 = 431,783 \text{ тис. грн.};$$

$$B_{e2} = 213,894 + 179,136 = 393,030 \text{ тис. грн.}$$

Питомі приведені витрати за варіантами конструктивних рішень за двома варіантами визначаємо за наступною формулою:

$$B_{п} = (B_{пi} + E_{н} \cdot K_i) \cdot (\rho + E_{пп}) + B_{e_i},$$

де $E_{пп}$ — норматив ефективності (норма прибутку) капітальних вкладень;

ρ — коефіцієнт реновації, частка витрат в розрахунку на рік служби конструкції;

$E_{пп}$ — норматив приведення капітальних вкладень за фактором часу, ($E_{пп} = 0,1$).

Розраховуємо, враховуючи, що строк використання конструкцій за двома варіантами — 60 років та відповідно коефіцієнт реновації 0,00033,

$$B_{п1} = (2896,281 + 0,15 \times 1916,066) (0,00033 + 0,1) + 431,783 = 751,202 \text{ тис. грн.}$$

$$B_{п2} = (2673,678 + 0,15 \times 1748,915) (0,00033 + 0,1) + 393,030 = 687,600 \text{ тис. грн.}$$

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:

$$E = \frac{B_2 - B_1}{\rho_2 + E_{нп}}$$

$$E = \frac{751,202 - 687,600}{0,00033 + 0,1} = 633,908 \text{ тис. грн.}$$

де позначення «1» та «2» відповідають базовому та проектному рішення.

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	30,564	29,705
2	Загальна кошторисна трудомісткість будівельних робіт	тис люд.-год.	5,75826	5,60999
3	Собівартість БМР	тис. грн.	2706,534	2444,440
4	Вартість основних виробничих фондів і оборотних коштів	тис. грн.	1916,066	1748,915
5	Річні приведені витрати	тис. грн.	751,202	687,600
6	Економічний ефект від використання прогресивної конструкції за весь строк її експлуатації	тис. грн.	-	633,908

Другий варіант, аналізуємий за приведеними витратами економічно вигідніший. Економічний ефект складає 633,908 тис. грн. Його і приймаємо в подальшому проектуванні.

РОЗДІЛ 8

НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ

					<i>КНУ.МР.192.25.343с.05 НР</i>			
<i>Зм</i>	<i>Кіль</i>	<i>Прізвище</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Проектування адміністративно-побутового комплексу з використанням ефективних утеплювачів</i>	<i>Стадія</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>	<i>Крішко</i>					<i>МР</i>		
<i>Консул.</i>	<i>Тімченко</i>					<i>ЗПЦБ-24М</i>		
<i>Магістр.</i>	<i>Мініна</i>							
<i>Зав.каф</i>	<i>Валовой</i>							

8.1 Проблема наукового дослідження

Зниження втрат тепла в будівлях і спорудах пов'язане з точним визначенням потоків тепла і температур огорожувальних конструкцій. Так у термодинамічній системі «внутрішня частина будівлі (приміщення) – огорожа – навколишнє повітря (середовище)» баланс теплоспоживання визначається такими потоками тепла:

- втратами тепла через зовнішні огорожувальні конструкції у зовнішнє повітря або в ґрунт (у разі підземної огорожі);
- надходженням тепла за рахунок опалення;
- втратами тепла за рахунок підігріву холодного зовнішнього повітря, що надходить в будівлю при інфільтрації з навітряного боку конструкції, або втратами тепла при інфільтрації теплого повітря з підвітряного боку конструкції.

Економія тепла можлива за всіма трьома перерахованими вище напрямками. При цьому важливо враховувати не тільки кліматичні параметри (температуру зовнішнього повітря взимку і тривалість опалювального періоду) регіону, але і конструкцію стінової огорожі.

У вітчизняній і зарубіжній практиці активно вирішуються питання підвищення класу енергоефективності стінових будівельних конструкцій. Традиційно збільшення енергоефективності стінової конструкції досягається за рахунок збільшення її активного термічного опору.

Основними проблемами теплотехнічного розрахунку огорожувальних конструкцій є вплив різного роду включень на термічний опір:

- сторонніх включень (кронштейнів, дюбелів, кутів тощо). Наявність сторонніх включень спотворює температурне поле конструкції. Включення часто відіграють роль «містків» для потоків тепла;
- геометричних (зміна розмірності області стіни, що виникає при порівнянності розмірів стінової конструкції або при порушенні зв'язності конструкції за рахунок порожнин, заповнених різним матеріалом тощо);
- граничних (неоднорідність розподілу граничних температур стінової конструкції, що призводить до появи додаткових компонентів вектора

теплого потоку).

Теплостійкість і акумуляційна здатність стінових огорож будівлі важлива для оцінки теплотехнічних властивостей стінової огорожі при змінних, найбільш реалістичних теплових режимах.

Помилки при оцінці теплотехнічних характеристик будівельних конструкцій можуть призвести до надмірного збільшення активного термічного опору, до ускладнення конструкції стінової огорожі, а також до збільшення капітальних витрат. Ігнорування реактивним опором стінової огорожі може призвести до збільшення експлуатаційних витрат, наприклад, до надмірних витрат на опалення будівель і споруд, до їх «перетопу». Це важливо не тільки для новопроектованих конструкцій, але і для реновації експлуатованих будівель. Вплив включень, неоднорідностей і геометричних, представляє інтерес для розробки об'єктивних і доступних методик теплотехнічного розрахунку конструкцій будівельних огорож.

8.2 Об'єкт та предмет наукового дослідження

Об'єкт дослідження – огорожувальні стінові конструкції.

Предмет дослідження – розподілу температури в стіновій огорожі в стаціонарному і нестаціонарному режимах, термічний опір стінової огорожі.

8.3 Мета та задачі наукового дослідження

Мета дослідження – теплотехнічний розрахунок конструкції стінової огорожі, що враховує геометричні включення та її теплостійкість.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

1. Виконати огляд і порівняльний аналіз досліджуваних огорожувальних стінових конструкцій.
2. Визначити активний і реактивний термічні опори стінових огорож.
3. Визначити товщину температурного і теплового прикордонних шарів стіни. Знайти зв'язок термічного опору з теплостійкістю стінової огорожі.
4. Провести визначення стаціонарного і нестаціонарного теплових режимів стінових огорож для різних матеріалів, що застосовуються в

будівництві.

5. Підвищення енергоефективності будівель на базі використання утеплювача ISOVER;

6. Поліпшення умов комфортності;

7. Можливість і доцільність впровадження розроблених утеплених вузлів в реальному проектуванні будівель і споруд в м. Кривий Ріг.

8.4 Методи досліджень

Теоретичні, аналітичні й чисельні методи, аналіз і зіставлення даних отриманих різними методами.

8.5 Наукова новизна одержаних результатів

– запропоновано використання утеплювача ISOVER в розроблених вузлах будівель з дотриманням показників звукоізоляції, теплоізоляції та пожеаробезпеки;

– запропоновано використання можливих розрахункових схем теплопровідних включень для перевірки утворення конденсату на внутрішній поверхні огороджуючих конструкцій;

– запропоновано утеплювання теплопровідних місць огороджуючих конструкцій

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., Кайда В.Е., Азаренко Д.Д., Качаненко Є.К., Мініна І.І. Енергоефективні рішення під час реконструкції фасадів. // *Новітні тенденції розвитку міського будівництва та господарства: доповідь на всеукраїнській науково-технічній інтернет-конференції (24-26 квітня 2024 р.)*. Рівне. НУВГП, 2024.

2. Тімченко Р.О., Крішко Д.А., Кайда В.Е., Азаренко Д.Д., Качаненко

Є.К., Мініна І.І. Використання енергозберігаючих технологій і матеріалів // *Розвиток промисловості та суспільства: матеріали міжнародної науково-технічної конференції (22-24 травня 2024 р.)*. Кривий Ріг. Видавничий центр «КНУ», 2024. С. 124.

3. Тімченко Р.О., Крішко Д.А., Кайда В.Е., Азаренко Д.Д., Качаненко Є.К., Мініна І.І. Використання енергоефективних інноваційних матеріалів // *Розвиток промисловості та суспільства: матеріали міжнародної науково-технічної конференції (22-24 травня 2024 р.)*. Кривий Ріг. Видавничий центр «КНУ», 2024. С. 125.

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 конструктивних рішень огорожуючи конструкцій для покращення енергоефективності будівель

Світ нестримно міняється. Передові технології, наукові досягнення поліпшили якість нашого життя, але при цьому показали, наскільки хисткою є рівновага в довікллі. Глобальне потепління більше не є віддаленим майбутнім, а стає реальною загрозою для людства.

Будівельний сектор повинен усвідомити міру свого впливу на глобальне потепління і свою роль в справі збереження цінних енергетичних ресурсів.

Щоб зменшити негативну дію на довіклля, ми повинні змінити підхід до проектування нових будівель і провести реконструкцію існуючих будов.

В процесі будівництва необхідно зберігати унікальні природні екосистеми, різноманітність біологічних видів і місцеві ландшафти, забезпечуючи в той же час високу якість життя, здоров'я і безпеку людей в будинках. Концепція раціонального будівництва передбачає оптимальне рішення цих, часом, суперечливих завдань.

За останніх 10 років споживання енергії в ЄС зросло на 11%. При цьому запаси викопного палива, такого як нафта, газ і вугілля, яке складає 81% від світового споживання енергії, не безмежні. Учені вважають, що при поточних темпах споживання запасів вугілля досить більш ніж на два століття, але світові запаси газу будуть виснажені через 63 року, а запаси нафти – менш ніж через 50 років.

За даними EURIMA, енергетична криза також є стратегічною і економічною загрозою. Протягом найближчих 20-30 років залежність Європи від зарубіжних джерел енергії збільшиться з 50 до 70%. Нині питання безперебійності енергопостачання, що загострилося за останні роки істотним підвищенням цін на нафту, стоїть в списку існуючих проблем енергетичної політики на першому місці. Однією з причин такого підвищення цін є той факт, що постачання усіх видів викопного палива стають мізернішими, а його здобування – дорожчим. Добігають кінця часи дешевизни нафти і газу.

Ми повинні понизити споживання і диверсифікувати джерела виробництва відповідно до концепції "Енергетика Тріаса" (рис. 1, 2).

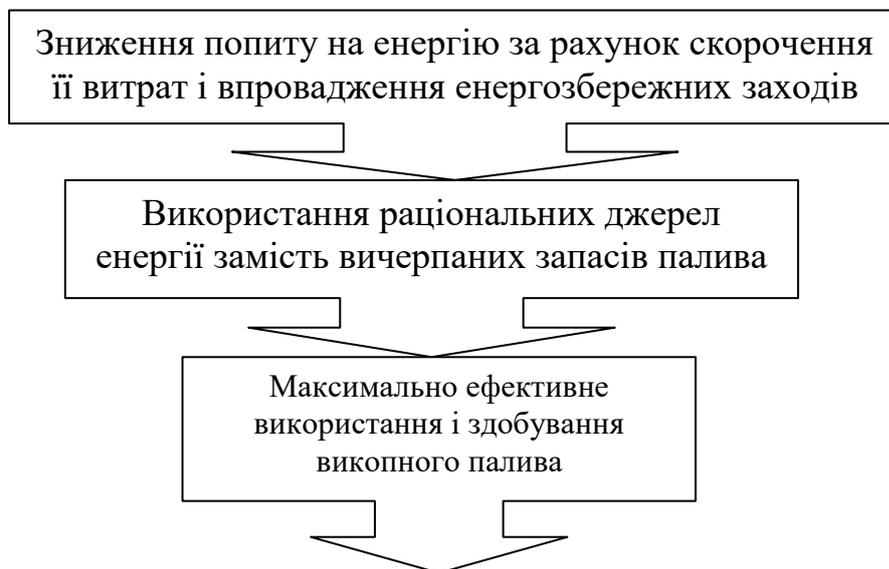


Рисунок 1. – Концепції "Енергетика Тріаса".

У ЄС ефективність використання енергії (на графіку – мегаджоуль) є ключовим чинником забезпечення безперебійності енергопостачання (рис. 3).

Мільярд барелів нафти на рік (Гб/рік)

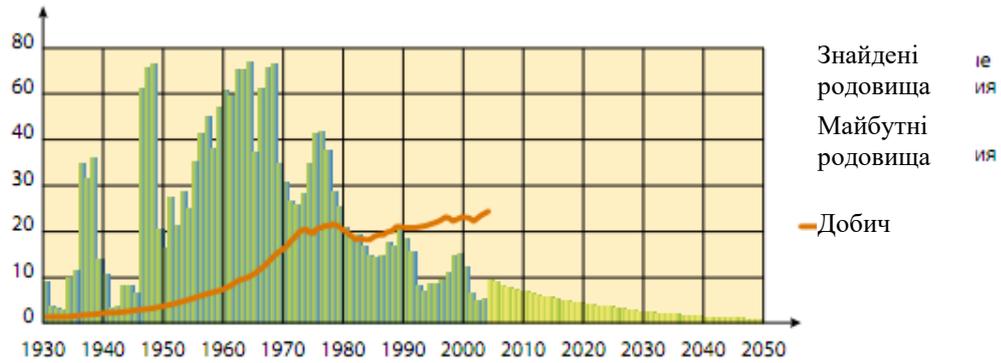


Рисунок 2. – Споживання нафти

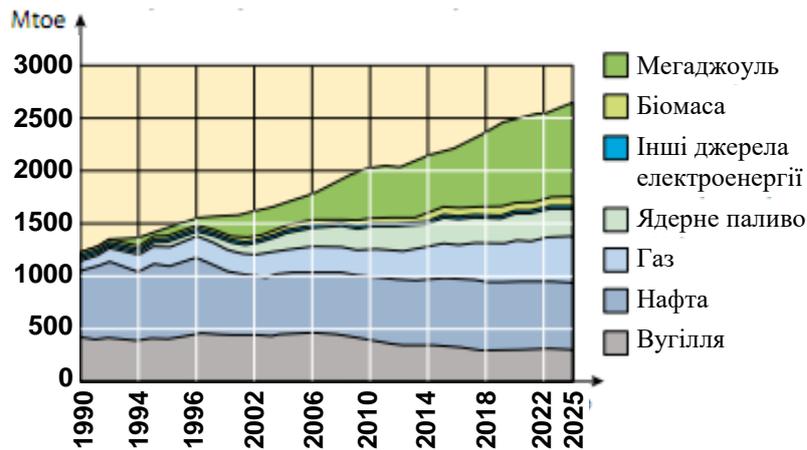


Рисунок 3. – Первинний попит на енергію та зростання енергозбереження в 25 країнах ЄС, 1990-2024 рр.

У Європі будівельний сектор є основним споживачем енергії, за ним йдуть транспорт і промисловість (рис. 4).



Рисунок 4. – Споживання енергії у різних секторах економіки Європи

40% енергії в Європі споживають 160 мільйонів будівель. У інших країнах цей показник нестримно росте у міру збільшення темпів будівництва,

особливо в таких країнах, як Китай і Індія. Основними чинниками споживання енергії є опалювання і кондиціонування. Сьогодні в Європі 2/3 енергії, споживаної будівлями, йде на опалювання. Кондиціонування повітря, згідно з прогнозами, до 2030 р. збільшиться втричі.

Тому актуальна ізоляція, вона є найефективнішим способом зниження енергоспоживання в будівлях і скорочення викидів парникового газу. Потенціал ефективного використання енергії в будівлях величезний. Прогрес може стати реальністю вже сьогодні, оскільки сучасні знання і технології дозволяють істотно понизити споживання енергії, одночасно підвищивши рівень комфорту. Застосовуючи добре перевірені енергоефективні технології, можна понизити потреби в енергії на опалювання або охолодження на 70-90%.

Потенціал енергозбереження величезний:

- За експертними оцінками, завдяки застосуванню ефективної ізоляції можна заощадити до 50% енергії, споживаної будівлями.
- Якби будівлі були енергоефективнішими, в Європі можна було б заощадити 3,3 млн. барелів нафти в день.

8.7.2 Використання ISOVER для енергоефективного будівництва

8.7.2.1 Загальна характеристика

Торгівельну марку ISOVER на Україні представляє компанія ЗАТ "Сан-Гобэн Изовер". На українському ринку торговельна марка ISOVER за 15 років зуміла завоювати провідні позиції і знайти своїх споживачів. Нині постачання теплоізоляційних виробів ISOVER в Україну здійснюються із заводів концерну SAINT - GOBAIN у Фінляндії, Польщі, Росії, Чехії і Швеції. На складі компанії ЗАТ "Сан-Гобэн Изовер" в м. Києві завжди представлений широкий асортимент товару. Продаж здійснюється через широко розвинену мережу дистриб'юторів по усій Україні.

Протягом останніх 50 років безпека кам'яно- та скловатних ізоляційних матеріалів піддавалася ретельному вивченню державними відомствами і науковими організаціями, у тому числі Міжнародною організацією праці (МОТ), Міжнародним агентством онкологічних досліджень (МАОД) і

Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ). Спираючись на дослідження, проведені цими організаціями, можна укласти, що ізоляція безпечна в процесі виробництва і експлуатації за умови дотримання рекомендованих методів роботи з нею.

На усю продукцію ISOVER, що поставляється в Україну, є санітарно-гігієнічні ув'язнення Міністерства охорони здоров'я України.

Однією з основних переваг легкої скловатної продукції ISOVER є її еластичність в процесі упакування. Так, наприклад, рулони ISOVER KT стискаються в 5 разів, а мати ISOVER KL - E – в 4 рази від свого первинного об'єму. Легка продукція поставляється в пластикових мішках, а жорстка – в пакетах або на піддонах, які потім обертаються термоусадочною плівкою.

8.7.2.2 Висока якість

Процес виготовлення продукції ISOVER включає безліч етапів, причому кожен з них має бути відпрацьований якісно в цілях дотримання вимог технічних специфікацій, а також параметрів монтажу і експлуатації. Дотримання цих вимог забезпечується за рахунок системи контролю якості компанії ISOVER, доданками якої є грамотний персонал, високий потенціал технічних знань і систематичний контроль продукції і виробництва. Прикладом високої якості може служити той факт, що виробництво працює відповідно до стандартів ISO 9001 і ISO 14001, сертифікат відповідності України на вироби теплоізоляційні із скляного штапельного волокна.

8.7.2.3 Теплопровідність

Однією з найважливіших характеристик утеплювачів є теплопровідність. Чим нижче теплопровідність, тим краще якість ізоляції. Компанія ISOVER випускає ізоляційні матеріали виключно на базі супертонкого штапельного скловолокна, висока ізолююча здатність якого пояснюється наявністю нерухомого повітря. Цим і пояснюється воістину низька теплопровідність продукції ISOVER. Теплопровідність продукції ISOVER, виміряна в лабораторних умовах згідно із стандартом ISO 8301, знаходиться в межах від

0,029 до 0,040 Вт/(мК), тоді як теплопровідність нерухомого повітря складає 0,026 Вт/(мК). Однією з основних переваг ізоляції ISOVER в порівнянні з продукцією конкурентів є її висока ізолююча здатність у поєднанні з низькою щільністю. Розрахункова теплопровідність продукції ISOVER була сертифікована в багатьох країнах. Зазвичай розрахункова теплопровідність на 10-20 % перевищує вимірне значення.

8.7.2.4 Економія енергії та захист довкілля за допомогою ізоляційних матеріалів ISOVER

Призначенням теплоізоляційних матеріалів є скорочення споживання енергії. Крім того, ізоляція сприяє скороченню забруднення довкілля, викликаного збільшенням вироблення енергії для будівель і промисловості.

Річ у тому, що парниковий ефект частково обумовлюється збільшенням змісту в повітрі двоокису вуглецю (CO₂), який викидається в атмосферу при спалюванні вугільного палива. Чим більше ми опалюємо приміщення, тим більше в атмосферу викидається CO₂. Функція теплоізоляції – скорочення споживання енергії. Теплоізоляція радикально знижує необхідність опалювання приміщень і цим сприяє пониженню вмісту двоокису вуглецю в атмосфері. Численні дослідження показали, що в країнах Європи викиди CO₂ могли б бути скорочені на 50%, якби в усіх опалювальних будівлях дотримувалися національні норми по теплоізоляції.

8.7.2.5 Пожаробезпека

Народжена вогнем, скловатная ізоляція ISOVER вогню не боїться. Більшість необлицьованої продукції ISOVER класифікована по методу випробування ISO 11 82 як негорючі будівельні матеріали. Ті ж результати дають і методи випробування DIN 4102 і ДСТУ EN ISO 4589-1:2015, ДСТУ 8829:2019. Продукція ISOVER забезпечує пожежну безпеку стін, стель і підлоги для більшості типів конструкцій – від малих котеджів до багатоповерхових будинків або складів. Найсуворішим вимогам пожежної безпеки відповідає і фанерована ізоляція. Її властивості визначаються

спеціальними випробуваннями на горючість і міру вогнестійкості конструкції. Вогнестійкість продукції ISOVER в будівельних конструкціях була також перевірена численними випробуваннями, проведеними державним технічним НДІ Фінляндії (VTT) і зарубіжними випробувальними лабораторіями. Продукція ISOVER була сертифікована різними органами по сертифікації в Німеччині, в Україні, в Казахстані, Естонії, Латвії і Литві, а також в області кораблебудування (Det Norske Veritas, L'loyds та ін.) і має сертифікати відповідності.

8.7.2.6 Хімічна стійкість

За рахунок підвищення температури поверхні матеріалів теплоізоляція запобіжить ризику видимої конденсації, дефектів фарби або відставання шпалер. Ізоляція також запобіжить появі вологи усередині стін і гниттю дерев'яних конструкцій. Завдяки антигнільним якостям і відсутності запаху, ізоляція ISOVER не сприяє появі паразитів. Як неорганічний і хімічно нейтральний матеріал, вона не містить корозуючих речовин. Ізоляція ISOVER негігроскопічна: намокнувши, вона дуже швидко висихає. Навіть в умовах відносної вологості 90 % її якостей не змінюються. Продукція ISOVER не старіє, не змінює своїх розмірів і зберігає свої ізолюючі властивості протягом усього терміну служби будівлі. При сильних перепадах температур вдень і вночі і в різні пори року, навіть в умовах північного клімату, продукція ISOVER відмінно зберігає свої розміри. Ця якість особлива важливо в акустичних стелях і плоских дахах.

8.7.2.7 Шумозахист

Завдяки своїй структурі з відкритою пористістю, скловата забезпечує найкраще звукопоглинання серед відомих на сьогодні матеріалів. Її використовують (фанеровану або необлицьовану) як конструктивний елемент підвісних стель (продукція AKUSTO). Еластичність продукції ISOVER дозволяє розділити парні панелі подвійних стін, перешкоджаючи їх вібрації в унісон і забезпечуючи тим самим звукоізоляцію між приміщеннями. При

використанні фальшпола продукція ISOVER за рахунок своєї низької динамічної жорсткості забезпечує відмінну звукоізоляцію підлоги від ударного і акустичного шуму.

8.7.3 Порівняльний аналіз

Порівняння за ціною різних видів зовнішніх стін наведені у табл. 1

Таблиця 1. – Порівняння за ціною різних огорожуючих конструкцій

№	Вид матеріалу, оздоблення фасаду	Вартість, грн./м ²
Втеплювач-піна (юнізол та інше)		
1	Цегла 25 см, втеплювач, оздоблення	1240
2	Газоблок 20 см, втеплювач, лицьова цегла	960
3	Піноблок 20 см, втеплювач, лицьова цегла	860
4	Піномонолит 30 см, втеплювач, фарбування	680
5	Піномонолит 20 см, втеплювач, фарбування	590
Втеплювач-пінопласт (зовнішній)		
6	Газоблок 30 см, пінопласт фарбований	870
7	Піноблок 30 см, пінопласт фарбований	850
8	Цегла 25 см, пінопласт фарбований	840
9	Газоблок 20 см, пінопласт фарбований	750
10	Піноблок 20 см, пінопласт фарбований	740
11	ISOVER, шар бетону, оздоблення	450

Порівняння за міцністю різних видів стінових матеріалів наведені у табл. 2.

Таблиця 2. – Міцність стінових матеріалів

Матеріал	Міцність, кг/см
Бетон	50-800
Цегла	75-300
Кераміка	100
Дерево	300
Легкі бетони (піно-, газо-, керамзито-, перлітобетони)	20-55

Порівняємо конструкцію з ISOVER зі звичайними огорожуючими конструкціями на теплопровідність. Виконаємо розрахунки.

Робимо теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни з ISOVER 380 мм. Нормативне значення термічного опору приймаємо за нормативом, $R_{on}=2,8$ (м°С)/Вт.

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

$$R=R_1+R_2+ \dots +R_i, \quad (8.1)$$

де R_1, R_2, \dots, R_i — термічні опори окремих шарів.

Визначаємо термічні опори окремих шарів:

$$R_i=\delta_i/\lambda_i, \quad (8.2)$$

$$R_1=\delta_1/\lambda_1=0,015/0,76=0,019(\text{м}^2 \text{°С}) / \text{Вт}$$

$$R_2=\delta_2/\lambda_2=0,05/2,06=0,024(\text{м}^2 \text{°С}) / \text{Вт}$$

$$R_3=\delta_3/\lambda_3=0,28/0,05=5,6(\text{м}^2 \text{°С}) / \text{Вт}$$

$$R_4=\delta_4/\lambda_4=0,05/2,06=0,024(\text{м}^2 \text{°С}) / \text{Вт}$$

$$R_5=\delta_5/\lambda_5=0,015/0,76=0,019(\text{м}^2 \text{°С}) / \text{Вт}$$

де δ – товщина шару, м;

λ – розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару, Вт/м*°С прийнятий за нормативом.

Визначаємо R_k

$$R_k=0,019+0,024+5,6+0,024+0,019=5,69(\text{м}^2 \text{°С}) / \text{Вт}$$

Визначаємо опір теплопередачі R_o за формулою:

$$R_o=1/\alpha_e+R_k+1/\alpha_n; \quad (8.3)$$

$$R_o=1/8,7+5,69+1/23=5,85(\text{ м}^2 \text{°С}/\text{Вт})$$

де: $\alpha_e=8,7$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні конструкції, що обгороджує, Вт/(м°С), прийнятий за нормативом.

$\alpha_n=23$ – коефіцієнт тепловіддачі (для зимових умов) зовнішньої поверхні конструкції, що обгороджує, Вт/(м°С), прийнятий за нормативом.

Визначимо температури на межі шарів:

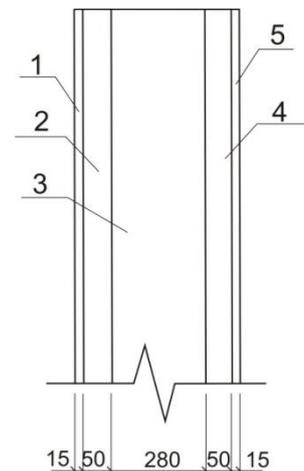


Рисунок 5. – Зовнішня стіна: 1 – вапняно-піщана штукатурка, 2 – шар бетону, 3 – ISOVER, 4 – шар бетону, 5 – вапняно-піщана штукатурка

$$\tau_{\epsilon} = t_{\epsilon} - \frac{t_{\epsilon} - t_3}{R_3} \left(\frac{1}{\alpha_{\epsilon}} \right) = 20 - \frac{20+23}{5,85} \left(\frac{1}{8,7} \right) = 19,16^{\circ}\text{C}; \quad (8.4)$$

$$t_{5,4} = t_{\epsilon} - \frac{t_{\epsilon} - t_3}{R_3} \left(\frac{1}{\alpha_{\epsilon}} + \frac{\delta_5}{\alpha_5} \right) = 20 - \frac{20+23}{5,85} \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,76} \right) = 19,01^{\circ}\text{C}; \quad (8.5)$$

$$t_{4,3} = t_{\epsilon} - \frac{t_{\epsilon} - t_3}{R_3} \left(\frac{1}{\alpha_{\epsilon}} + \frac{\delta_5}{\alpha_5} + \frac{\delta_4}{\alpha_4} \right) = 20 - \frac{20+23}{5,85} \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,76} + \frac{0,05}{2,06} \right) = 18,83^{\circ}\text{C}; \quad (8.6)$$

$$t_{3,2} = t_{\epsilon} - \frac{t_{\epsilon} - t_3}{R_3} \left(\frac{1}{\alpha_{\epsilon}} + \frac{\delta_5}{\alpha_5} + \frac{\delta_4}{\alpha_4} + \frac{\delta_3}{\alpha_3} \right) = 20 - \frac{20+23}{5,85} \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,76} + \frac{0,05}{2,06} + \frac{0,28}{0,05} \right) = -22,3^{\circ}\text{C}; \quad (8.7)$$

$$t_{2,1} = t_{\epsilon} - \frac{t_{\epsilon} - t_3}{R_3} \left(\frac{1}{\alpha_{\epsilon}} + \frac{\delta_5}{\alpha_5} + \frac{\delta_4}{\alpha_4} + \frac{\delta_3}{\alpha_3} + \frac{\delta_2}{\alpha_2} \right) = 20 - \frac{20+23}{5,85} \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,76} + \frac{0,05}{2,06} + \frac{0,28}{0,05} + 0,052,06 \right) = -22,47^{\circ}\text{C}; \quad (8.8)$$

$$t_{1,0} = t_{\epsilon} - \frac{t_{\epsilon} - t_3}{R_3} \left(\frac{1}{\alpha_{\epsilon}} + \frac{\delta_5}{\alpha_5} + \frac{\delta_4}{\alpha_4} + \frac{\delta_3}{\alpha_3} + \frac{\delta_2}{\alpha_2} + \frac{\delta_1}{\alpha_1} \right) = 20 - \frac{20+23}{5,85} \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,76} + \frac{0,05}{2,06} + 0,280,05 + 0,052,06 + 0,0150,76 \right) = -22,61^{\circ}\text{C};$$

$$t_0 = t_{\epsilon} - \frac{t_{\epsilon} - t_3}{R_3} \left(\frac{1}{\alpha_{\epsilon}} + \frac{\delta_5}{\alpha_5} + \frac{\delta_4}{\alpha_4} + \frac{\delta_3}{\alpha_3} + \frac{\delta_2}{\alpha_2} + \frac{\delta_1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_3} \right) = 20 - \frac{20+23}{5,85} \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,76} + \frac{0,05}{2,06} + 0,280,05 + 0,052,06 + 0,0150,76 + 123 \right) = -22,94^{\circ}\text{C};$$

(8.10)
Робимо теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни з блоків ніздрюватого бетону 250 мм. Як утеплювач із зовнішньої сторони стіни, прийняті мінераловатні плити «PAROC».

Визначаємо термічний опір R_k ($\text{m}^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$) з послідовно розташованими однорідними шарами (4 шари), як суму термічних опорів окремих шарів:

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_i,$$

де R_1, R_2, \dots, R_i — термічні опори окремих шарів.

Визначаємо термічні опори окремих шарів:

$$R_i = \delta_i / \lambda_i,$$

$$R_1 = \delta_1 / \lambda_1 = 0,015 / 0,76 = 0,019 (\text{m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}) / \text{Вт}$$

$$R_2 = \delta_2 / \lambda_2 = 0,12 / 0,052 = 2,31 (\text{m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}) / \text{Вт}$$

$$R_3 = \delta_3 / \lambda_3 = 0,25 / 0,22 = 1,13 (\text{m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}) / \text{Вт}$$

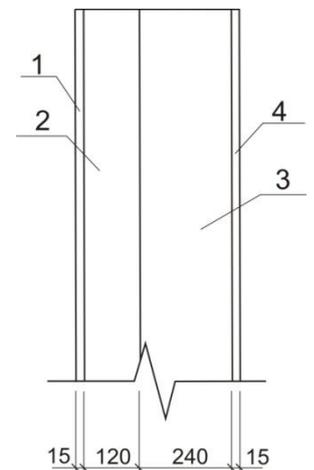


Рисунок 6. – Зовнішня стіна: 1 – вапняно-піщана штукатурка, 2 – жорсткі мінераловатні плити, 3 – кладка з блоків «Ytong», 4 – вапняно-піщана штукатурка

$$R_4 = \delta_4 / \lambda_4 = 0,015 / 0,76 = 0,019 (\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}) / \text{Bm}$$

де δ – товщина шару, м;

λ – розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару, Вт/м*°C

прийнятий за нормативом.

Визначаємо R_k

$$R_k = 0,019 + 2,31 + 1,13 + 0,019 = 3,48 (\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}) / \text{Bm}$$

Визначаємо опір теплопередачі R_o за формулою:

$$R_o = 1/\alpha_b + R_k + 1/\alpha_n;$$

$$R_o = 1/8,7 + 3,48 + 1/23 = 3,64 (\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}) / \text{Bm}$$

де: $\alpha_b = 8,7$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні конструкції, що обгороджує, Вт/(м °C), прийнятий за нормативом.

$\alpha_n = 23$ – коефіцієнт тепловіддачі (для зимових умов) зовнішньої поверхні конструкції, що обгороджує, Вт/(м °C), прийнятий за нормативом.

Визначимо температури на межі шарів:

$$t_6 = t_b - \frac{t_b - t_3}{R_3} \left(\frac{1}{\alpha_b} \right) = 20 - \frac{20 - 23}{3,64} \left(\frac{1}{8,7} \right) = 18,6^\circ\text{C};$$

$$t_{4,3} = t_b - \frac{t_b - t_3}{R_3} \left(\frac{1}{\alpha_b} + \frac{\delta_4}{\alpha_4} \right) = 20 - \frac{20 - 23}{3,64} \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,76} \right) = 18,4^\circ\text{C};$$

$$t_{3,2} = t_b - \frac{t_b - t_3}{R_3} \left(\frac{1}{\alpha_b} + \frac{\delta_4}{\alpha_4} + \frac{\delta_3}{\alpha_3} \right) = 20 - \frac{20 - 23}{3,64} \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,76} + \frac{0,25}{0,22} \right) = 5,1^\circ\text{C};$$

$$t_{2,1} = t_b - \frac{t_b - t_3}{R_3} \left(\frac{1}{\alpha_b} + \frac{\delta_4}{\alpha_4} + \frac{\delta_3}{\alpha_3} + \frac{\delta_2}{\alpha_2} \right) \\ = 20 - \frac{20 - 23}{3,64} \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,76} + \frac{0,25}{0,22} + \frac{0,12}{0,052} \right) = -22,2^\circ\text{C};$$

$$t_{1,0} = t_b - \frac{t_b - t_3}{R_3} \left(\frac{1}{\alpha_b} + \frac{\delta_4}{\alpha_4} + \frac{\delta_3}{\alpha_3} + \frac{\delta_2}{\alpha_2} + \frac{\delta_1}{\alpha_1} \right) \\ = 20 - \frac{20 - 23}{3,64} \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,76} + \frac{0,25}{0,22} + \frac{0,12}{0,052} + \frac{0,015}{0,76} \right) = -22,4^\circ\text{C};$$

$$t_0 = t_b - \frac{t_b - t_3}{R_3} \left(\frac{1}{\alpha_b} + \frac{\delta_4}{\alpha_4} + \frac{\delta_3}{\alpha_3} + \frac{\delta_2}{\alpha_2} + \frac{\delta_1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_n} \right) \\ = 20 - \frac{20 - 23}{3,64} \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,76} + \frac{0,25}{0,22} + \frac{0,12}{0,052} + \frac{0,015}{0,76} + \frac{1}{23} \right) \\ = -22,9^\circ\text{C};$$

Робимо теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни з блоків ніздрюватого бетону 250 мм. Як утеплювач з внутрішньої сторони стіни, прийняті мінераловатні плити «PAROC».

Визначаємо термічний опір R_k ($\text{м} \cdot \text{°C}$)/Вт з послідовно розташованими однорідними шарами (4 шари), як суму термічних опорів окремих шарів:

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_i$$

де R_1, R_2, \dots, R_i - термічні опори окремих шарів.

Визначаємо термічні опори окремих шарів:

$$R_i = \delta_i / \lambda_i$$

$$R_1 = \delta_1 / \lambda_1 = 0,015 / 0,76 = 0,019 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$$

$$R_2 = \delta_2 / \lambda_2 = 0,25 / 0,22 = 1,13 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$$

$$R_3 = \delta_3 / \lambda_3 = 0,12 / 0,052 = 2,31 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$$

$$R_4 = \delta_4 / \lambda_4 = 0,015 / 0,76 = 0,019 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$$

де δ – товщина шару, м;

λ – розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару, Вт/м $^{\circ}$ C прийнятий за нормативом

Визначаємо R_k

$$R_k = 0,019 + 2,31 + 1,13 + 0,019 = 3,48 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$$

Визначаємо опір теплопередачі R_o за формулою:

$$R_o = 1/\alpha_n + R_k + 1/\alpha_s$$

$$R_o = 1/8,7 + 3,48 + 1/23 = 3,64 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$$

де: $\alpha_n = 8,7$ - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні конструкції, що обгороджує, Вт/(м $^{\circ}$ C), прийнятий за нормативом.

$\alpha_s = 23$ - коефіцієнт тепловіддачі (для зимових умов) зовнішньої поверхні конструкції, що обгороджує, Вт/(м $^{\circ}$ C), прийнятий за нормативом.

Визначимо температури на межі шарів:

$$t_{e,6} = t_e - \frac{t_e - t_3}{R_3} \left(\frac{1}{\alpha_e} \right) = 20 - \frac{20 + 23}{3,64} \left(\frac{1}{8,7} \right) = 18,6 \text{°C};$$

$$t_{4,3} = t_e - \frac{t_e - t_3}{R_3} \left(\frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} \right) = 20 - \frac{20 + 23}{3,64} \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,76} \right) = 18,4 \text{°C};$$

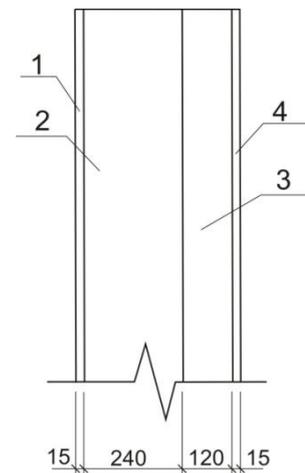


Рисунок 7. – Зовнішня стіна: 1 – вапняно-піщана штукатурка, 2 – кладка з блоків «Ytong», 3 – жорсткі мінераловатні плити, 4 – вапняно-піщана штукатурка

$$t_{3,2} = t_e - \frac{t_e - t_3}{R_3} \left(\frac{1}{\alpha_6} + \frac{\delta_4}{\alpha_4} + \frac{\delta_3}{\alpha_3} \right) = 20 - \frac{20 + 23}{3,64} \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,76} + \frac{0,12}{0,052} \right) \\ = -8,8^\circ\text{C};$$

$$t_{2,1} = t_e - \frac{t_e - t_3}{R_3} \left(\frac{1}{\alpha_6} + \frac{\delta_4}{\alpha_4} + \frac{\delta_3}{\alpha_3} + \frac{\delta_2}{\alpha_2} \right) \\ = 20 - \frac{20 + 23}{3,64} \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,76} + \frac{0,12}{0,052} + \frac{0,25}{0,22} \right) = -22,2^\circ\text{C};$$

$$t_{1,0} = t_e - \frac{t_e - t_3}{R_3} \left(\frac{1}{\alpha_6} + \frac{\delta_4}{\alpha_4} + \frac{\delta_3}{\alpha_3} + \frac{\delta_2}{\alpha_2} + \frac{\delta_1}{\alpha_1} \right) \\ = 20 - \frac{20 + 23}{3,64} \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,76} + \frac{0,25}{0,22} + \frac{0,12}{0,052} + \frac{0,015}{0,76} \right) = -22,4^\circ\text{C};$$

$$t_0 = t_e - \frac{t_e - t_3}{R_3} \left(\frac{1}{\alpha_6} + \frac{\delta_4}{\alpha_4} + \frac{\delta_3}{\alpha_3} + \frac{\delta_2}{\alpha_2} + \frac{\delta_1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_3} \right) \\ = 20 - \frac{20 + 23}{3,64} \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,76} + \frac{0,25}{0,22} + \frac{0,12}{0,052} + \frac{0,015}{0,76} + \frac{1}{23} \right) \\ = -22,9^\circ\text{C};$$

Як видно із розрахунків найкращий опір теплопередачі має стіна з ISOVER. Точка роси такої стіни знаходиться у шарі утеплювачу, отже на границях шарів не буде виникати надмірної вологості, що подовжує термін експлуатації такої стіни. Загальний опір теплопередачі такої стіни у 1.6 разів вище, ніж у звичайних огорожуючи конструкцій.

8.7.4 Перевірка можливості утворення конденсату на внутрішній поверхні огорожуючої конструкції в місцях теплопровідних включень

Умовою утворення конденсату на внутрішній поверхні огорожуючої конструкції в місці теплопровідного включення є:

$$\tau'_e \leq \tau_p \quad (8.11)$$

де τ'_e – температура внутрішньої поверхні огорожуючої конструкції навпроти теплопровідного включення, $^\circ\text{C}$;

τ_p – точка роси в приміщенні, $^\circ\text{C}$

Нижчу температуру внутрішньої поверхні огорожуючої конструкції в місцях теплопровідних включень τ'_e , $^\circ\text{C}$, схеми яких наведені на рис. 8, можна

визначати:

– для неметалевих теплопровідних включень – за (формулою:

$$\tau'_e = t_e - \frac{t_e - t_3}{R_{\Sigma}^{ym} \cdot \alpha_e} \cdot \left[1 + \eta \cdot \left(\frac{R_{\Sigma}^{ym}}{R'_{\Sigma}} - 1 \right) \right], \quad (8.12)$$

– для металевих теплопровідних включень – за формулою:

$$\tau'_e = t_e - \frac{t_e - t_3}{R_{\Sigma}^{ym} \cdot \alpha_e} \cdot \left[1 + \xi \cdot R_{\Sigma}^{ym} \cdot \alpha_e \right], \quad (8.13)$$

У формулах (8.12) та (8.13):

t_e, t_3 – відповідно температури внутрішнього та зовнішнього повітря, °С, згідно з §1.7;

α_e – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні конструкції, що огорожує, Вт/(м оС);

$R'_{\Sigma}, R_{\Sigma}^{ym}$ – опори теплопередачі огорожуючої конструкції, м²оС/Вт , відповідно у місцях теплопровідних включень та поза цими місцями;

η, ξ – коефіцієнти, що залежать від форми та розмірів теплопровідних включень (рис. 8.8).

Для типового проектування запропоновано схеми утеплювання теплопровідних місць огорожуючих конструкцій (рис. 9).

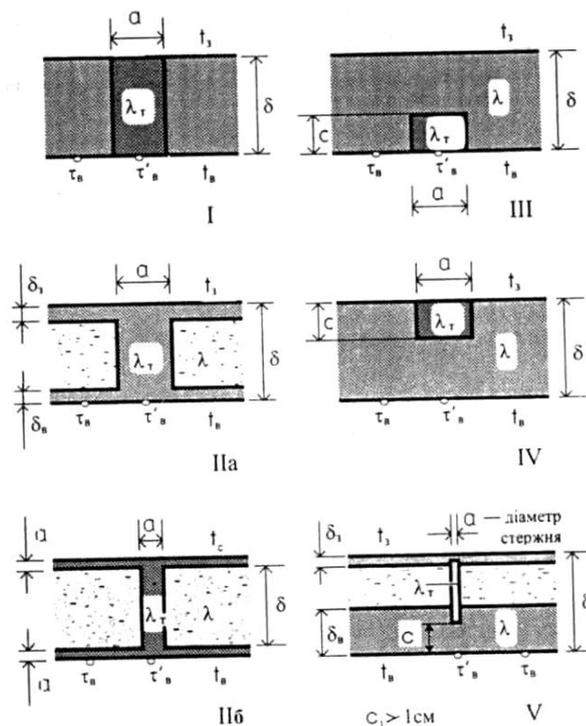


Рисунок 8. – Розрахункові схеми теплопровідних включень

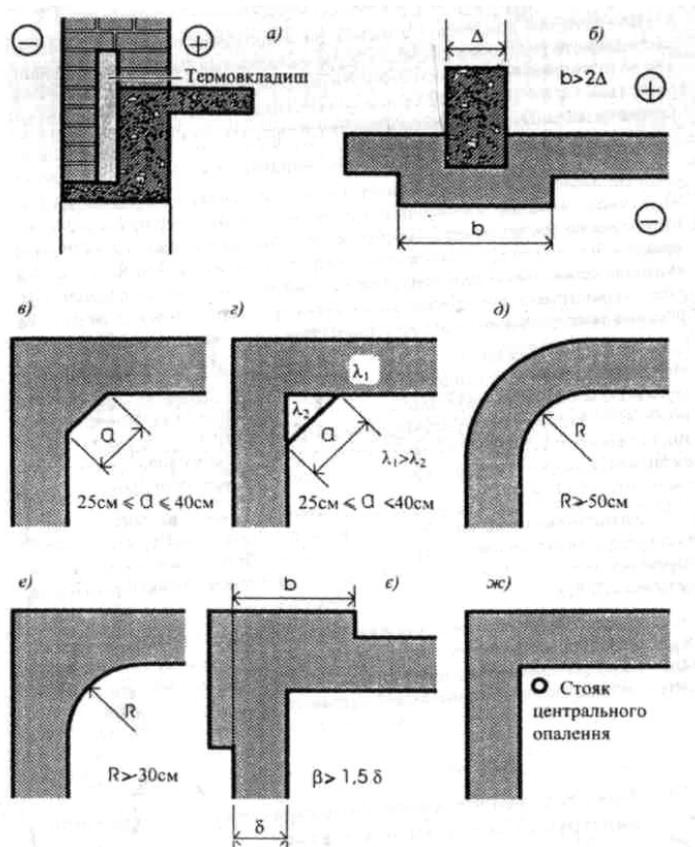


Рисунок 9. – Утеплювання теплопровідних місць огороджувачих конструкцій:

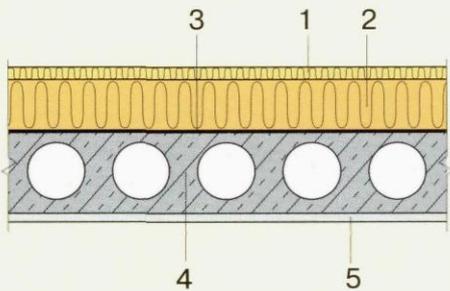
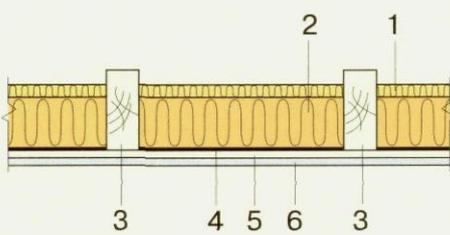
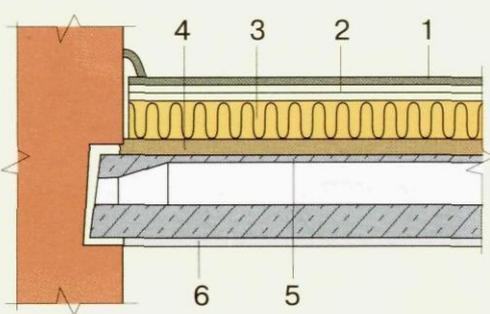
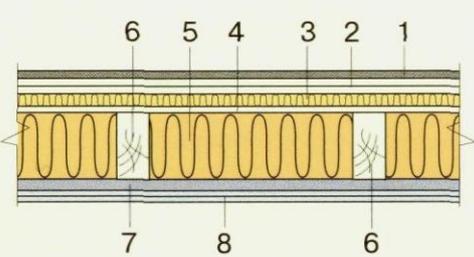
- а) – використання термовкладишу; б) – місцеве стовщення стіни;
- в) – скошування кутка матеріалом, з якого складена стіна;
- г) – скошування кутка матеріалом меншої теплопровідності;
- д) – заокруглення рогу будинку з обох його боків;
- е) – заокруглення кутка; е) – улаштування на розі будинку пілястр;
- ж) – розміщення у кутку стояка центрального опалення.

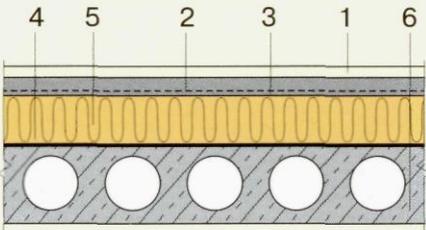
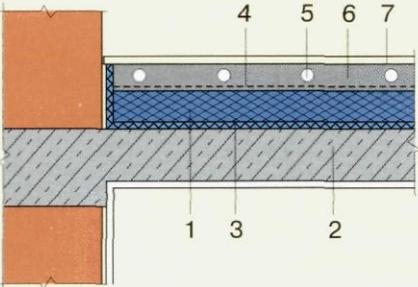
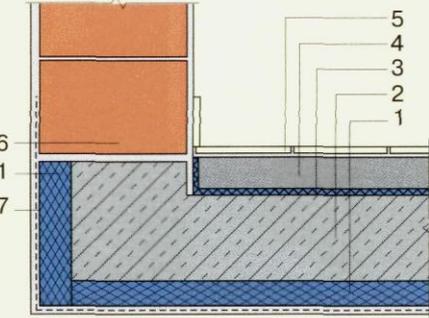
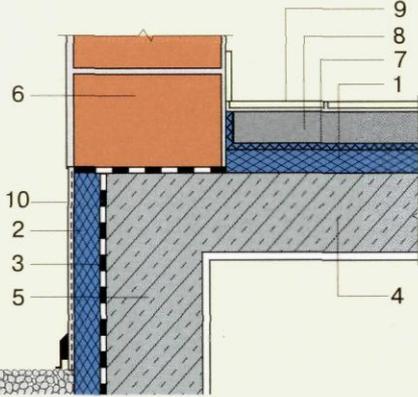
8.7.5 Нові конструктивні рішення з утеплювачем ISOVER

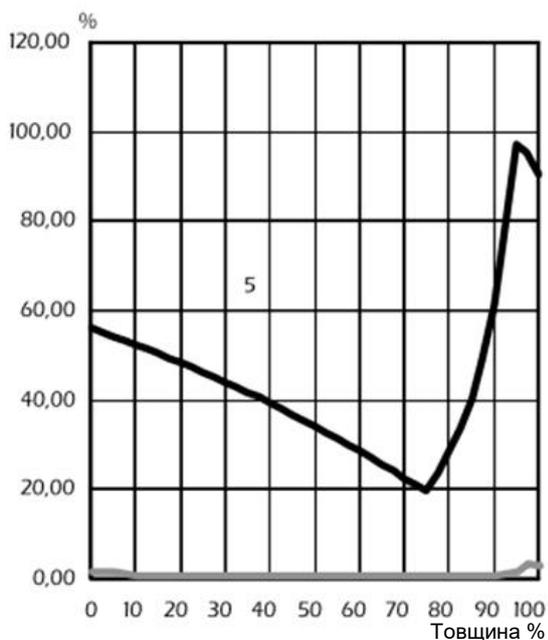
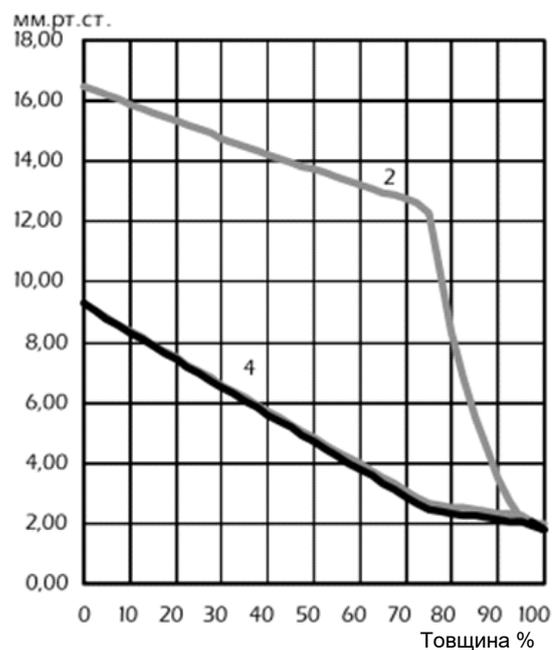
На основі проведених розрахунків запропоновані деякі конструкції вузлів по перекриттю (табл. 3).

Також зроблені розрахунки вологісного режиму найбільш холодного місяця – січень (рис. 10).

Таблица 3. – Конструкції вузлів по перекриттю

Конструкция перекрытия	Расположение перекрытия в здании	Сопротивление теплопередаче, $m^2 \cdot C / Вт$	Индекс звукоизоляции	
			воздушного шума, $Jв, дБ$	приведенного ударного шума, $Jв, дБ$
	Чердачное перекрытие	3,8	50	-
				<ol style="list-style-type: none"> 1. Стекловатная плита RKL - 30 мм 2. Стекловатная плита KL-E - 125 мм 3. Полиэтиленовая пленка 4. Железобетонная плита 5. Штукатурка
	Чердачное перекрытие	3,75	48	-
				<ol style="list-style-type: none"> 1. Стекловатная плита RKL - 30 мм 2. Стекловатная плита KL-E - 125 мм 3. Деревянные балки 4. Полиэтиленовая пленка 5. Доски 6. Гипсокартонный лист
	Междуэтажное перекрытие с бесшовным полом	2,13	67	48
				<ol style="list-style-type: none"> 1. Покрытие пола 2. Древесностружечная плита - 2 слоя 3. Стекловатная жесткая плита FLO - 40 мм 4. Песчаная засыпка со связкой. 5. Железобетонная пустотная плита 6. Известково-цементная штукатурка
	Междуэтажное перекрытие с бесшовным полом	5,5	63	37
				<ol style="list-style-type: none"> 1. Покрытие пола 2. Древесностружечная плита - 2 слоя 3. Стекловатная жесткая плита FLO 4. Древесностружечная плита 5. Стекловатная плита KL-E 6. Деревянные балки 7. Металлический профиль 8. Гипсокартонный лист - 2 слоя

Конструкція перекриття	Розположе- ння перекри- ття в збудинку	Сопро- тивле- ние теп- лопере- даче, м ² °С/Вт	Індекс звукоізоляції	
			воздуш- ного шума, Jв, дБ	приведен- ного ударного шума, Jв, дБ
	Перекриття над проездом	3,9	-	-
<ol style="list-style-type: none"> 1. Покриття пола 2. Стяжка 3. Арматурна сетка 4. Поліетиленова плівка 5. Стекловатні плити OL-YK, OL-K - 150 мм 6. Железобетонна плита 				
	Междуэтажное перекритие с обогревом пола	-	50	67
<ol style="list-style-type: none"> 1. Экструдированный пенополистирол Floormate 2. Железобетонная плита 3. Экструдированный пенополистирол Styrofoam 4. Полиэтиленовая пленка 5. Обогревательные трубы 6. Стяжка 7. Покриття пола 				
	Перекритие над холодным подвалом	3,2	-	-
<ol style="list-style-type: none"> 1. Экструдированный пенополистирол 2. Железобетонная плита 3. Экструдированный пенополистирол 4. Стяжка 5. Покриття пола 6. Стена 7. Наружная отделка 				
	Перекритие над холодным под- валом	3,2	-	-
<ol style="list-style-type: none"> 1. Экструдированный пенополистирол Floormate 2. Экструдированный пенополистирол Styrofoam 3. Гидроизоляция 4. Железобетонная плита 5. Стена подвального помещения 6. Стена наружная 7. Экструдированный пенополистирол Styrofoam 8. Стяжка 9. Покриття пола 10. Отделка цоколя 				



- 1 – распределение температур в слое, °С;
- 2 – изменение максимальной упругости водяного пара в конструкции, мм. рт. ст.;
- 4 – изменение парциального давления пара в конструкции, мм. рт. ст.;
- 5 – изменение относительной влажности воздуха в конструкции, %.

Рисунок 10. – Розрахунки вологісного режиму найбільш холодного місяця – січень.

8.8. Загальні висновки

1. Високе значення ефективності було досягнуто завдяки проведеним дослідженням та заміні традиційних утеплювачів огорожуючих конструкцій на утеплювач ISOVER.

2. За результатами розрахунків ISOVER задовольняє вимогам нормативів, окрім того він має відповідні сертифікати якості та задовольняє санітарно-гігієнічним вимогам.

3. Найкращі показники по вологостному режиму складають від 30 до 60% товщини стіни.

4. Було запропоновано використання конструктивних вузлів зовнішнього огороження з використанням утеплювача ISOVER для збільшення енергоефективності.

5. Фактор мінливості коефіцієнта паропроникності шарів багат шарових зовнішніх стін змінюється протягом року залежно від відносної вологості повітря та вологості в порах матеріалів під час експлуатації.

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 щелепних 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 - 2024

Р.О. ТИМЧЕНКО, д-р техн., наук., проф., Д.А. КРИШКО, канд. техн., наук, доц.,
В.Е. КАЙДА, Д.Д. АЗАРЕНКО, Є.К. КАЧАНЕНКО, І.І. МІНІНА магістранти
Криворізький національний університет

ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ І МАТЕРІАЛІВ

Дослідження способів підвищення енергоефективності будівель актуальні. Застосування енергозберігаючих методів, технологій і матеріалів під час нового будівництва та реконструкції можна вважати одним із пріоритетних напрямів сучасного розвитку будівельної індустрії. Це пов'язано насамперед з обмеженістю енергетичних ресурсів, що призводить до збільшення їхньої вартості за наявних обсягів споживання.

Під час проведення реконструктивних робіт із підвищення енергоефективності необхідний комплексний підхід, що забезпечує застосування методів, які дають змогу знижувати тепловтрати в будівлях завдяки розробленню та використанню енергоекономічних об'ємно-планувальних і конструктивних рішень і заходів, що ґрунтуються на використанні енергоефективного устаткування та регульованих, зокрема нетрадиційних систем енергозабезпечення.

Оцінка тепловтрат через огорожувальні конструкції будівлі доводить, що найімовірніший витік тепла, що постачається до квартир, відбувається за такими напрямками:

- "містки холоду" – 28 %;
- скління – 28 %;
- фасади – близько 25 %;
- покрівля, перекриття – близько 19 %.

Використання енергозберігаючих технологій і матеріалів, а також підвищення енергоефективності об'єктів будівельної індустрії можна вважати одним із пріоритетних напрямів сучасного розвитку світової економіки.

Імовірність можливого дефіциту енергетичних ресурсів призводить до значного збільшення їхньої вартості за наявних обсягів і темпів зростання споживання з огляду на обмеженість чинних і слабкий прогрес альтернативних енергоджерел.

У сфері реконструкції впровадження енергоекономічних матеріалів і рішень (наприклад, нетрадиційні системи; нові будівельні матеріали з високими теплозахисними властивостями; устаткування, що забезпечує необхідні параметри мікроклімату) є чинником, що впливає на зменшення тепловтрат.

Методи, що ведуть до зниження тепловтрат, поділяють на активні та пасивні. До активних належить застосування різних пристроїв регулювання подачі тепла в приміщення (ручне й автоматичне), а також встановлення лічильників тепла.

До пасивних – поліпшення теплоізоляції огорожувальних конструкцій і магістральних тепломереж, а також збільшення тепловіддачі радіаторів та інших теплообмінників. Але тільки комплекс усіх методів і обов'язкова індивідуальна економічна відповідальність споживача зможе призвести до істотного енергозбереження. Пасивні методи скорочення тепловтрат передбачають утеплення огорожувальних елементів будівлі, вікон, дверей і дахів.

Для утеплення огорожувальних конструкцій застосовують два види ізоляційних матеріалів – жорсткі (плити пінополістиролу, пінополіуретану, тощо) і м'які (плити або мати з мінеральної вати або скловати). На практиці використовується теплозахист із внутрішнього або зовнішнього боку стіни. Також можливе влаштування утеплювача з обох боків стіни (комбінований спосіб).

У першому випадку утеплювач розташований у сприятливих умовах, а отже, його не потрібно захищати від кліматичних впливів, монтаж теплозахисту не залежить від пори року. Але при розташуванні утеплювача в приміщенні скорочується площа, виникає необхідність влаштування пароізоляції. Раціонально застосовувати цей метод під час реконструкції.

У разі теплозахисту із зовнішнього боку стіни недоліки першого випадку відсутні, але для якісного монтажу утеплювача необхідне влаштування надійного захисного шару, що ускладнює і здорожує будівництво. Таким чином, створюється термооболонка, що захищає огорожувальні конструкції від виникнення "містків холоду".

Доповідь присвячена питанню застосування енергозберігаючих технологій і матеріалів, а також підвищення енергоефективності об'єктів будівництва

Р.О. ТИМЧЕНКО, д-р техн., наук., проф., Д.А. КРИШКО, канд. техн., наук, доц., В.Е. КАЙДА, Д.Д. АЗАРЕНКО, Є.К. КАЧАНЕНКО, І.І. МІНІНА магістранти
Криворізький національний університет

ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ІННОВАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

У галузі виробництва будівельних енергоефективних матеріалів постійно з'являються інноваційні напрацювання. Під "енергоефективними матеріалами" розуміють матеріали, що сприяють споживанню найменшої кількості енергії за прийнятого рівня енергетичного забезпечення будівель або технологічних процесів на виробництві. На зміну класичним теплоізоляційним матеріалам приходять нові передові, частину з них ми розглянемо.

Рідка теплоізоляція має кілька назв – теплофарба або рідка керамічна теплоізоляція. Коефіцієнт теплопровідності, при 20°C, для фасадів і металевих покриттів не перевищує 0,0015 Вт/(м°C). Рідка керамічна теплоізоляція представляє собою речовину з мікропорожнин, сформованих суспензією силікону і кераміки плюс сполучної рідини з полімерів, пігментів тощо. У середині цих мікропорожнин утворюється вакуум. До незаперечних плюсів керамічного рідкого утеплювача відносять низький коефіцієнт теплопровідності, економію корисної площі, безпеку для здоров'я людини, вогнетривкість, водонепроникність, водостійкість. Завдяки високій адгезії на нього можна наносити будь-який вид оздоблення – обклеювання шпалерами, оштукатурювання або фарбування. Недоліком є тільки ціна.

Аерогель посідає п'ятнадцять позицій у книзі рекордів Гіннеса і не без підстави. Його називають "тверде повітря" або "застиглий дим". 90...99% займає повітря і лише 1...9 % тверде число (наприклад, діоксид кремнію). Найтвердіший матеріал із рекордно низькою щільністю. Одержані сьогодні зразки демонструють щільність до 0,003 г/см³, що не можна порівняти з щільністю, яку було отримано творцем аерогелю – Кістлером у 30-х роках минулого століття (0,02 г/см³). Однією з його найкращих властивостей є теплоізоляція. Через свою пористість аерогель має низьку теплопровідність, його важко нагріти наскрізь. Коефіцієнт теплопровідності діоксиду кремнію становить 0,01...0,02 Вт/м·К для інтервалу температур 0...100°C, що менше коефіцієнта теплопровідності для повітря 0,02...0,03 Вт/м·К. Мікроскопічні пори перешкоджають проникненню холодного або теплого повітря, аерогель здатний виносити циклічні температурні впливи. Виходячи з цієї властивості, аерогелі часто використовують для теплоізоляції трубопроводів. Pyrogel, Cryogel, Spaceloft, Spaceloft Subsea – все це високоефективні теплоізоляційні матеріали на основі аерогелю, призначені для утеплення будівельних конструкцій за будь-якої кліматичної обстановки. Варто додати, що зовнішній вигляд такої теплоізоляції дуже акуратний, має естетичний вигляд. До того ж, цей матеріал гідрофобний, а значить, його можна використовувати як гідроізоляцію, він протистоїть атмосферним опадам. Через високу відбивну здатність деякі види аерогелів практично прозорі, тому їх використовують як світлопрозорі конструкції, наприклад, для заповнення пластикових вікон або створення безшовного скляного фасаду.

Вакуумна теплоізоляційна панель складається з наповнювача (ніздрюватий (пористий) матеріал, наприклад, кремнезем SiO₂, його частки мають розмір від 5 до 20 нм; пінополістирол, пінополіуретан, аерогель) та оболонки (тиск у якій знижується від 0,1 МПа до 100 Па; вона складається з непроникної тонкої плівки з алюмінію або нержавіючої сталі з нанесеним шаром пластику – для надання механічної міцності). Вакуумна панель має низький коефіцієнт теплопровідності, його значення потрапляють в інтервал 0,002...0,004 Вт/м·К. Така властивість ґрунтується на вакуумній технології, яка виключає три варіанти передавання тепла: теплопередачу, теплоперенос і випромінювання. Загальновідомий прототип реалізації вакуумної ізоляції – посудина Дьюара або термос. Спочатку вакуумна технологія була розроблена з метою терморегуляції та захисту зовнішнього корпусу космічного корабля. Зараз інноваційний метод поступово впроваджується в будівельну галузь. Переваги вакуумної теплоізоляційної плити: низький коефіцієнт теплопровідності, невелика маса, довговічність (50-80 років), екологічність, пожежобезпечність (клас вогнестійкості А), виготовляється в будь-якому вигляді та формі (круглі панелі, циліндричні, з готовими отворами тощо), невелика товщина (20 мм). Недоліки вакуумної теплоізоляції: складний монтаж, висока вартість матеріалу.

Доповідь присвячена питанню застосування енергоефективних та інноваційних 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 IV-ої Всеукраїнської науково-технічної Інтернет-конференції
«Новітні тенденції розвитку міського будівництва та господарства»

виданий

Ірині Мініній

магістрантці Криворізького національного університету

Голова оргкомітету Інтернет-конференції,
ректор НУВГП

Віктор МОШИНСЬКИЙ



24-26 квітня 2024 р., м. Рівне