

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет конструювання і дизайну

ПОГОДЖЕНО

**Декан факультету
конструювання і дизайну**

Іван
РОГОВСЬКИЙ
(підпис)

“ ____ ” ____ червня ____ 2026 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри будівництва

(підпис) Ігор ЯКОВЕНКО

“ ____ ” ____ червня ____ 2026 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Проектування дитячого садочку у смт Ворзель Київської обл

Спеціальність 192 – «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма «Будівництво та цивільна інженерія»

Орієнтація освітньої програми освітньо-наукова

Гарант освітньої програми

професор кафедри будівництва,
професор, д.т.н.

Микола МАР'ЄНКОВ

(підпис)

Керівник магістерської

кваліфікаційної роботи

Доцент кафедри будівництва,
доцент, к.т.н.

Наталя КОСТИРА

(підпис)

Виконав

Назар СЕЛЕЗЕНЬ

(підпис)

(ПІБ здобувача)

КИЇВ - 2026

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет конструювання та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри будівництва

професор, д.т.н. _____ Ігор ЯКОВЕНКО

(наук. ступінь, вчене звання) (підпис) (ПБ)

«__» _____ 2026 р.

З А В Д А Н Н Я

**ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
ЗДОБУВАЧУ**

СЕЛЕЗНЮ НАЗARУ СЕРГІЙОВИЧУ

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність Будівництво та цивільна інженерія

Орієнтація освітньої програми _____ ОНП Магістр

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: Проектування дитячого садочку у смт Ворзель
Київської обл

затверджена наказом від «16» грудня 2024 р., № 2267 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру «__05» 05 2026 р.

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи: Згідно Державних будівельних
норм та Державних стандартів технічних умов

Перелік питань, що підлягають дослідженню (пояснювальна записка):

1. ВСТУП (Аналітичний огляд);
2. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНІ РІШЕННЯ;
3. РОЗРАХУНКОВО - КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ (розрахувати два конструктивних елемента);

4. ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ;
5. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ (розробити технологічну карту);
6. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА (бюджетплан, календарний план-графік);
7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ В БУДІВНИЦТВІ;
8. НАУКОВА ЧАСТИНА;
9. СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ПОСИЛАНЬ.

Перелік графічного матеріалу (креслення формат А1):

1. Архітектурно-будівельні креслення (три аркуша);
2. Конструювання будівельних конструкцій (два аркуша);
3. Основи та фундаменти (один аркуш);
4. Технологічна карта будівельного процесу (один аркуша);
5. Будівельний генеральний план (один аркуша);
6. Календарний план-графік виконання робіт (один аркуша);
7. Наукова частина (один аркуш)

Дата видачі завдання «10» жовтня_2025 р.

Керівник магістерської

кваліфікаційної роботи

Доцент кафедри будівництва,
доцент, к.т.н.

Наталя КОСТИРА

(підпис)

До виконання прийняв

Назар СЕЛЕЗЕНЬ

(підпис)

(підпис)

РЕФЕРАТ

Актуальність теми.

Актуальність теми обумовлена необхідністю забезпечення належного рівня пожежної безпеки громадських будівель, зокрема закладів дошкільної освіти, у яких перебуває значна кількість дітей. Одним із основних критеріїв безпеки таких будівель є забезпечення необхідної межі вогнестійкості несучих конструкцій.

Сучасні тенденції монолітного будівництва передбачають застосування конструктивних елементів із зменшеними розмірами поперечного перерізу, що дозволяє оптимізувати витрати матеріалів та підвищити ефективність конструктивних рішень. Однак зменшення ширини залізобетонних елементів може негативно впливати на їхню роботу в умовах пожежі через швидший прогрів конструкції та втрату несучої здатності.

Особливої уваги потребують монолітні залізобетонні пілони шириною 200 мм, для яких питання забезпечення нормативної межі вогнестійкості є недостатньо дослідженим у сучасній практиці проєктування. У зв'язку з поступовим переходом України до європейських стандартів проєктування важливим є також порівняння підходів ДБН та Єврокодів щодо оцінки вогнестійкості залізобетонних конструкцій.

Застосування сучасних програмних комплексів, зокрема ПК «ЛІРА-САПР» із системою «Теплопровідність», дозволяє більш точно моделювати температурний вплив та визначати межу вогнестійкості конструкцій, що підвищує достовірність результатів дослідження.

Метою наукової роботи є визначення межі вогнестійкості монолітних залізобетонних пілонів каркасу дитячого садка у смт. Ворзель Київської області із застосуванням системи «Теплопровідність» у ПК «ЛІРА-САПР» відповідно до вимог ДБН та положень Єврокодів.

Об'єкт дослідження – є процес роботи монолітних залізобетонних пілонів каркасу дитячого садка у смт. Ворзель Київської області в умовах температурного впливу пожежі.

Предмет дослідження – є вогнестійкість монолітних залізобетонних пілонів перерізом 200×1000 мм та закономірності зміни їхнього напружено-деформованого стану під дією високих температур.

Методи дослідження.

- методи чисельного моделювання температурного впливу на конструкції;
- методи розрахунку вогнестійкості залізобетонних конструкцій відповідно до ДБН та Єврокодів;
- метод скінченних елементів, реалізований у ПК «ЛІРА-САПР»;
- методи аналізу температурних полів та напружено-деформованого стану конструкцій;
- порівняльний аналіз отриманих результатів.

Структура і обсяг магістерської роботи. Магістерська робота складається із 8 розділів, додатків та списку використаних джерел із 51 найменувань. Робота викладена на 111 сторінках та містить додатки на 11 аркушах.

ВИСНОВКИ

1. У магістерській роботі виконано дослідження вогнестійкості монолітних залізобетонних конструкцій каркасу дитячого садка у смт. Ворзель Київської області із застосуванням системи «Теплопровідність» у ПК «ЛІРА-САПР». У процесі роботи було проаналізовано нормативну базу України та положення Єврокодів щодо забезпечення вогнестійкості залізобетонних конструкцій, а також досліджено особливості роботи монолітних залізобетонних пілонів в умовах високотемпературного впливу пожежі.

2. У роботі розглянуто основні фактори, що впливають на вогнестійкість залізобетонних елементів, зокрема зміну фізико-механічних характеристик

бетону та арматури при нагріванні, особливості нестационарного процесу теплопровідності та вплив температурного режиму стандартної пожежі на напружено-деформований стан конструкції.

3. На основі вимог ДБН В.1.1-7:2016, ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2:2012 та ДСТУ EN 1363-1:2023 виконано аналіз методів визначення межі вогнестійкості залізобетонних конструкцій та встановлено, що найбільш ефективним підходом для оцінки температурного стану конструкцій є чисельне моделювання методом скінченних елементів.

4. У середовищі ПК «ЛІРА-САПР» було створено скінченно-елементну модель монолітного залізобетонного пілона перерізом 200×1000 мм та виконано моделювання температурного впливу стандартної пожежі відповідно до температурного режиму ISO 834. У ході розрахунку отримано ізополя температур у різні моменти часу та визначено характер поширення температури по перерізу конструкції.

5. За результатами теплотехнічного розрахунку встановлено, що при тривалому високотемпературному впливі відбувається інтенсивний прогрів зовнішніх зон пілона, а температура в області розташування робочої арматури через 90 хв пожежного впливу досягає приблизно $760\text{--}800$ °С. Такі температури суттєво перевищують критичні значення для арматурної сталі та призводять до значного зниження її міцності та жорсткості.

6. На основі аналізу ізоTERM температур встановлено, що після 90 хв пожежного впливу значна частина бетонного перерізу прогрівається вище 500 °С, що відповідно до положень Єврокоду 2 може розглядатися як зона деградованого бетону, яка не враховується у подальшому розрахунку несучої здатності конструкції. У результаті ефективний робочий переріз пілона суттєво зменшується.

7. Проведений аналіз показав, що монолітний залізобетонний пілон перерізом 200×1000 мм характеризується недостатньою ефективністю щодо

забезпечення нормативної межі вогнестійкості R90 без застосування додаткових конструктивних або вогнезахисних заходів. Основною причиною є мала товщина перерізу, що сприяє швидкому прогріванню арматури та втраті несучої здатності конструкції.

8. У результаті дослідження підтверджено доцільність застосування ПК «ЛІРА-САПР» та системи «Теплопровідність» для розрахунку вогнестійкості залізобетонних конструкцій. Використання чисельного моделювання дозволяє більш точно визначати температурні поля, оцінювати зміну характеристик матеріалів та прогнозувати роботу конструкцій в умовах пожежі.

10. Отримані результати можуть бути використані під час проєктування монолітних залізобетонних конструкцій громадських будівель, а також при розробленні заходів щодо підвищення їхньої пожежної безпеки та забезпечення нормативної межі вогнестійкості.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД.....	4
2. АРХІТЕКТУРНІ РІШЕННЯ.....	7
2.1. Рішення генерального плану.....	7
2.2. Об'ємно-планувальні рішення.....	10
2.3. Архітектурно-будівельні рішення.....	14
2.4. Зовнішнє опорядження.....	16
2.5. Внутрішнє опорядження.....	17
2.6. Заходи щодо захисту приміщень від шуму, вібрації та інших впливів.....	18
2.7. Інсоляція приміщень.....	19
2.8. Вимоги щодо забезпечення енергетичної ефективності.....	20
2.9. Заходи із забезпечення пожежної безпеки дитячого садочка.....	21
3. РОЗРАХУНКОВО- КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА.....	22
3.1. Розрахунок монолітних залізобетонних пілонів будівлі дитячого садка в ПК «ЛІРА САПР».....	22
3.1.1. Вихідні дані для розрахунку пілонів.....	22
3.1.2. Збір навантаження на конструкції будівлі дитячого садочка.....	23
3.1.3. Результати розрахунку монолітних залізобетонних пілонів в ПК «ЛІРА САПР 2022».....	25
3.1.4. Розрахунок монолітних залізобетонних пілонів.....	28
3.2. Розрахунок монолітної залізобетонної плити перекриття.....	30
3.2.1. Збір навантажень.....	30
3.2.2. Результати розрахунку монолітної залізобетонної плити перекриття в ПК ЛІРА САПР.....	30
3.2.3. Розрахунок плити перекриття на продавання.....	34
4. ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ.....	38
4.1. Аналіз інженерно-геологічних умов майданчика.....	38
4.2. Розрахунок фундаментної плити будівлі дитячого садочку.....	40
5. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ.....	44
5.1. Загальні дані.....	44
5.2. Технологічна послідовність виконання робіт.....	44
5.2.1. Монтаж тимчасової огорожі.....	44
5.2.2. Влаштування тимчасових доріг.....	46
5.2.3. Установка тимчасових побутових приміщень.....	48
5.2.4. Установка пункту мийки коліс.....	49

5.3. Вказівки по роботі крана.....	51
5.4. Вантажно-розвантажувальні роботи.....	52
5.5 Заходи з безпеки праці.....	53
5.6. Протипожежні заходи.....	54
6. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА	56
6.1. Послідовність виконання будівельних робіт.....	56
6.2. Потреба будівництва в кадрах.....	58
6.3. Потреба в тимчасових будівлях та спорудах.....	58
6.4. Потреба будівництва в електричній енергії.....	59
6.5. Потреба будівництва у водопостачанні.....	62
7. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	65
8. НАУКОВА ЧАСТИНА.....	69
8.1. Теоретичні основи розрахунку на вогнестійкість залізобетонних конструкцій.....	73
8.1.1. Температурні режими пожеж.....	73
8.1.2. Особливості поведінки залізобетонних конструкцій та матеріалів під впливом пожежі.....	77
8.1.2.1. Нестационарний характер процесів теплообміну.....	77
8.1.2.2. Особливості руйнування та деформування залізобетонних конструкцій під час пожежі.....	78
8.1.2.3. Фактор вологи та його вплив.....	79
8.1.2.4. Високотемпературна дія.....	80
8.1.3. Вогнестійкість та межа вогнестійкості.....	82
8.1.3.1. Поняття та визначення.....	82
8.1.3.2. Методи визначення межі вогнестійкості.....	84
8.1.4. Визначення межі вогнестійкості розрахунковими методами.....	86
8.1.4.1. Теплотехнічна задача вогнестійкості.....	86
8.1.4.2. Оцінка межі вогнестійкості втратою теплоізолюючої здатності.....	88
8.1.4.3. Оцінка межі вогнестійкості за втратою несучої здатності.....	90
8.1.4.4. Оцінка межі вогнестійкості втратою цілісності.....	91
8.2. Оцінка межі вогнестійкості для монолітного залізобетонного пілону розрахунковим методом.....	93
8.2.1. Вихідні дані для розрахунку.....	93
8.2.2. Розв'язання теплотехнічної задачі в ПК «ЛІРА САПР».....	93
ВИСНОВКИ.....	105
ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА.....	107
ДОДАТКИ.....	111

ВСТУП

Сучасний етап розвитку суспільства характеризується підвищеною увагою до створення якісного, безпечного та комфортного середовища для виховання і розвитку дітей дошкільного віку. Дошкільна освіта є важливою складовою освітньої системи держави, оскільки саме в цей період закладаються основи фізичного, інтелектуального та соціального розвитку особистості. У зв'язку з цим особливого значення набуває проєктування сучасних закладів дошкільної освіти, які відповідають чинним нормативним вимогам, принципам сталого розвитку та потребам місцевих громад.

Актуальність теми магістерської роботи зумовлена необхідністю розвитку мережі закладів дошкільної освіти в Київській області, зокрема у смт. Ворзель, яке є перспективним населеним пунктом із активною житловою забудовою та зростанням чисельності населення. Забезпечення дітей якісними умовами для навчання, виховання та відпочинку потребує створення сучасних архітектурно-планувальних рішень, що враховують демографічні тенденції, природно-кліматичні особливості території та вимоги інклюзивності.

Проектування дитячого садочка є складним багатофункціональним завданням, яке поєднує архітектурні, конструктивні, інженерні та містобудівні аспекти. Важливими складовими такого проєкту є формування безпечного середовища, забезпечення раціональної функціонально-планувальної організації будівлі, енергоефективності, доступності для маломобільних груп населення та створення сприятливих умов для гармонійного розвитку дітей.

Метою магістерської роботи є розроблення проєкту сучасного дитячого садочка у смт. Ворзель Київської області, який відповідатиме чинним будівельним нормам, санітарно-гігієнічним вимогам, принципам енергоефективності та забезпечуватиме комфортні умови для перебування дітей і персоналу.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати сучасний стан та тенденції розвитку закладів дошкільної освіти;
- дослідити містобудівні умови та особливості ділянки проєктування;

- вивчити нормативно-правову базу щодо проєктування дитячих садочків;
- розробити архітектурно-планувальне рішення будівлі;
- обґрунтувати конструктивну схему та інженерне забезпечення об'єкта;
- забезпечити вимоги безбар'єрності, пожежної безпеки та енергоефективності;
- виконати техніко-економічне обґрунтування проєктних рішень.

Практичне значення роботи полягає у можливості використання розроблених проєктних рішень для будівництва сучасного закладу дошкільної освіти у смт. Ворзель та інших населених пунктах зі схожими містобудівними умовами. Запропоновані рішення спрямовані на підвищення якості освітнього середовища, забезпечення комфортних умов перебування дітей та створення архітектурного об'єкта, що гармонійно інтегрується в існуюче середовище населеного пункту.

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

Дошкільна освіта є першою ланкою освітньої системи України та відіграє важливу роль у формуванні особистості дитини. У сучасних умовах розвитку суспільства особлива увага приділяється створенню безпечного, комфортного та функціонального освітнього середовища, яке сприяє гармонійному фізичному, психологічному та інтелектуальному розвитку дітей.

Протягом останніх років в Україні спостерігається тенденція до оновлення існуючих та будівництва нових закладів дошкільної освіти. Це пов'язано зі збільшенням потреби населення у місцях для дітей дошкільного віку, розвитком житлових кварталів та необхідністю забезпечення відповідності будівель сучасним будівельним нормам. Особливо актуальним це питання стало для Київської області, де спостерігається активна урбанізація та зростання кількості молодих сімей.

Сучасні дитячі садочки повинні відповідати вимогам безбар'єрності, енергоефективності, екологічності та інклюзивності. Архітектурне середовище має забезпечувати комфортне перебування дітей різних вікових груп, сприяти їхньому розвитку та формуванню соціальних навичок.

Проєктування закладів дошкільної освіти здійснюється відповідно до чинних державних будівельних норм та санітарно-гігієнічних вимог. Особлива увага

приділяється функціональному зонуванню території та будівлі, створенню безпечного середовища для дітей, забезпеченню нормативного природного освітлення та вентиляції приміщень.

До основних функціональних зон дитячого садочка належать:

- групові осередки для дітей різного віку;
- музичні та фізкультурні зали;
- адміністративні приміщення;
- медичний блок;
- харчоблок;
- господарські та технічні приміщення;
- прогулянкові майданчики та спортивні зони.

Важливою вимогою є розділення потоків дітей, персоналу та постачання продуктів харчування. Також необхідно забезпечити нормативні показники інсоляції, звукоізоляції та пожежної безпеки.

У сучасній практиці дедалі частіше застосовуються принципи універсального дизайну, які дозволяють створити доступне середовище для дітей з особливими освітніми потребами та маломобільних груп населення.

У провідних країнах світу спостерігається тенденція до створення дитячих садочків як багатофункціональних просторів для розвитку дитини. Особлива увага приділяється інтеграції природного середовища в архітектурне рішення будівель.

У країнах Скандинавії широко використовуються концепції відкритого планування, великі площі застління, екологічно чисті матеріали та природне освітлення. Такі рішення сприяють психологічному комфорту дітей та формуванню зв'язку з навколишнім середовищем.

У Німеччині та Нідерландах популярними є енергоефективні дитячі садочки з використанням сонячних панелей, систем рекуперації тепла та зелених дахів. Значна увага приділяється безпеці та адаптивності внутрішніх просторів.

Для сучасних проєктів характерними є:

- гнучке планування приміщень;
- використання екологічних матеріалів;

- максимальне залучення природного освітлення;
- створення багатофункціональних просторів;
- інтеграція елементів ландшафтного дизайну;
- застосування енергоощадних технологій.

Досвід зарубіжних країн свідчить про необхідність поєднання архітектурної виразності, функціональності та екологічності при проектуванні дитячих освітніх закладів.

Селище міського типу Ворзель розташоване у Бучанському районі Київської області та входить до складу Бучанської міської територіальної громади. Населений пункт характеризується сприятливими природно-кліматичними умовами, значною кількістю зелених насаджень та рекреаційних територій.

Останніми роками у Ворзелі активно розвивається житлова забудова, що спричиняє зростання потреби у соціальній інфраструктурі, зокрема закладах дошкільної освіти. Проектування нового дитячого садочка є важливим елементом розвитку громади та забезпечення потреб населення.

Перевагами території є:

- сприятливі екологічні умови;
- наявність транспортного сполучення з Києвом та сусідніми населеними пунктами;
- достатній потенціал для розвитку житлових кварталів;
- значна кількість озелених територій.

Під час проектування необхідно враховувати особливості рельєфу ділянки, транспортні зв'язки, інсоляційний режим та існуючу забудову.

Проведений аналіз показав, що розвиток мережі закладів дошкільної освіти є одним із пріоритетних напрямів соціальної інфраструктури України. Сучасні дитячі садочки повинні відповідати вимогам безпеки, енергоефективності, екологічності та інклюзивності.

Досвід вітчизняного та зарубіжного проектування свідчить про необхідність створення комфортного освітнього середовища, яке забезпечує всебічний розвиток дитини. З огляду на активний розвиток смт. Ворзель та зростання чисельності

населення, проєктування нового закладу дошкільної освіти є актуальним і соціально значущим завданням.

Отримані результати аналізу є основою для подальшої розробки архітектурно-планувальних, конструктивних та інженерних рішень магістерського проєкту.

2. АРХІТЕКТУРНІ РІШЕННЯ

2.1. Рішення генерального плану

Селище міського типу Ворзель розташоване у Бучанському районі Київської області та належить до зони помірно-континентального клімату. Клімат території характеризується теплим літом, помірно холодною зимою, достатньою кількістю атмосферних опадів та сприятливими умовами для житлового і громадського будівництва.

Формування кліматичних умов відбувається під впливом помірних повітряних мас Атлантичного океану та континентальних повітряних мас зі сходу. Для території характерна чітка зміна пір року. Зима відносно м'яка, із нестійким сніговим покривом та частими відлигами. Літо тепле, інколи спекотне, з достатньою кількістю сонячних днів.

Середньорічна температура повітря становить близько $+8...+9$ °С. Найхолоднішим місяцем року є січень із середньою температурою повітря близько $-4...-6$ °С, а найтеплішим — липень, середня температура якого становить $+19...+21$ °С. Абсолютний мінімум температури може досягати -30 °С, а максимальні літні температури перевищують $+35$ °С.

Річна кількість атмосферних опадів у районі становить у середньому 550–650 мм. Найбільша кількість опадів припадає на теплий період року, переважно на червень та липень, що пов'язано з розвитком конвективних процесів та грозовою діяльністю. Взимку опади випадають переважно у вигляді снігу та мокрого снігу.

Переважаючими напрямками вітру є західний та північно-західний. Середня швидкість вітру становить 3–5 м/с. У холодний період року можливе посилення вітрової активності внаслідок проходження циклонів.

Тривалість сонячного освітлення є достатньою для забезпечення нормативної інсоляції будівель. Під час проектування дитячого садочка необхідно враховувати орієнтацію будівлі за сторонами світу, забезпечення природного освітлення групових приміщень, захист території від переважаючих вітрів та організацію комфортного мікроклімату на дитячих майданчиках.

Загалом кліматичні умови смт. Ворзель є сприятливими для розміщення та експлуатації закладу дошкільної освіти. Наявність значної кількості зелених насаджень, помірний температурний режим та достатня кількість опадів створюють комфортні умови для перебування дітей на відкритому повітрі протягом більшої частини року.

Проектом передбачається комплекс заходів щодо благоустрою території:

- дитячі ігрові майданчики виконані у двох типах покриття: з гумової крихти та газон, стійкий до витоптування.
- на ігрових та спортивних майданчиках встановлюється ігрове та спортивне обладнання, на кожному ігровому майданчику передбачені тіньові навіси;
- пішохідні підходи до кожного ігрового майданчика передбачені без транзитного перетину суміжних майданчиків;
- між дитячими ігровими, спортивними майданчиками, передбачається огорожа за типом живоплоту;
- на території передбачається посадка дерев та чагарників; посадку зелених насаджень прийнято згідно з [15];
- передбачено встановлення різних типів лав;
- з північно-західного боку влаштовується майданчик для ТПВ;
- з північно-західного боку влаштовується господарський майданчик;
- на ділянці передбачено два в'їзди, один з яких забезпечує зв'язок з господарським майданчиком та завантажувальним харчоблоком та кільцевим проїздом навколо будівлі, шириною не менше 3,5 м;

- в'їзди та кільцевий об'їзд будівлі передбачені з твердим покриттям (асфальтобетон та тротуарна плитка), запроектованим виходячи з розрахункового навантаження від пожежних машин -16 тон на вісь;

- по периметру земельної ділянки передбачено огороження.

Відповідно до [8] перепад висот бортових каменів уздовж газонів і озелених майданчиків, що використовуються для рекреації, що примикають до шляхів пішохідного руху, не перевищує 0,015 м.

Ширина перехожої частини пішохідної колії для МГН прийнята не менше 2 м.

Місця для стоянки (паркування) транспортних засобів, керованих інвалідами або такими, що перевозять інвалідів, розміщені поблизу входів на території загального користування, розробленої окремим проектом на відстані не далі 50 м з південно-західної та південно-східної сторін, а також на відстані не більше 100 м з північної сторони.

План організації рельєфу території виконано у зв'язку з існуючим рельєфом місцевості та суміжними проектами з внутрішньоквартальних проїздів.

Планувальні позначки призначені виходячи із створення допустимих ухилів з урахуванням забезпечення безпеки руху проїздами, тротуарами та майданчиками. Ухили забезпечують відведення дощових вод по поверхні території у відкриту систему водозбору- лотки.

План організації рельєфу виконано в проектних червоних горизонталях з перерізом горизонталей 0,1 – 0,5 м. Мінімальний ухил по проїздах становить 4 проміле, максимальний – 30 проміле. При цьому проїзди, передбачені для прогулянки, мають ухили не більше 40 проміле. Загальний ухил майданчика не менше 5 проміле та не більше 40.

З північного боку будівлі передбачено влаштування підпірної стінки $h=400$ мм із коробчастих габіонів із заповненням природним матеріалом.

2.2. Об'ємно-планувальні рішення

Запроектований об'єкт – дитячий садочок на 220 місць що розташований в смт. Ворзель, Київської області – окрема будівля складної конфігурації в плані, має три надземні поверхи і один підземний поверх. Будівля дитячого садочку є одним із об'єктів інфраструктури проектної забудови нового житлового комплексу. Габаритні розміри будівлі – 76,1х29,85 м, поверховість будівлі в осях 1-14 складає 3 поверхи, а в осях 14-21 – два поверхи.

Дитячий садочок на 220 місць призначений для надання педагогічних послуг з виховання, навчання, догляду та нагляду за дітьми, а також методичної допомоги батькам або особам, які їх замінюють, на основі затверджених програм виховання та навчання.

Головний вхід до будівлі розташований зі східного боку між осями 11-12/1 і знаходиться на позначці 0,000. Позначка 0,000 не перевищує планувальну позначку землі майданчиків основних вхідних груп більш ніж на 14 мм, що дозволяє забезпечити доступність входу маломобільних груп населення на кріслах-візках без сходів та пандусів. Службовий вхід та завантаження харчоблоку розташовані з північної сторони будівлі у господарській зоні проектної ділянки (фасад в осях А-Л) та відокремлені від рівня землі завантажувальною рампою висотою 450 мм.

Головний вхід у будинок заглиблений, майданчик перед головним входом запроектований з підігрівом і захищений від опадів нависаючою частиною другого поверху. Додаткові входи для дитячих груп та персоналу із західної, східної та південної сторін будівлі також передбачені з підігрівом вхідних майданчиків, які мають ухил у бік пішохідного тротуару навколо дитячого садочку.

Орієнтація будівлі біля забезпечує необхідну інсоляцію нормованих приміщень і ігрових майданчиків.

За відносну позначку 0,000 прийнято позначку рівня чистої підлоги першого поверху, що відповідає абсолютній відмітці 75,00 в Балтійській системі висот.

Верхня позначка будівлі за парапетом +12,850 м.

Висота будівлі від рівня проїзду до нижньої межі отвору (вікна) в зовнішній стіні третього (верхнього) поверху 7,80 м.

Внутрішнє планування будівлі виконано з урахуванням функціональних вимог та норм проектування. Розташування приміщень, їх взаємозв'язок, раціональне використання корисних площ створює комфортні умови для дітей, відвідувачів та персоналу.

Висота підвального поверху від позначки підлоги (-3,000) до низу плити перекриття – 2,670 м, ця висота однакова для всіх приміщень у підвалі.

У підвальній частині будівлі розташовані приміщення для розміщення інженерного обладнання (венткамера, ІТП, водомірний вузол, приміщення СС), господарська майстерня та комори, приміщення для персоналу дитячого садочка (гардероби з вбиральною та душовою, приміщення для харчування та відпочинку), комора харчоблоку та приміщення для прокладання інженерних комунікацій.

Висота 1 поверху - 3600 мм (у чистоті без підвісної стелі – 3320 мм), висота 2 поверху – 3600 мм (у чистоті без підвісної стелі – 3320 мм), висота 3 поверху – 3320 мм (у чистоті без підвісної стелі).

На першому поверсі розташовуються:

- 4 групові осередки:
- 2 групи на 20 дітей віком від 1 до 2 років;
- 2 групи на 20 дітей віком від 2 до 3 років;
- багатофункціональний музичний зал для проведення свят та розвиваючих занять, комора та костюмерна при музичному залі; зона колясочної при тамбурі головного входу; харчоблок із складом приміщень для роботи на сировину; медичний блок, що включає медичний і процедурний кабінети, вбиральню з місцем для приготування дезінфікуючих розчинів; приміщення охорони; блок пральні, що включає кімнату кастелянші з коморою чистої білизни, прасувальну, пральну, приміщення прийому і сортування брудної білизни; вбиральня МГН

(універсальна кабіна); приміщення збирального інвентарю; вбиральня для персоналу; електрощитова

На другому поверсі розташовуються:

- 4 групові осередки;
- 2 групи на 24 дитини віком від 3 до 4 років;
- 2 групи на 24 дитини віком від 4 до 5 років;
- багатофункціональний фізкультурний зал для проведення активних ігор

та занять з дітьми, комора та кабінет тренера із санвузлом при фізкультурному залі; кабінет бухгалтерії; кабінет завідувачки; кабінет логопеда; кабінет психолога; сенсорна кімната; методичний кабінет; кабінет допоміжних служб; блок пральні, що включає кімнату кастелянші з коморою чистої білизни, прасувальну, пральну, приміщення прийому і сортування брудної білизни; кружкова з коморою; вбиральня МГН (універсальна кабіна); приміщення збирального інвентарю; вбиральня для персоналу.

На третьому поверсі розташовуються:

- 4 групові осередки;
- 2 групи на 24-25 дітей віком від 5 до 6 років;
- 2 групи на 25 дітей віком від 6 до 7 років;
- кружкова з коморою; кабінет логопеда; кабінет психолога; вбиральня

МГН (універсальна кабіна); приміщення збирального інвентарю; вбиральня для персоналу

Для зв'язку поверхів та евакуації людей у надземній частині будівлі передбачено чотири сходові клітини типу Л1 в осях: Д-Ж/1-2, Д-К/8-9, Ж-Л/13-14, Б-Г/19-20 з виходами безпосередньо назовні. Для евакуації людей з підвалу передбачено три сходові клітини з виходами безпосередньо назовні в осях: Д-Ж/1-2, Ж-Л/13-14, Б-Г/19-20. Для функціонального зв'язку між 1 поверхом та підвальною частиною будівлі в будівлі передбачена неевакуаційна службова сходові клітка в осях Д-Ж/20-21. З приміщень групових осередків передбачено по два розосереджені виходи в коридори, які примикають до двох різних евакуаційних сходових клітин. Ширина виходів на шляхах евакуації

запроектована згідно з вимогами [6]. Ширина сходових маршів у чистоті не менше - 1,35 м.

Сходові марші в надземній частині мають огорожі із загартованого скла з кріпленням строго до торця сходового маршу згідно з [6] заввишки 1,2 м з поручнями з нержавіючої сталі з обох сторін на висоті 0,0, B0,0, B00,005,05, 0,5 м. що з'єднують надземну частину з підземною, розділені глухою протипожежною розсічкою на висоту маршу. Огородження сходових маршів, що ведуть з підземної частини, передбачені з оцинкованої фарбованої сталі заввишки 0,9 м. Перепади висот, а також сходи на перепадах висот у підземній частині мають огорожі з оцинкованої фарбованої сталі відповідно до [6].

Ширина дверних отворів у чистоті прийнята: входи/виходи з групових (роздягальні, спальні), музичної та спортивної залів, гурткових – не менше 1.2 м; виходи на сходові клітини - не менше 1.2 м; вхід до ліфтового холу (ПБЗ) – не менше 1.2 м; туалетні та приміщення, доступні МГН - не менше 0.9 м; приміщення медблоку (медичний кабінет, процедурний кабінет, палата ізолятора) – не менше 0.9 м; приміщення пральні (кімната кастелянші з коморою чистої білизни, прасувальна, пральна, приміщення прийому та сортування брудно-го білизни) – не менше 0,9 м.

У будівлі запроектований 1 пасажирський ліфт вантажопідйомністю 1000 кг з функцією перевезення пожежних підрозділів і пасажирів МГН усіх категорій. Габарити кабіни ліфта 1100 x 2100 мм відповідно до [27, 28].

Для функціонального зв'язку харчоблоку та блоку пральні з приміщеннями групових осередків передбачено два малі вантажні ліфти вантажопідйомністю 100 кг з ліфтовими холами.

При розробці проекту передбачена можливість проходу МГН усіх категорій (М1-М4) до коридорів, санвузлів, адміністративних приміщень, залів, групових.

Доступ МГН до будівлі ДТЗ забезпечено відповідно до вимог [8], які передбачають для МГН рівні з рештою категорій населення умови життєдіяльності.

2.3. Архітектурно-будівельні рішення

Дитячий садочок на 220 місць є триповерховою будівлею в осях «1/14-А/Л» та двоповерховою будівлею в осях «14/21-Б/І». Конструктивна схема будівлі – каркасна. Основними несучими елементами у вертикальній площині є монолітні залізобетонні пілони і діафрагми, в горизонтальній площині монолітні плити перекриттів. Ядрами жорсткості виступають монолітні сходові клітки та ліфтові шахти.

Розміри у плані – 76,10 x 29,85 м.

- ступінь вогнестійкості - II;

Будівля опалювальна, з підвалом для розміщення інженерних комунікацій.

Сітка пілонів не регулярна, максимальний крок – 10,5 м.

Несучі монолітні залізобетонні пілони, розгорнуті довгою стороною у бік більшого прольоту. Перекриття монолітними залізобетонними безбалочними в основному обсязі. По осях 3,4,5,6,8-9,10,12,17 перекриття прийняті балочні у бік більшого прольоту.

Загальна стійкість та геометрична незмінність, а також просторова жорсткість будівлі забезпечується спільною роботою основних несучих конструкцій (пілонів, діафрагм, перекриттів та фундаментної плити). Поєднання конструкцій між собою, а також з конструкцією фундаменту – жорстке.

Конструкції пілонів і перекриттів, що зводяться, прийняті з монолітного залізобетону класу В25 за міцністю [23], арматура класу А500, А240 за [24].

З'єднання арматурних стрижнів виконується в'язаним. Стикування стрижнів проводиться внахлестку без зварювання, прямим анкеруванням.

Діафрагми – монолітні залізобетонні, бетон класу В25 [23], арматура класу А500, А240 за [24].

Шахти внутрішніх сходів – монолітні залізобетонні, бетон класу В25 [23], арматура класу А500, А240 за [24].

Міжповерхові майданчики – монолітні залізобетонні. Бетон класу В25 [23], арматура класу А500, А240 згідно з [24]. Марші виконані монолітні залізобетонні.

Зовнішні ганки – монолітні залізобетонні.

Козирки входів – металеві та монолітні залізобетонні.

Перегородки – з бетонних блоків згідно з [25], марки 100 товщиною 90 і 200 мм, а також збірні перегородки гіпсокартонні системи KNAUF C112 по Серії 1.031.9-2.00 «Випуск 3. Перегородки. Робочі креслення».

Покрівля – умовно плоска, утеплена, поєднана, з організованим внутрішнім водостоком.

Відносна позначка 0.000 відповідає абсолютній позначці +75,000.

Розухилення ведеться до водостічних воронок. По покрівлі передбачені парапети.

Конструктивна схема будівлі – каркас, із заповненням кам'яною кладкою із газобетонних блоків за [25]. Блоки заповнення прийняті марки D600, густиною не менше 600 кг/м³, відповідно до ТР 161-05, п.6.2. У новому будівництві монтаж НФС може проводитися на будинках із залізобетонним та металевим каркасом та заповненням стінових прорізів повнотілою керамічною цеглою або блоками з легких бетонів щільністю не менше 900 кг/м³. Блоки в обов'язковому порядку повинні мати сертифікати та паспорти, а також у зв'язку з тим, що конструкція навісного фасаду кріпиться на блоки, після отримання навантажень від виробників фасадних систем необхідно провести випробування блоку на вирив анкера. Проектування та монтаж фасадної системи, збір навантажень проводити відповідно до нормативно-довідкової документації "Фасадні теплоізоляційні системи з повітряним зазором.

Кріплення фасадної системи можна розглянути на хімічних анкерах типу Hilti HIT-HY70. Підбір анкера здійснювати відповідно до навантажень, отриманих від виробників фасадних систем.

Кріплення конструкцій навісного фасаду можна розглянути з використанням фасадної підсистеми типу U-kon АТС-246Н, з кріпленням посиленої вертикальної направляючої кріпитися від плити до плити, без кріплення до блоків заповнення. У такому разі блоки не випробовуються на вирив анкера. В даному варіанті блок можна використовувати меншої щільності

(наприклад, D600 – уточнити в Робочому варіанті згідно з прийнятими розрахунковими вітровими навантаженнями на заповнення).

Конструкція навісного фасаду повинна мати сертифікати, що підтверджують вогнестійкість фасадної системи.

Утеплювач стін вище від планувальної позначки мінераловатний, з двох шарів утеплювача. Перший шар марки ТЕХНОНІКОЛЬ ТЕХНОВЕНТ Н ПРОФ коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{B1}=0.040 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$. Товщина утеплювача – 100 мм. Другий шар марки ТЕХНОНІКОЛЬ ТЕХНОВЕНТ ОПТИМУ, коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{B1}=0.039 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$. Товщина утеплювача – 50 мм. Загальна товщина теплоізолятора 150 мм.

Відповідно до теплотехнічного розрахунку для розрахункової температури зовнішнього повітря -29 градусів та коефіцієнта теплотехнічної неоднорідності $\gamma=0.75$ як для навісних фасадів, згідно з [10].

Утеплювач покрівлі мінераловатні плити ТЕХНОНІКОЛЬ, щільністю 110-185 кг/м³, з коефіцієнтом теплопровідності $B_4=0.043 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$, товщиною 240 мм, згідно теплотехнічного розрахунку.

Перемички заводського виробництва, залізобетонні, серійного виробництва.

Розрахунок конструкцій виконаний відповідно до вимог ДБН «Основи будівель та споруд», ДБН «Навантаження та впливи», ДБН «Бетонні та залізобетонні конструкції».

2.4. Зовнішнє опорядження

Пластика фасадів будівлі виражена в природному відображенні об'ємно-планувальної структури об'єкта та підкреслена художнім поєднанням різного оздоблення площин зовнішніх стін. В оздобленні фасаду застосовані: навісний вентильований фасад з облицюванням склофібробетонними панелями та навісний вентильований фасад з облицюванням бетонною фасадною плиткою, вітражне скління віконних та дверних отворів у проектному кольорі за каталогом RAL.

Оздоблення фасадів виконується з матеріалів та конструкцій, що мають сертифікати пожежної безпеки та відносяться до групи горючості «НГ». Утеплювач - негорючі мінераловатні плити ТЕХНОФАС ОПТИМА (або аналог).

Цоколь будівлі практично відсутній, зниження планувальної позначки землі присутнє в північній частині будівлі в зоні хозблока, облицювання цоколя виконана з керамогранітної плитки.

Майданчики перед входами в будівлю виконані з тротуарної плитки як частина благоустрою.

Вітражне фасадне скління заводського виготовлення із заповненням прозорим двокамерним склопакетом. Профіль алюмінієвий із терморозривом. Клас пожежної небезпеки – К0 (непожежонебезпечні). Скління віконних прорізів – прозорий двокамерний склопакет з ПВХ профілем та протимоскітними сітками у приміщеннях з постійним перебуванням дітей та приміщеннях харчоблоку. На всіх доступних дітям стулки вікон і вітражів, що відкриваються, передбачено безпечне відкривання (дитячий замок безпеки, що обмежує відкривання стулки). Для безпеки в сходових клітинах з панорамним склінням з внутрішньої сторони скління передбачені огороження із загартованого скла заввишки 1,2 м. Передбачено також відкривання окремих стулок вітражного скління.

Миття та очищення зовнішніх поверхонь світлопрозорих конструкцій передбачається проводити за допомогою спеціалізованої організації.

У зовнішніх віконних блоках та вітражах з боку приміщення передбачено ударостійке скління з класом захисту SM4.

Вхідні двері – з алюмінієвого профілю з терморозривом та світлопрозорим або глухим заповненням відповідно до відомості заповнення прорізів, колір за каталогом RAL. Скління – двокамерний склопакет із склом класу захисту SM4. Теплотехнічні характеристики – відповідно до вимог нормативної документації.

2.5. Внутрішнє опорядження

Для обробки приміщень використовуються сучасні та довговічні оздоблювальні матеріали, що відповідають санітарно-гігієнічним, естетичним та

протипожежним вимогам. Оздоблення приміщень дитячого садочка передбачена відповідно до вимог [7].

Оздоблення стін приміщень допускає прибирання вологим способом та дезінфекцію.

Підлоги приміщень передбачаються гладкими, неслизькими, щільно пригнаними, без щілин та дефектів, плінтуса – щільно пригнаними до стін та підлоги, що передбачають вологе прибирання із застосуванням миючих та дезінфікуючих засобів.

У приміщеннях з постійним та тимчасовим перебуванням дітей дошкільного віку радіатори зашиваються декоративними панелями згідно дизайн-проекту.

Підлога в приміщеннях з мокрими процесами передбачається з облаштуванням обмазувальної гідроізоляції із закладом на стіни на висоту не менше 200 мм.

Внутрішні двері прийняті відповідно до функціонального призначення приміщень:

- сталеві – у виробничих приміщеннях харчоблоку, у сходових клітках, коридорах, у технічних приміщеннях, ліфтових холах;
- протипожежні за [6] – у приміщеннях згідно з діючими нормами;
- МДФ зі склінням – у роздягальних, ігрових, музичному залі, фізкультурному залі, гурткових;
- МДФ без скління – у коморах при музичному, фізкультурному залі та гурткових, приміщеннях пральні.

2.6. Заходи щодо захисту приміщень від шуму, вібрації та інших впливів

Будівля дитячого садочка розміщується в зоні житлової забудови, за межами санітарно-захисних зон підприємств, санітарних розривів від гаражів, автостоянок та автомагістралей та джерел інтенсивного шуму та вібрацій.

У будівлі передбачені такі заходи щодо шумозахисту:

- для зниження зовнішнього шуму передбачено застосування віконних блоків з двокамерним склопакетом у палітурках з ПВХ профілю. Монтаж віконних блоків провадиться з використанням тепло- та звукоізоляційних пінних поліуретанових ущільнювачів (звуко-ізоляція не менше 26 дБ);

- звукоізоляція внутрішніх стін та перегородок міжповерхових перекриттів відповідає ДБН «Захист від шуму».

Індекси ізоляції повітряного шуму огорожувальних конструкцій:

- перекриття між груповими кімнатами, спальнями – не менше 52 дБ;
- перегородки між груповими кімнатами, спальнями та між іншими дитячими кімнатами – 55 дБ;

- зовнішні стіни - тришарові з ефективним мінераловатним утеплювачем як теплозахист зі звукоізолюючими властивостями;

- зниження впливу структурного шуму від роботи ліфтового обладнання на поблизу розташовані приміщення забезпечується виключенням всіх жорстких зв'язків обладнання з конструкціями, що захищають. Кріплення обладнання здійснюється через віброізолюючі вузли;

- інженерне обладнання в приміщеннях підземного поверху, що здійснює шум, розміщене під приміщеннями першого поверху без постійних робочих місць і без перебування дітей

2.7. Інсоляція приміщень

Проектом забезпечується природне освітлення всіх приміщень, що нормуються, за рахунок оптимальної величини віконних отворів.

Без природного освітлення запроектовано приміщення, розміщення яких дозволено у підвальних поверхах будівель, а саме:

- вбиральні, приміщення збирального інвентарю;
- комори;
- господарська майстерня;
- вбиральні персоналу, кімнати прийому їжі та відпочинку персоналу;
- технічні приміщення

2.8. Вимоги щодо забезпечення енергетичної ефективності

Конструктивне рішення будівлі спрямоване на зниження тепловтрат на огорожувальних конструкціях, розрахункові показники опору теплопередачі огорожувальних конструкцій перевищує нормовані або базові показники, що забезпечує ефективну теплозахисну оболонку будівлі.

Передбачені заходи щодо захисту приміщень від можливих побутових витоків води з інженерних систем – гідроізоляція приміщень «мокрих зон» (вбиральні, буфетні, приміщення прибирального інвентарю, виробничі приміщення харчоблоку).

Для обробки приміщень використовуються сучасні та довговічні оздоблювальні матеріали, що відповідають санітарно-гігієнічним, естетичним та протипожежним вимогам. Оздоблення приміщень дитячого садочку передбачено відповідно до вимог [7].

Оздоблення стін приміщень допускає прибирання вологим способом та дезінфекцію.

Підлоги приміщень передбачаються гладкими, неслизькими, щільно нагнаними, без щілин та дефектів. Плінтуса – щільно пригнаними до стін та підлоги, що передбачають вологе прибирання із застосуванням миючих та дезінфікуючих засобів.

Приміщення з постійними робочими місцями забезпечені природним освітленням відповідно до вимог [7].

«Гігієнічні нормативи та вимоги до забезпечення безпеки та (або) нешкідливості для людини факторів довкілля», [7].

Орієнтація будівлі дає нормативну інсоляцію всіх приміщень.

Розрахунковий коефіцієнт природного освітлення (КЕО) для найбільш несприятливих з погляду інсоляції приміщень будівлі відповідає нормативному значенню.

2.9. Заходи із забезпечення пожежної безпеки дитячого садочка

Пожежна безпека об'єкта забезпечується комплексом організаційних, конструктивних та інженерно-технічних заходів відповідно до вимог чинних нормативних документів.

Система забезпечення пожежної безпеки включає:

- систему запобігання пожежі;
- систему протипожежного захисту;
- організаційно-технічні заходи з пожежної безпеки.

Запобігання виникненню пожежі забезпечується застосуванням сертифікованих будівельних матеріалів і обладнання, що відповідають вимогам пожежної безпеки, а також виконанням монтажних та експлуатаційних робіт спеціалізованими організаціями.

Система протипожежного захисту передбачає:

- безпечну евакуацію людей;
- обмеження поширення пожежі та продуктів горіння;
- використання будівельних конструкцій і матеріалів із нормованими показниками вогнестійкості та пожежної небезпеки;
- обладнання будівлі автоматичною пожежною сигналізацією та системою оповіщення про пожежу.

Для зовнішнього пожежогасіння передбачено використання існуючих пожежних гідрантів. Витрата води на зовнішнє пожежогасіння прийнята відповідно до вимог чинних норм. До будівлі забезпечено під'їзд пожежної техніки по дорогах з твердим покриттям.

У місцях проходження інженерних комунікацій через протипожежні перешкоди передбачено влаштування сертифікованих протипожежних проходок із межею вогнестійкості не нижче межі вогнестійкості конструкцій, що перетинаються.

Проектом передбачено такі заходи пожежної безпеки:

- двері евакуаційних виходів відчиняються у напрямку евакуації;
- шляхи евакуації обладнані аварійним освітленням;

- на шляхах евакуації відсутні перешкоди та перепади висот, що ускладнюють евакуацію людей;
- геометричні параметри евакуаційних шляхів і виходів відповідають вимогам нормативних документів;
- евакуація здійснюється через коридори та сходові клітки безпосередньо назовні або до безпечної зони.

Матеріали оздоблення шляхів евакуації прийняті відповідно до вимог щодо класів пожежної небезпеки, установлених чинними нормами.

Для маломобільних груп населення передбачено пожежобезпечні зони 1-го типу, розташовані у ліфтових холах. Огороджувальні конструкції таких зон мають межу вогнестійкості не менше REI 120, двері — не менше EI 60 у димогазонепроникному виконанні.

Ліфт для перевезення пожежних підрозділів розміщено у відокремленій шахті з межею вогнестійкості огороджувальних конструкцій не менше REI 120.

Експлуатація будівлі повинна здійснюватися відповідно до встановленого протипожежного режиму, із проведенням навчання персоналу, розробленням інструкцій з пожежної безпеки та організацією евакуації людей у разі виникнення пожежі.

3. РОЗРАХУНКОВО- КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок монолітних залізобетонних пілонів будівлі дитячого садка в ПК «ЛІРА САПР»

3.1.1. Вихідні дані для розрахунку пілонів

Проектований об'єкт – будівля дитячого садочку в смт. Ворзель, Київської області. Ступінь вогнестійкості – I, клас конструктивної пожежної небезпеки – C0 [6].

Будівля дитячого садочка на 220 місць є триповерховою будівлею в осях «1/14-А/Л» та двоповерховою будівлею в осях «14/21-Б/І». Конструктивна схема будівлі – каркасна. Основними несучими елементами у вертикальній площині є залізобетонні монолітні пілони та діафрагми, у горизонтальній площині

монолітні плити перекриттів. Ядрами жорсткості виступають монолітні сходові клітини та ліфтові шахти. Переміщення каркасу в межах припустимих значень.

Розміри у плані – 76,10 x 29,85 м.

Будівля опалювальна, з підвалом для розміщення інженерних комунікацій.

Сітка пілонів не регулярна, максимальний крок – 10,5 м.

Несучі монолітні залізобетонні пілони, розгорнуті довгою стороною в сторону більшого прольоту. Перекриття монолітними залізобетонними безбалочними в основному обсязі. По осях 3,4,5,6,8-9,10,12,17 перекриття прийняті балкові в напрямку більшого прольоту.

Загальна стійкість та геометрична незмінність, а також просторова жорсткість будівлі забезпечується спільною роботою основних несучих конструкцій (пілонів, діафрагм, перекриттів та фундаментної плити). Поєднання конструкцій між собою, а також з конструкцією фундаменту – жорстке.

Конструкції пілонів і перекриттів, що зводяться, прийняті з монолітного залізобетону класу B25 за міцністю [23], арматура класу A500, A240 за [24].

З'єднання арматурних стрижнів виконується в'язаним. Стикування стрижнів проводиться внахлестку без зварювання, прямим анкеруванням.

Діафрагми - монолітні залізобетонні, бетон класу B25 [23], арматура класу A500, A240 за [24].

Шахти внутрішніх сходів – монолітні залізобетонні, бетон класу B25 [23], арматура класу A500, A240 за [24].

Міжповерхові майданчики - монолітні залізобетонні. Бетон класу B25 [23], арматура класу A500, A240 згідно з [24]. Марші виконані монолітні залізобетонні.

3.1.2. Збір навантаження на конструкції будівлі дитячого садочка

Таблиця 3.1

Розрахункові навантаження на каркас будівлі

Найменування навантажень	Норм. навантаж. (кг/м ²)	Коеф. надійності за навантаж. γ_f	Розрах. навантаж. (кг/м ²)
--------------------------	--	---	--

Постійні навантаження (на плити перекриття)			
Комерційний гомогенний лінолеум товщ. 5,0 мм на клею	$0,005 \times 1400 = 7$	1,2	8,4
Самовирівнювальна суміш товщиною 10 мм	$0,01 \times 1200 = 12$	1,2	14,4
Цементно-піщана стяжка М150 армована сіткою Ø 5 Вр-I 100x100 δ=65 мм ρ=1800 кг/м ³	$0,065 \times 1800 = 117$	1,3	152,1
Разом постійне навантаження на перекриття g:	136,0	-	175,0
Постійні навантаження (на плити покриття)			
Гідроізоляція 2-й шар	$0,008 \times 600 = 4,8$	1,2	5,76
Гідроізоляція 1-й шар	$0,008 \times 600 = 4,8$	1,2	5,76
Праймер бітумний	0,1	1,2	0,12
Цементно-піщана стяжка δ=40 мм ρ=1800 кг/м ³	$0,04 \times 1800 = 72$	1,3	93,6
Керамзитовий гравій фр. 10-20 мм, П25, М250, просочений цім. молочком по ухилу 30-100 мм	$0,1 \times 800 = 80$	1,3	104
Мінераловатний утеплювач щільністю 155-185 кг/м ³ товщиною 80 мм	$0,08 \times 185 = 14,8$	1,2	17,76
Мінераловатний утеплювач щільністю 100-120 кг/м ³ товщиною 160 мм	$0,16 \times 120 = 19,2$	1,2	23,04
Пароізоляція	3,0	1,2	3,6
Тимчасові навантаження			
Снігове навантаження:	155	1,14	182
Вітрове навантаження:	37	1,2	45
Разом тимчасове навантаження q:	192	-	227
Повне навантаження	249,66		291,24

Розрахунок монолітного залізобетонного каркасу будівлі дитячого садочка виконуємо в програмному комплексі “ЛІРА САПР 2022”.

3.1.3. Результати розрахунку монолітних залізобетонних пілонів в ПК «ЛІРА САПР 2022»

Під час розрахунку в ПК “ЛІРА САПР 2022” враховувалась власна вага несучих конструкцій дитячого садочка, а також постійні, тривалі та короткочасні навантаження, що на діють на будівлю. Також була виконана перевірка на розрахункові збіги навантажень для аналізу і вибору найбільш несприятливого збігу навантажень на несучі конструкції з подальшим підбором робочої арматури.

Результати розрахунку монолітних залізобетонних пілонів в ПК “ЛІРА САПР 2022” наведені на рис. 3.1 – 3.8.

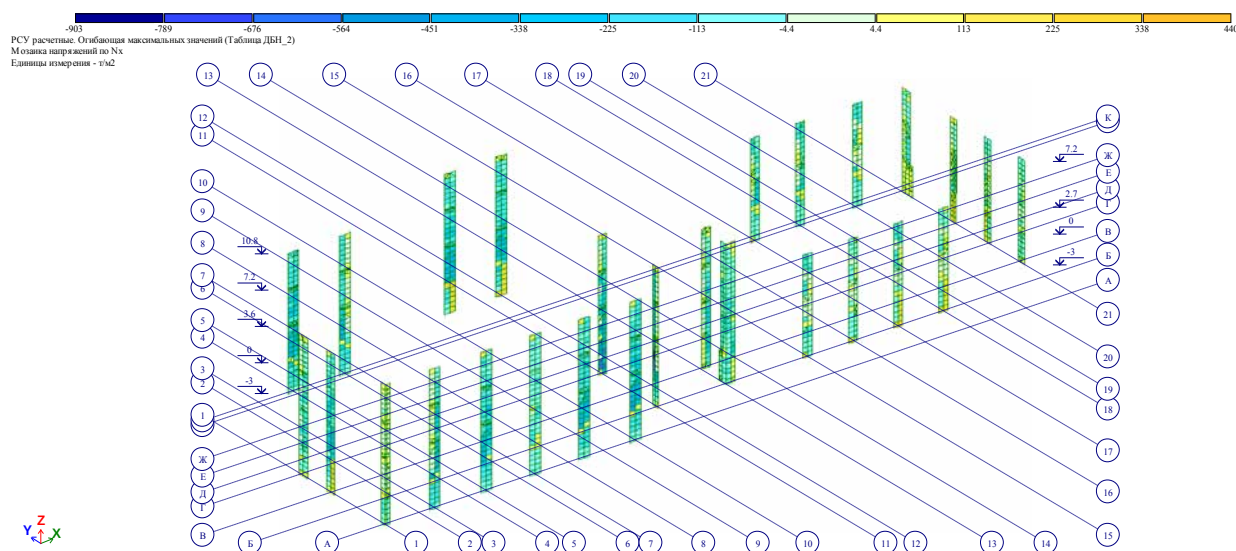
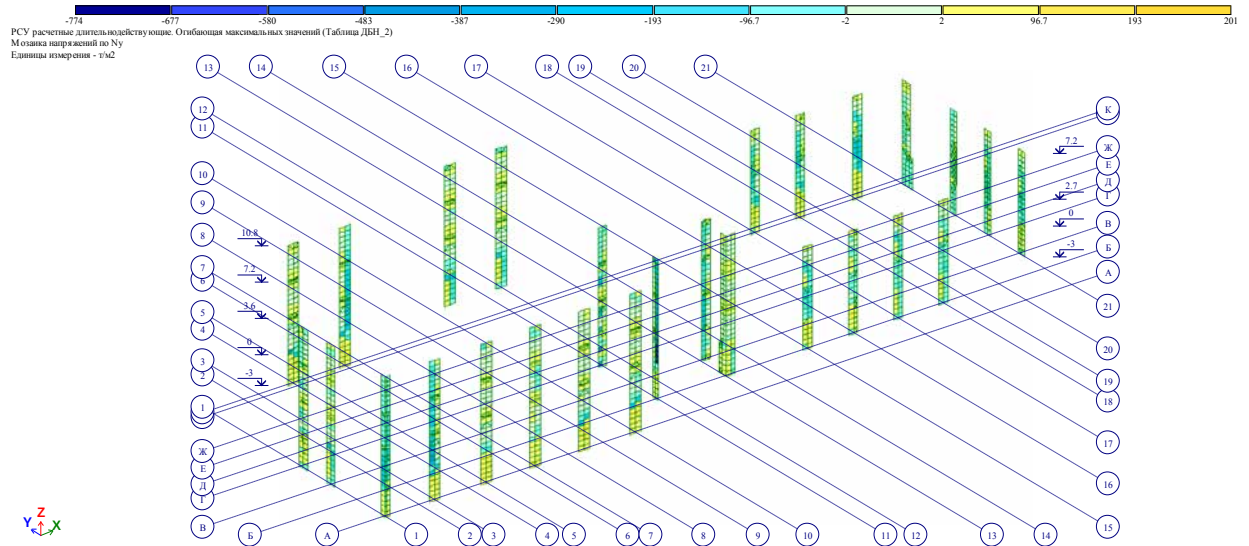
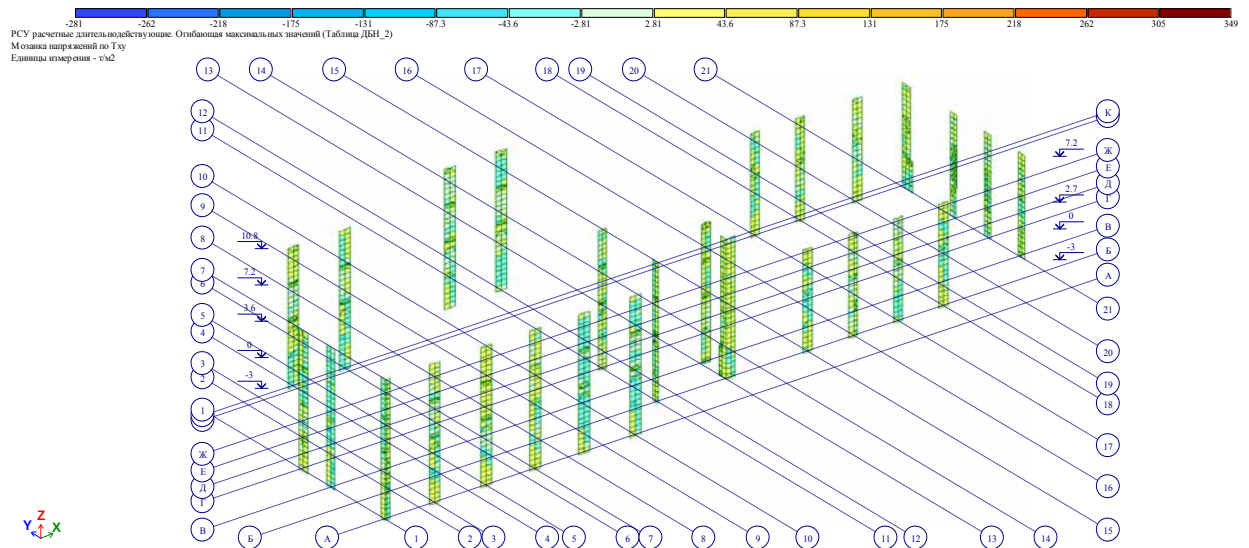
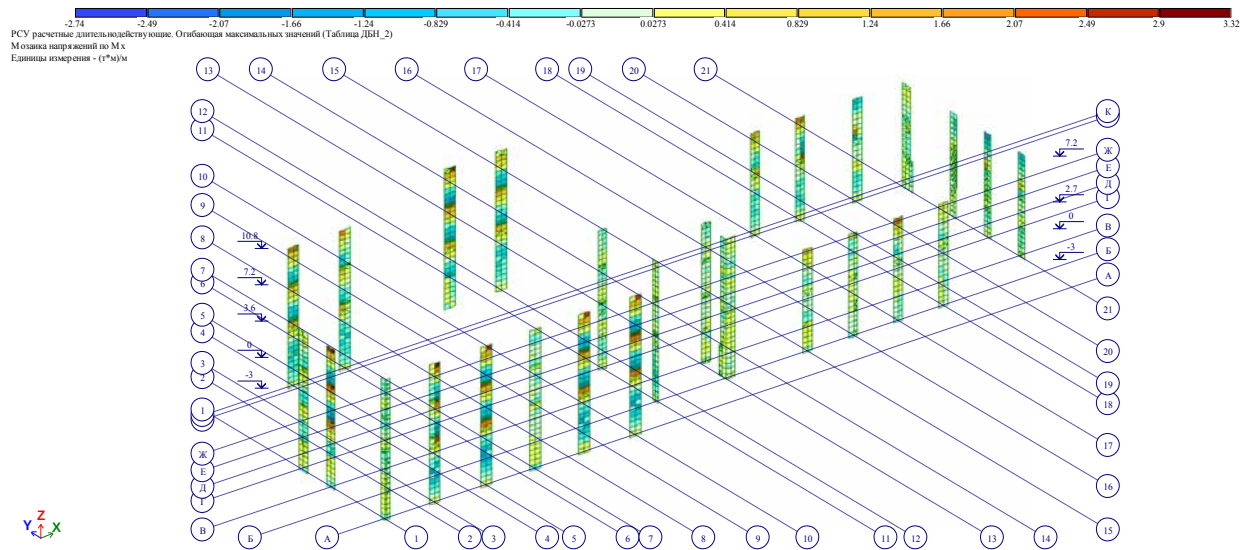
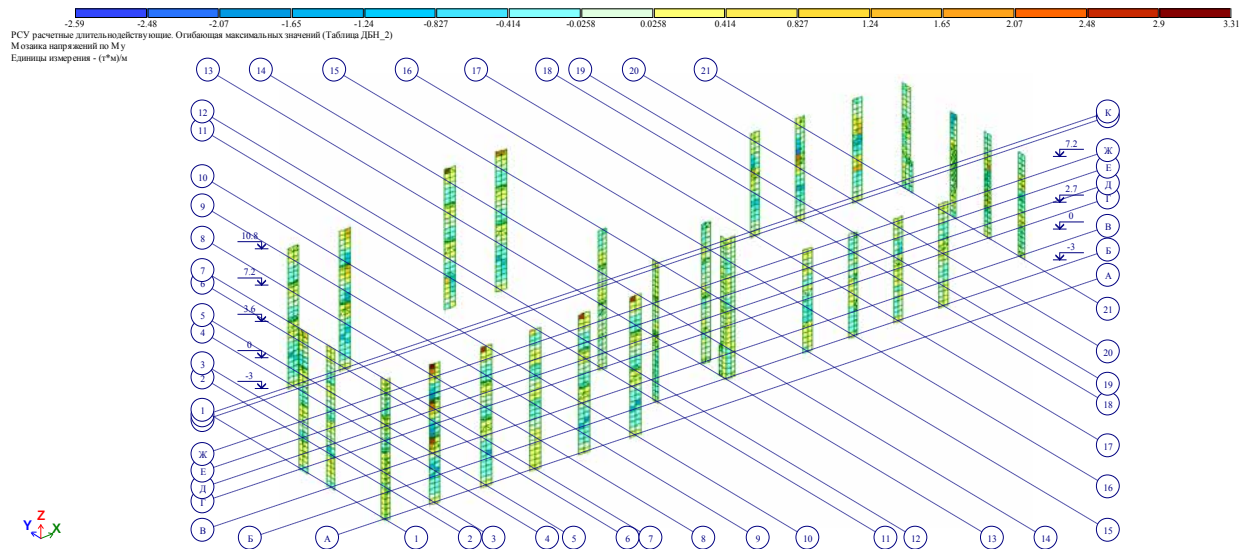
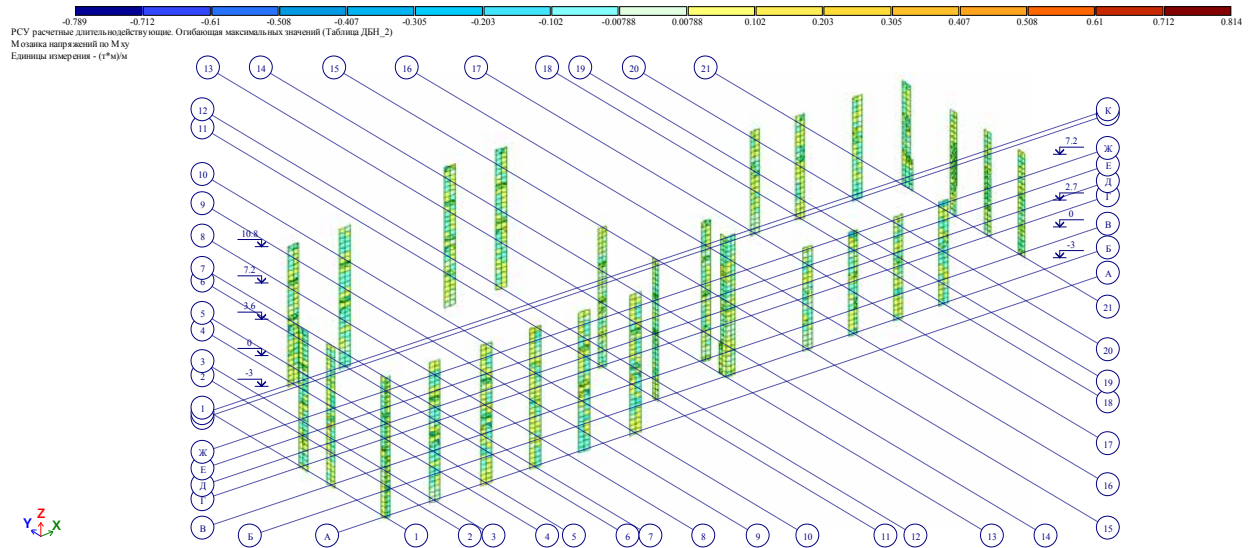
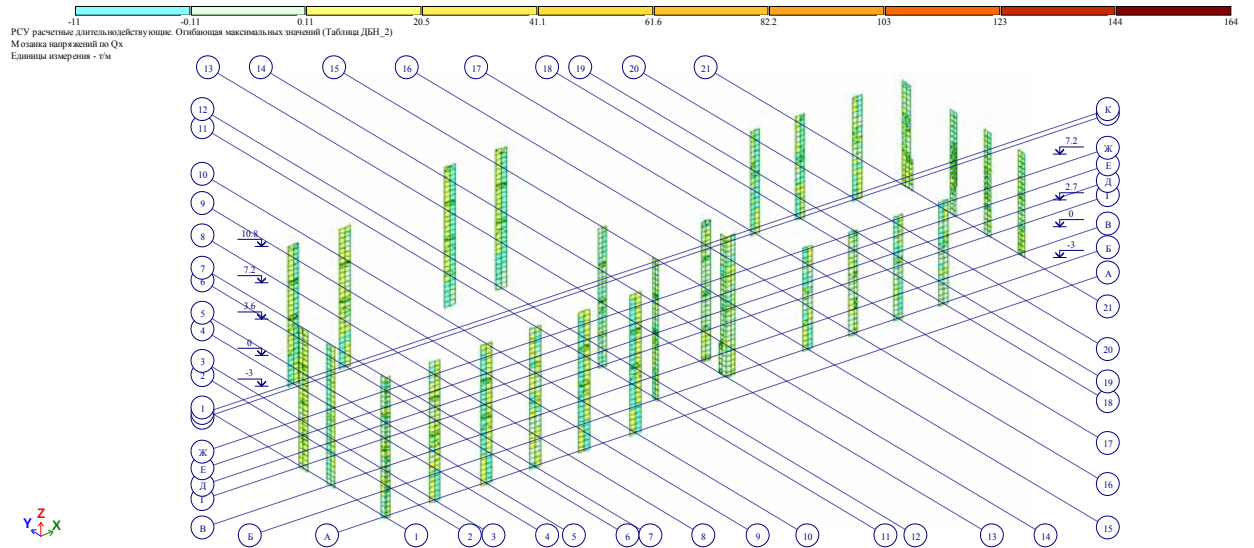


Рис. 3.1. Нормальне напруження NX в пілонах від РЗЗ (розрахункові т/м²)

Рис. 3.2. Нормальне напруження N_y в пілонах від РЗЗ (розрахункові тмх)Рис. 3.3. Зсувне напруження T_{xy} в пілонах від РЗЗ (розрахункові тмх)Рис. 3.4. Момент M_x в пілонах від РЗЗ (розрахункові тмх)

Рис. 3.5. Момент M_y в пілонах від РЗЗ (розрахункові тах)Рис. 3.6. Крутний момент M_{xy} в пілонах від РЗЗ (розрахункові тах)Рис. 3.7. Перерізувальна сила Q_x у пілонах від РЗЗ (розрахункові тах)

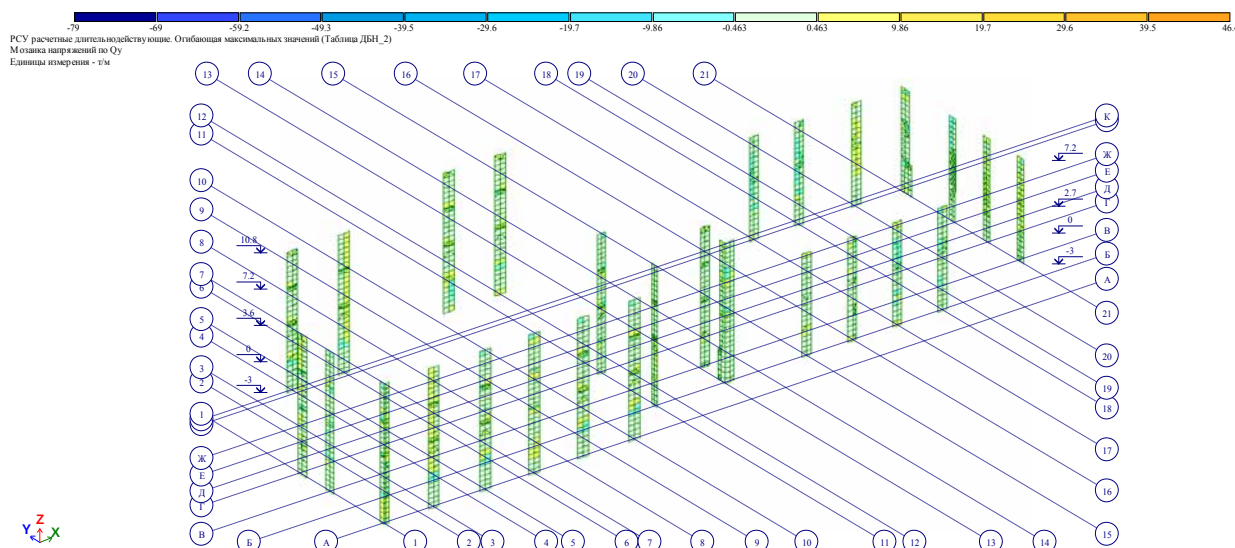


Рис. 3.8. Перерізувальна сила Q_y у пілонах від P33 (розрахункові тах)

Далі проводимо аналіз зусиль за P33, для вибору найбільш несприятливих комбінацій в елементах залізобетонних пілонів.

За результатами статичного розрахунку каркасу будівлі дитячого садочка в програмному комплексі «ЛІРА САПР 2022», були визначені максимальні зусилля в монолітних залізобетонних пілонах. Далі виконуємо перевірку попередньо призначених перерізів пілонів та підбір робочої арматури.

3.1.4. Розрахунок монолітних залізобетонних пілонів

Вихідні дані: пілон першого поверху марки ПЛН-1-1 (по осі 4/В) з розмірами перерізу $b = 600$ мм; $h = 200$ мм; $a = a' = 40$ мм; бетон класу В25 ($E_b = 3000000$ МПа, $R_b = 14,5$ МПа); арматура класу А500С ($R_s = R_{sr} = 435$ МПа); площа перерізу $A_s = A_s' = 12,57$ см² = 1257 мм² (4Ø20). Повздовжня сила та згинальні моменти в опорному перерізі:

- від вертикальних навантажень: сумарно $N_v = 1612$ кН; $M_v = 21,56$ кН·м; постійних та тривалих $N_l = 1330$ кН; $M_l = 18$ кН·м; від вітрових навантажень $N_h = 0$ кН; $M_h = 0$; висота поверху $l = 3,6$ м.

Необхідно перевірити міцність опорного перерізу пілона.

$h_0 = 200 - 40 = 160$ мм. Розрахунок виконуємо з урахуванням впливу прогину згідно п. 3.53 Посібника..... Приймаємо $\eta_v = 1$, а згідно п. 3.55, б розрахункову довжину колони приймаємо рівною $l_0 = 1,2 \cdot 3,6 = 4,32$ м. При цьому $l_0/h = 4,32/0,2 = 21,6 > 4$, тобто враховуємо прогин колони.

Зусилля від всіх навантажень дорівнюють $M = M_v + M_h = 21,56 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $N = N_v + N_h = 1612 \text{ кН}$. При цьому $e_0 = M/N = 21,56/1612 = 0,013 \text{ м} > e_a = h/30 = 0,007 \text{ м}$, тобто згідно п. 3.49 значення M не коригуємо.

Визначаємо моменти M_1 та M_{1l} відносно розтягнутої арматури відповідно від всіх навантажень та від постійних та тривалих навантажень:

$$M_1 = M + N \frac{h_0 - a'}{2} = 21,56 + 1612 \frac{0,16 - 0,04}{2} = 118,28 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

$$M_{1l} = M_l + N_l \frac{h_0 - a'}{2} = 18 + 1330 \frac{0,16 - 0,04}{2} = 97,8 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

$$\text{Тоді } \varphi_l = 1 + M_{1l}/M_1 = 1 + 97,8/118,28 = 1,83.$$

Так як $e_0/h = 0,013/0,2 = 0,065 < 0,15$, приймаємо $\delta_a = 0,15$ згідно п. 3.54.

$$\mu\alpha = \frac{A_s + A'_s}{bh} \cdot \frac{E_s}{E_b} = \frac{2 \cdot 1257 \cdot 2 \cdot 10^5}{600 \cdot 200 \cdot 3 \cdot 10^4} = 0,140.$$

По формулі (3.89) визначаємо жорсткість D :

$$\begin{aligned} D &= E_b b h^3 \left[\frac{0,0125}{\varphi_l (0,3 + \delta_a)} + 0,175 \mu\alpha \left(\frac{h_0 - a'}{h} \right)^2 \right] = \\ &= 3 \cdot 10^4 \cdot 600 \cdot 200^3 \left[\frac{0,0125}{1,83(0,3 + 0,15)} + 0,175 \cdot 0,140 \left(\frac{160 - 40}{200} \right)^2 \right] \\ &= 3,46 \cdot 10^{12} \text{ Н}\cdot\text{мм}^2. \end{aligned}$$

Звідси:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 D}{l_0^2} = \frac{3,14^2 \cdot 3,46 \cdot 10^{12}}{4320^2} = 1\,827\,965 \text{ Н} = 1828 \text{ кН}.$$

$$\eta_h = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{1612}{1828}} = 8,34.$$

Розрахунковий момент з урахуванням прогину визначаємо по формулі (3.85), приймаючи $M_l = 0,0$.

$$M = M_v \cdot \eta_v + M_h \cdot \eta_h = 21,56 + 0 = 21,56 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

Перевіряємо міцність перерізу згідно п. 3.56:

$$\alpha_n = \frac{N}{R_b b h_0} = \frac{1612000}{14,5 \cdot 600 \cdot 160} = 1,16 > \xi_R = 0,493 \text{ (див. табл. 3.2)}.$$

Відповідно, $x = \xi h_0 = 0,76 \cdot 160 = 121,6 \text{ мм}$.

$$\xi = \frac{\alpha_n(1 - \xi_R) + 2\alpha_s\xi_R}{1 - \xi_R + 2\alpha_s} = \frac{1,16(1 - 0,493) + 2 \cdot 0,39 \cdot 0,493}{1 - 0,493 + 2 \cdot 0,39} = 0,76;$$

$$\alpha_s = \frac{R_s A_s}{R_b b h_0} = \frac{435 \cdot 1257}{14,5 \cdot 600 \cdot 160} = 0,39.$$

$$\begin{aligned} & R_b b x \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) + \left(R_{sc} A'_s - \frac{N}{2} \right) (h_0 - a') = \\ & = 14,5 \cdot 600 \cdot 121,6 \left(160 - \frac{121,6}{2} \right) + \left(435 \cdot 1257 - \frac{1612000}{2} \right) (160 - 40) \\ & = 73,84 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 73,84 \text{ кН} \cdot \text{м} > M = 21,56 \text{ кН} \cdot \text{м}, \end{aligned}$$

тобто міцність перерізу забезпечена.

3.2. Розрахунок монолітної залізобетонної плити перекриття

3.2.1. Збір навантажень

На елементи конструкції будівлі дитячого садочка діють постійні (власна вага конструкцій і вага елементів підлоги), тимчасові (експлуатаційне навантаження) та короточасні (сніг вітер) навантаження. Підрахунок навантажень, що діють на монолітні залізобетонні перекриття наведені в табл. 3.1.

3.2.2. Результати розрахунку монолітної залізобетонної плити перекриття в ПК ЛІРА САПР

Розрахунок монолітного залізобетонного перекриття будівлі дитячого садочка на зібрані навантаження виконано за допомогою розрахункової моделі з використанням методу скінченних елементів (МСЕ) в програмному комплексі «ЛІРА САПР 2022».

Перекриття моделювалися універсальними трикутними та чотирикутними елементами пластин, розміщеними в серединній площині. Крок тріангуляції сітки скінчених елементів для плит перекриття прийнятий 0,5 м.

Розрахунок надземних конструкцій будівлі дитячого садочка виконувався разом із фундаментом плитою та ґрунтами основи згідно даних інженерно-геологічних досліджень.

Початкові жорсткості елементів задавалися в першому наближенні, виходячи з архітектурно-планувальних та конструктивних рішень, описаних в розділі 2.

Розрахунок виконувався на статичні навантаження зібрані в табл. 3.1 в лінійній постановці. Для врахування сумісної дії різних завантажень було використано розрахункові сполучення навантажень та зусиль згідно вимог [1].

Основною метою розрахунку каркасу будівлі садочку в ПК «ЛІРА САПР» було одержання значень внутрішніх силових факторів в елементах конструкцій для їх подальшого детального розрахунку та конструювання.

Результати розрахунку монолітних залізобетонних плит перекриття будівлі садочку в ПК «ЛІРА САПР 2022» наведені на рис. 3.9 – 3.16.

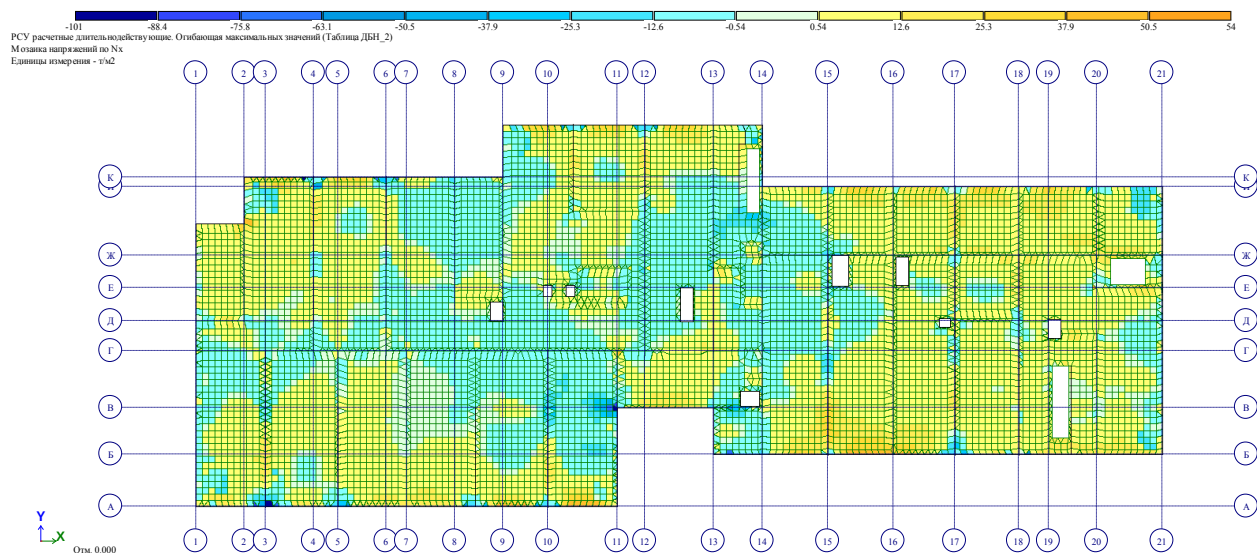


Рис. 3.9. Нормальне напруження NX в плиті перекриття від РЗЗ (розрахункові т/м²)

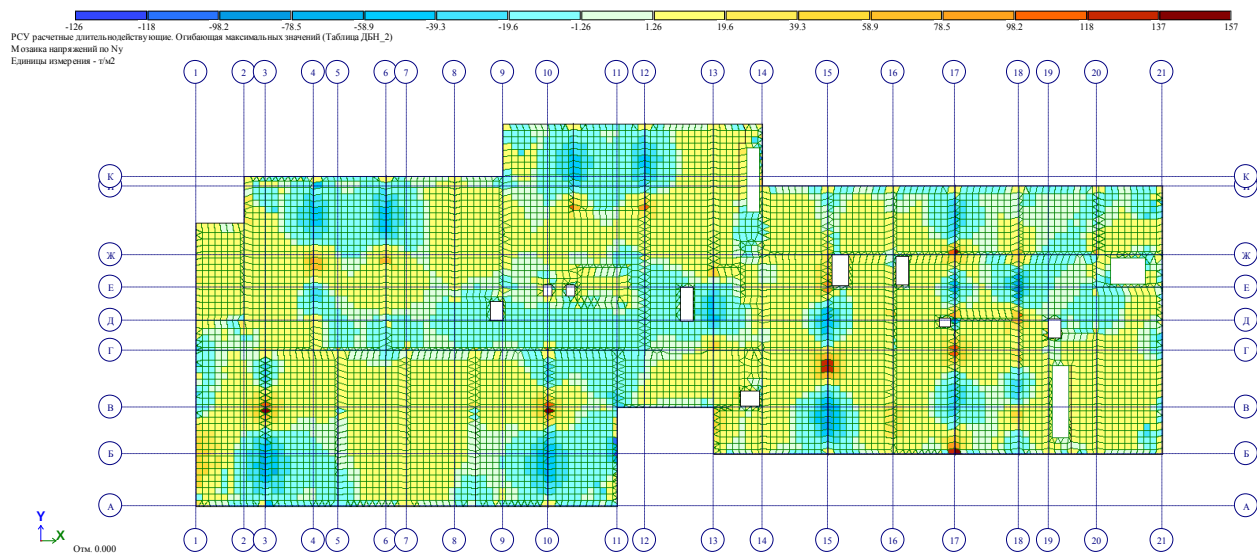
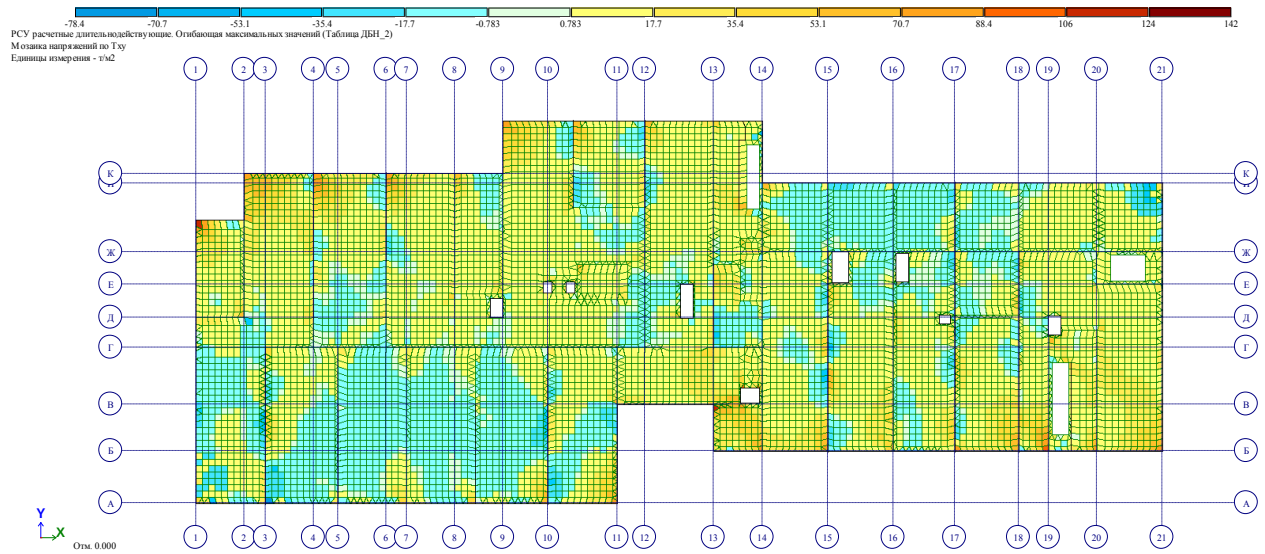
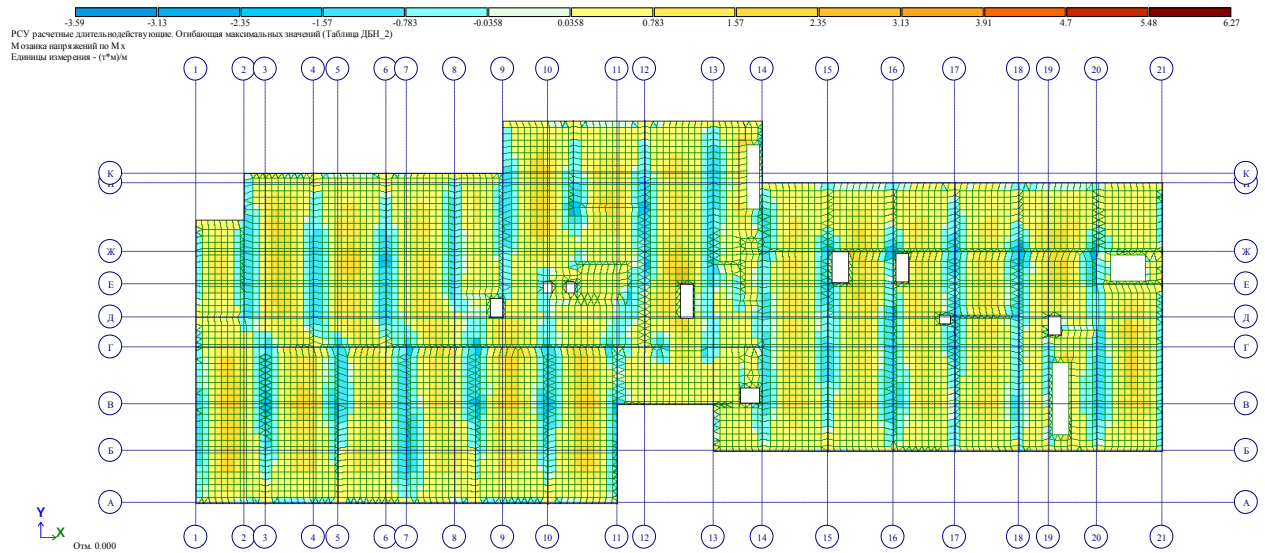
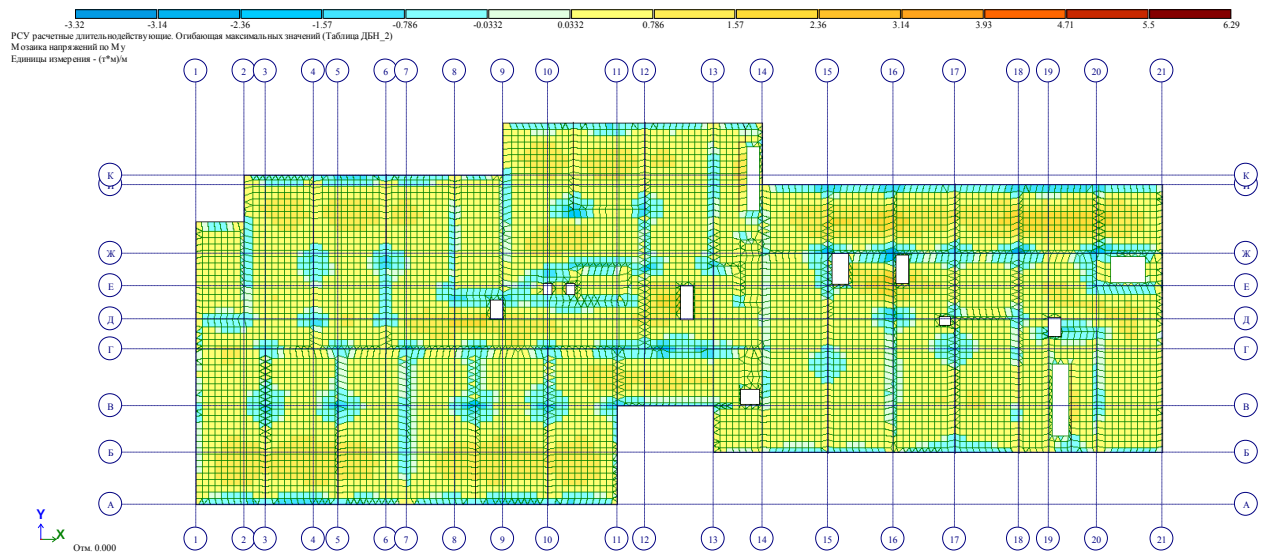


Рис. 3.10. Нормальне напруження N_Y в плиті перекриття від РЗЗ (розрахункові тмх)Рис. 3.11. Зсувне напруження T_{XY} в плиті перекриття від РЗЗ (розрахункові тмх)Рис. 3.12. Момент M_X в плиті перекриття від РЗЗ (розрахункові тмх)Рис. 3.13. Момент M_Y в плиті перекриття від РЗЗ (розрахункові тмх)

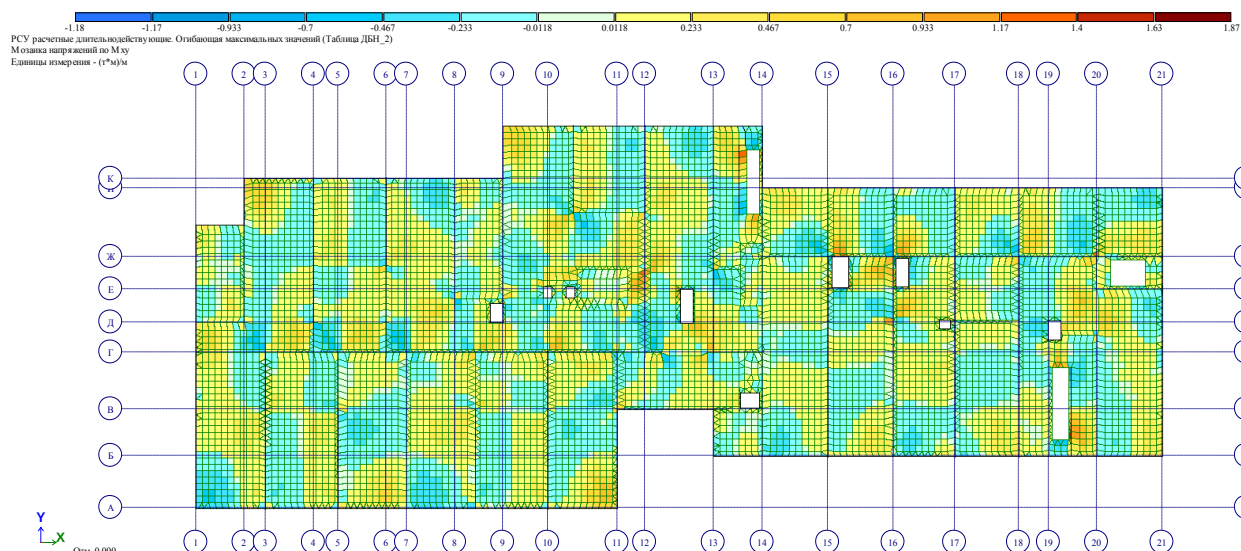


Рис. 3.14. Крутний момент M_{xy} в плиті перекриття від Р33 (розрахункові max)

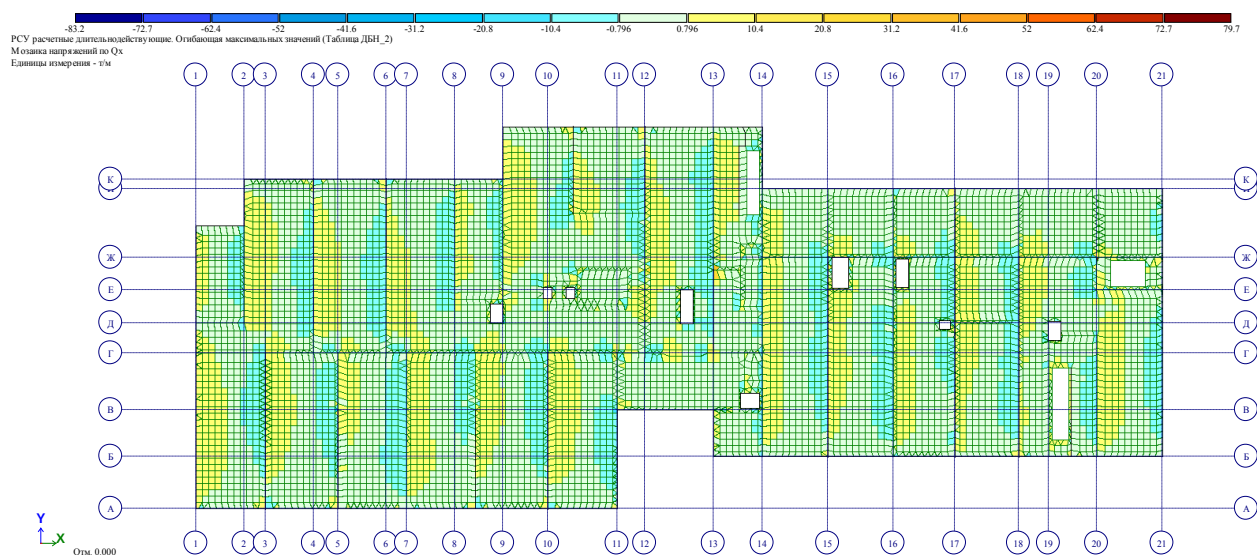


Рис. 3.15. Перерізувальна сила Q_x в плиті перекриття від Р33 (розрахункові max)

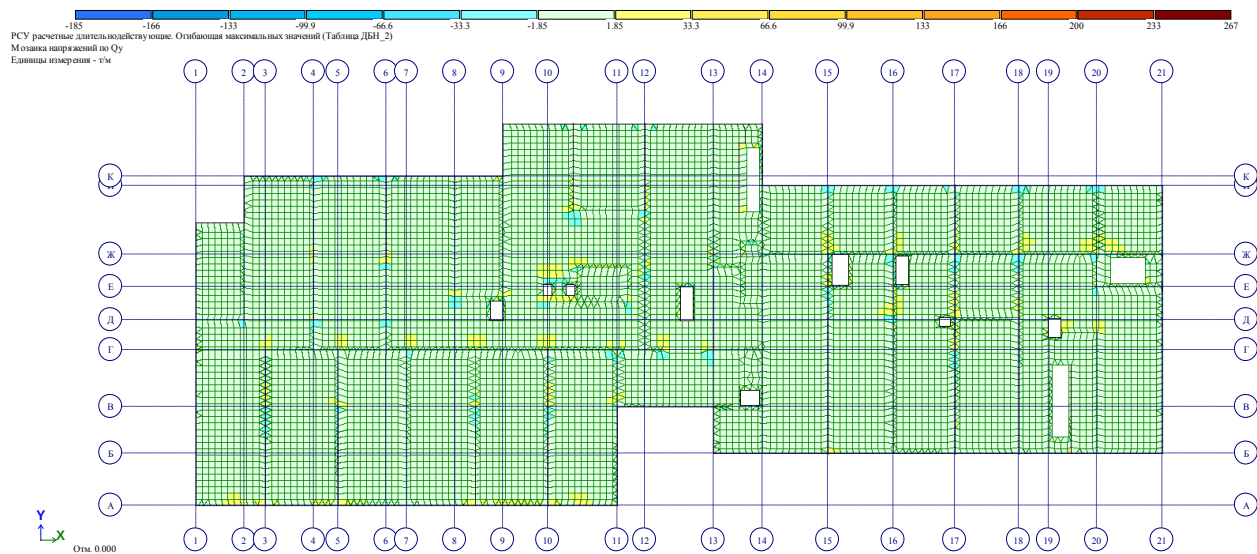


Рис. 3.16. Перерізувальна сила Q_y в плиті перекриття від Р33 (розрахункові max)

Далі проводимо аналіз зусиль за РЗЗ, для вибору найбільш несприятливих комбінацій в елементах залізобетонних плит перекриттів.

За результатами статичного розрахунку каркасу будівлі дитячого садочка в програмному комплексі «ЛІРА САПР 2022», були визначені максимальні зусилля в монолітних залізобетонних плитах перекриттів. Далі виконуємо перевірку попередньо призначених перерізів плит перекриттів та підбір робочої арматури.

3.2.3. Розрахунок плити перекриття на продавлення

На плиту перекриття спирається колона, що передає навантаження від вище розташованих конструкцій. Потрібно виконати розрахунок плити перекриття на продавлення згідно з [3].

Товщина плити перекриття 200 мм, відстань від грані бетону до осі робочої арматури 36 мм, клас бетону В25 ($R_{bt} = 10,94 \text{ кг/см}^2$ при коефіцієнті умов роботи 0,9). Значення зосередженої сили у межах основи піраміди продавлення колони по осі Ж/16 – $126 - 92 = 34 \text{ т}$, перетин колони 200х600 мм.

Розрахункові зусилля діють у рівні колони по осі Ж/16 (над та під розрахунковим перекриттям):

Нижня колона:

Таблиця РСУ

№ элем	№ сечен	№ столбца	Кран/сейсм	Группа РСУ	Критерий	Усилия						№ загруз
						N (т)	Mk (т*м)	My (т*м)	Qz (т)	Mz (т*м)	Qy (т)	
18	2	1	-	A1	2	- 97.025	0.000	0.422	0.222	1.223	- 0.572	1 2
18	2	1	-	A1	6	- 94.792	0.000	0.797	0.382	0.886	- 0.372	1 3
18	2	1	-	A1	28	- 70.008	0.000	0.213	0.044	0.306	- 0.367	1 10
18	2	1	-	A1	29	- 75.049	0.000	0.616	0.301	0.571	- 0.246	1 9
18	2	2	-	B1	2	- 122.909	0.000	0.205	0.047	1.171	- 0.789	2 3 6 7 9
18	2	2	-	B1	4	- 122.956	0.000	0.209	0.050	1.302	- 0.819	2 3 6 -7 9
18	2	2	-	B1	6	- 125.784	0.000	0.611	0.307	1.577	- 0.704	1 2 3 6 -7
18	2	2	-	B1	8	- 125.738	0.000	0.607	0.304	1.446	- 0.673	1 2 3 6 7 9
18	2	2	-	B1	10	- 120.743	0.000	0.209	0.050	1.311	- 0.825	1 2 3 6 -7 9
18	2	2	-	B1	13	- 99.334	0.000	0.814	0.394	0.898	- 0.381	1 3 6 -8
18	2	2	-	B1	14	- 96.435	0.000	0.009	- 0.045	0.919	- 0.674	1 2 8 9 10
18	2	2	-	B1	18	- 125.786	0.000	0.597	0.296	1.492	- 0.681	1 2 3 6 8 9
18	2	2	-	B1	20	- 122.958	0.000	0.195	0.039	1.217	- 0.797	2 3 6 8 9
18	2	2	-	B1	22	- 125.736	0.000	0.621	0.315	1.531	- 0.696	1 2 3 6 -8
18	2	2	-	B1	28	- 70.031	0.000	0.216	0.046	0.371	- 0.383	1 -7 10
18	2	2	-	B1	29	- 75.074	0.000	0.604	0.291	0.551	- 0.239	1 8 9
18	2	2	-	B1	30	- 123.572	0.000	0.611	0.307	1.586	- 0.709	1 2 3 6 -7
18	2	2	-	B1	32	- 69.984	0.000	0.211	0.042	0.240	- 0.352	1 7 10
18	2	2	-	B1	34	- 99.263	0.000	0.411	0.212	1.194	- 0.559	1 2 8 9
18	2	2	-	B1	39	- 101.546	0.000	0.814	0.394	0.888	- 0.376	1 3 6 -8 9
18	2	2	-	B1	43	- 118.641	0.000	0.575	0.280	1.603	- 0.751	1 2 3 -7 10

Верхня колона:

Таблиця РСУ

№ элем	№ сечен	№ столбца	Кран/сейсм	Группа РСУ	Критерий	Усилия						№№ загруз
						N (т)	M _x (т*м)	M _y (т*м)	Q _z (т)	M _z (т*м)	Q _y (т)	
113	1	1	-	A1	2	- 71.065	0.000	- 1.350	0.845	- 1.602	- 0.834	1 3
113	1	1	-	A1	6	- 53.352	0.000	- 0.691	0.377	- 1.019	- 0.437	1 10
113	1	1	-	A1	8	- 69.649	0.000	- 1.063	0.761	- 2.130	- 1.197	1 2
113	1	1	-	A1	34	- 60.645	0.000	- 1.074	0.682	- 1.247	- 0.675	1 6
113	1	2	-	B1	2	- 91.431	0.000	- 1.318	0.904	- 2.626	- 1.418	1 2 3 6 7 9
113	1	2	-	B1	4	- 91.477	0.000	- 1.319	0.905	- 2.444	- 1.347	1 2 3 6 -7
113	1	2	-	B1	6	- 88.764	0.000	- 0.928	0.592	- 2.236	- 1.119	2 3 6 -7 9
113	1	2	-	B1	8	- 88.717	0.000	- 0.927	0.592	- 2.419	- 1.190	2 3 6 7 9
113	1	2	-	B1	13	- 84.627	0.000	- 1.336	0.920	- 2.481	- 1.355	1 2 3 -8
113	1	2	-	B1	20	- 91.431	0.000	- 1.324	0.908	- 2.510	- 1.373	1 2 3 6 -8
113	1	2	-	B1	22	- 88.763	0.000	- 0.923	0.589	- 2.353	- 1.165	2 3 6 8 9
113	1	2	-	B1	24	- 91.103	0.000	- 1.299	0.878	- 2.660	- 1.417	2 3 6 7 9
113	1	2	-	B1	27	- 53.375	0.000	- 0.691	0.377	- 0.927	- 0.402	1 -7 10
113	1	2	-	B1	32	- 53.328	0.000	- 0.690	0.376	- 1.110	- 0.473	1 7 10
113	1	2	-	B1	34	- 62.893	0.000	- 1.064	0.674	- 1.280	- 0.693	1 6 8 9
113	1	2	-	B1	40	- 71.043	0.000	- 1.355	0.849	- 1.577	- 0.824	1 3 -8

Визначаємо наведену робочу висоту перерізу:

$$h_0 = 0,5(h_{0x} + h_{0y}) = 0,5(164 + 152) = 158 \text{ мм},$$

h_{0x} , h_{0y} – робоча висота перерізу для повздовжньої арматури $\varnothing 12$ мм, що розташована в напрямку осей X и Y .

Площа контуру прикладання навантаження дорівнює площі колони $0,2 \times 0,6$ м.

Розміри граней розрахункового контуру продавлювання:

$$0,6 + 0,158 = 0,76 \text{ м та } 0,2 + 0,158 = 0,36 \text{ м}.$$

Площа розрахункового поперечного перерізу, розташованого на відстані $0,5h_0$:

$$A_b = (2 \cdot 0,76 + 2 \cdot 0,36)0,158 = 0,35 \text{ м}^2.$$

Відповідно до [3] розрахунок міцності елементів з поперечною арматурою на продавлювання при дії зосередженої сили та згинальних моментів у двох взаємно перпендикулярних площинах виконують із умови:

$$\frac{F}{F_{b,ult} + F_{sw,ult}} + \frac{M_x}{M_{bx,ult} + M_{sw,x,ult}} + \frac{M_y}{M_{by,ult} + M_{sw,y,ult}} \leq 1,$$

при цьому приймаємо:

$$\frac{M_x}{M_{bx,ult} + M_{sw,x,ult}} + \frac{M_y}{M_{by,ult} + M_{sw,y,ult}} \leq 0,5 \frac{F}{F_{b,ult} + F_{sw,ult}},$$

де F , M_x , M_y – зосереджена сила та зосереджені моменти в двох напрямках від зовнішнього навантаження;

$F_{b,ult}, M_{b,ult}$ – граничні зосереджені сила та згинальний момент, які можуть бути сприйняті бетоном у розрахунковому поперечному перерізі при їх роздільній дії.

$$F_{b,ult} = R_{bt} \cdot A_b = 10,94 \cdot 10 \cdot 0,35 = 38,29 \text{ т.}$$

$$M_{b,ult} = R_{bt} \cdot W_b \cdot h_0,$$

де W_b момент опору розрахункового поперечного перерізу:

$$W_{bx(y)} = \frac{I_{bx(y)}}{x(y)_{max}}$$

$I_{bx(y)}$ – момент інерції розрахункового контуру щодо осей Y_1 та X_1 , проходять через його центр ваги; $x(y)_{max}$ – максимальна відстань від розрахункового контуру до центру ваги.

Відповідно до «Науково-технічного звіту»

Для розрахункового прямокутного контуру поперечного перерізу плити, розташованого біля прямокутної колони, значення моменту інерції I_b визначається за формулою (2.6) «Звіту»: $I_b = I_{b1} + I_{b2}$,

де I_{b1} - момент інерції ділянок контуру, паралельних дії моменту; I_{b2} – момент інерції ділянок контуру перпендикулярних дії моменту.

$$I_{b1x} = \frac{1}{6} b^3 = \frac{1}{6} 0,76^3 = 0,073 \text{ м}^3;$$

$$I_{b2x} = \frac{1}{2} ab^2 = \frac{1}{2} 0,36 \cdot 0,76^2 = 0,104 \text{ м}^3;$$

$$I_{bx} = I_{b1x} + I_{b2x} = 0,073 + 0,104 = 0,177 \text{ м}^3;$$

$$W_{bx} = \frac{I_{bx}}{x_{max}} = \frac{0,177}{0,38} = 0,47 \text{ м}^2;$$

$$I_{b1y} = \frac{1}{6} a^3 = \frac{1}{6} 0,36^3 = 0,0078 \text{ м}^3;$$

$$I_{b2y} = \frac{1}{2} ba^2 = \frac{1}{2} 0,76 \cdot 0,36^2 = 0,049 \text{ м}^3;$$

$$I_{by} = I_{b1y} + I_{b2y} = 0,0078 + 0,049 = 0,057 \text{ м}^3;$$

$$W_{by} = \frac{I_{by}}{y_{max}} = \frac{0,057}{0,18} = 0,32 \text{ м}^2;$$

$$M_{bx,ult} = R_{bt} \cdot W_{bx} \cdot h_0 = 109,4 \cdot 0,47 \cdot 0,158 = 8,12 \text{ т} \cdot \text{м};$$

$$M_{by,ult} = R_{bt} \cdot W_{by} \cdot h_0 = 109,4 \cdot 0,32 \cdot 0,158 = 5,53 \text{ т} \cdot \text{м}.$$

Зусилля, що сприймається поперечною арматурою, нормальною до поздовжньої осі елемента і рівномірно розташованої вздовж контуру розрахункового поперечного перерізу, визначаємо за [3]:

$$F_{sw,ult} = 0,8q_{sw} \cdot u = 0,8 \cdot 47,1 \cdot 2,24 = 84,40 \text{ т} > F_{b,ult} = 38,29 \text{ т},$$

при цьому приймаємо $F_{b,ult} + F_{sw,ult}$ не більше $2F_{b,ult}$

де q_{sw} – зусилля у поперечній арматурі на одиницю довжини контуру розрахункового поперечного перерізу, розташованої в межах відстані $0,5h_0$ по обидва боки від контуру розрахункового перерізу:

$$q_{sw} = \frac{R_{sw}A_{sw}}{s_w} = \frac{30000 \cdot 0,000157}{0,1} = 47,1 \text{ т/м}.$$

Зусилля $M_{sw,x(y),ult}$ визначаються за [3]:

$$M_{sw,x(y),ult} = 0,8q_{sw} \cdot W_{sw},$$

де W_{sw} приймаємо рівними відповідним значенням $W_{bx(y)}$ оскільки поперечна арматура розташована рівномірно вздовж розрахункового контуру продавлювання в межах зони, межі якої стоять на відстані $0,5h_0$ у кожную сторону від контуру продавлювання бетону.

$$M_{sw,x,ult} = 0,8q_{sw} \cdot W_{sw(x)} = 0,8 \cdot 47,1 \cdot 0,47 = 17,71 \text{ т} \cdot \text{м};$$

$$M_{sw,y,ult} = 0,8q_{sw} \cdot W_{sw(y)} = 0,8 \cdot 47,1 \cdot 0,32 = 12,06 \text{ т} \cdot \text{м}.$$

Тоді:

$$\frac{34}{38,29 + 38,29} + \frac{2,1}{8,12 + 17,71} + \frac{0,97}{5,53 + 12,06} = 0,58 < 1,$$

умова виконується, міцність перерізу плити перекриття на продавлювання при дії зосередженої сили та згинальних моментів з урахуванням поперечного армування достатня.

При цьому:

$$\frac{2,1}{8,12 + 17,71} + \frac{0,97}{5,53 + 12,06} = 0,14 < 0,5 \frac{34}{38,29 + 38,29} = 0,22,$$

Умова виконується.

4. Основи і фундаменти

4.1. Аналіз інженерно-геологічних умов майданчика

У геологічній будові за умовами світи, структурно-текстурними особливостями ґрунтів, а також на основі просторової мінливості характеристик фізико-механічних властивостей у сфері взаємодії проєктованої споруди з геологічним середовищем виділено 1 шар та 2 інженерно-геологічні елементи (ІГЕ).

Шар 1. Ґрунтово-рослинний шар, темно-сірий, з корінням дерев, глинистий, під час проходки вологий. Ґрунт зустрітий на незачищених ділянках, з поверхні, розкрита потужність 0.1-0.2 м.

ІГЕ 2. Суглинок легкий пілуватий твердий. Ґрунт зустрінутий практично повсюдно, з поверхні та під ґрунтово-рослинним шаром. Ґрунт переважає в літологічному розрізі, в нижній частині розрізу прошарками і шарами невеликої потужності перешарований із суглинком легким пілуватим напівтвердим (ІГЕ 3). Глибина залягання шару 0.0-0.2м, розкрита потужність 12.0-18.8 м, на ділянках перешарування 1.3-4.0 м. твердий, інтервалами з незначною (до 0.05 д.о.) домішкою органічних речовин. Категорія ґрунтів за сейсмічними властивостями II.

Основні фізико-механічні характеристики ґрунту:

- щільність ґрунту $\rho(0,95) = 2,0 \text{ г/см}^3$; $\rho(0,85) = 2,0 \text{ г/см}^3$;
- коефіцієнт пористості $e = 0,616$;
- показник текучості $I_L = -0,25$;
- модуль деформації $E = 28,5 \text{ МПа}$;
- питоме зчеплення $C(0,95) = 77,0 \text{ кПа}$; $C(0,85) = 80,0 \text{ кПа}$;
- кут внутрішнього тертя $\varphi(0,95) = 16^\circ$; $\varphi(0,85) = 17^\circ$.

ІГЕ №3. Суглинок легкий пілуватий напівтвердий. Зустрічний на більшій частині досліджуваної ділянки в середній, нижній частині розрізу у вигляді прошарків і шарів перешаровується з ґрунтами ІГЕ 2 (суглинок легкий пілуватий твердий). На окремих ділянках зустрічається у верхній частині розрізу у вигляді невитриманих малопотужних шарів.

Глибина залягання шару у верхній частині розрізу 4.5-6.8 м, розкрита потужність 0.5-1.2 м, в середній і нижній частині розрізу глибина залягання 11.5-23.0 м, розкрита потужність 0.5-3.8 м. Ґрунти коричневі, сірі, сірі, важкі, комкуватої текстури, прошарками залізни, до супіску пластичної, інтервалами з незначною (до 0.05 д.о.) домішкою органічних речовин. Ґрунти шару, за даними лабораторних досліджень, непросідні ε_{sl} 0.0035 д.о, ненабухають ε_{sw} 0.027 д.о. (Інв. 1428). Категорія ґрунтів за сейсмічними властивостями II.

Основні фізико-механічні характеристики ґрунту:

- щільність ґрунту $\rho(0,95) = 2,01 \text{ г/см}^3$; $\rho(0,85) = 2,01 \text{ г/см}^3$;
- коефіцієнт пористості $e = 0,629$;
- показник текучості $I_L = 0,12$;
- модуль деформації $E = 24,3 \text{ МПа}$;
- питоме зчеплення $C(0,95) = 29,0 \text{ кПа}$; $C(0,85) = 31,0 \text{ кПа}$;
- кут внутрішнього тертя $\varphi(0,95) = 18^\circ$; $\varphi(0,85) = 18^\circ$.

Ґрунтові води «тріщино-пластового» типу зустрінуті свердловиною 2322. Вода зустрінута на глибині 14.4 м у суглинках легких пілуватих твердих. Водорясність горизонту незначна. Рівень встановлення зафіксовано на глибині 14.4 м (абс. відм. 60.7 м).

Поширення води відбувається не суцільним потоком, а за структурними тріщинами. Живлення підземних вод цього типу відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, а також за рахунок підтоку з ділянок з вищими гіпсометричними відмітками.

За хімічним складом вода хлоридно-сульфатно-гідрокарбонатна, кальцієво-магнієво-натрієва. Вода-середовище характеризується слабоагресивним ступенем впливу по рН і середньоагресивним за вмістом агресивної вуглекислоти до бетону марки по водонепроникності W4; до бетону марки W6 вода-середовище слабоагресивна за вмістом агресивної вуглекислоти; до бетону марки W8 вода-середовище неагресивне; до бетонів марки W10-W12 вода-середовище неагресивне [3]. Ступінь агресивного впливу води-середовища на металеві конструкції при вільному доступі кисню – середньоагресивна.

Дані хімічного аналізу зазначеного типу підземних вод та оцінка її агресивності щодо металевих і бетонних конструкцій.

Можливість формування незначної «верховодки» після відтавання снігу та після тривалих дощів у покрівлі суглинистих ґрунтів до глибини 3-5 м, слід враховувати при проектуванні.

Водопроникність зустрічених на об'єкті ґрунтів становить для суглинків 0.05-0.001 м/добу.

4.2. Розрахунок фундаментної плити будівлі дитячого садочку

Фундаменти будівлі дитячого садочка – монолітна залізобетонна плита завтовшки 500 мм; виконані з монолітного залізобетону класу B25 за міцністю, марки бетону W8 за водонепроникністю та F200 за морозостійкістю за [23]. Основна верхня арматура діаметром Ø10 з кроком 200 мм класу A500C згідно з [24]; основна нижня арматура діаметром Ø12 з кроком 200 мм класу A500C згідно з [24].

Додаткова нижня арматура прийнята з арматури діаметрами 12 та 10 мм класу A500C за [24] з кроком 100 та 200 мм. Каркаси поперечного армування прийняті двох типів, з арматури діаметром 10 та 8 мм класу A500C згідно з [24] відповідно, крок поперечної арматури в каркасах прийнято 100 мм.

Згідно з даними Технічного звіту з інженерно-геологічних досліджень основою фундаменту є ІГЕ 2 - суглинок легкий пілуватий твердий; основні фізико-механічні характеристики даного ґрунту зазначені у 4.1 даної пояснювальної записки.

Поверхні фундаменту, що стикаються з ґрунтом, обмазується гарячим бітумом за два рази. Спосіб влаштування арматури - в'язаний, за допомогою в'язального дроту. В'язка виконується у кожному перетині стрижнів.

Глибина закладення підшови фундаментної плити від рівня планувальної позначки -3.60 м (відповідає абсолютній відмітці +71,400 м), що більше мінімально вимагається з недопущення деформацій морозного пучення.

В результаті просторового розрахунку будівлі дитячого садочка в ПК «ЛПРА САПР 2022» з урахуванням ґрунтової основи були отримані дані щодо

напружено-деформованого стану фундаментних плит, їх деформації та виконаний підбір основної робочої та додаткової арматури за допомогою інструментів «ЛІРА САПР 2022». Так як обсяг даних результатів є достатньо об’ємним, наводимо в пояснювальній записці переміщення (осідання) фундаментних плит будівлі дитячого садочка, та визначене в програмному комплексі «ЛІРА САПР» основне та додаткове армування (рис. 4.2 – 4.7).

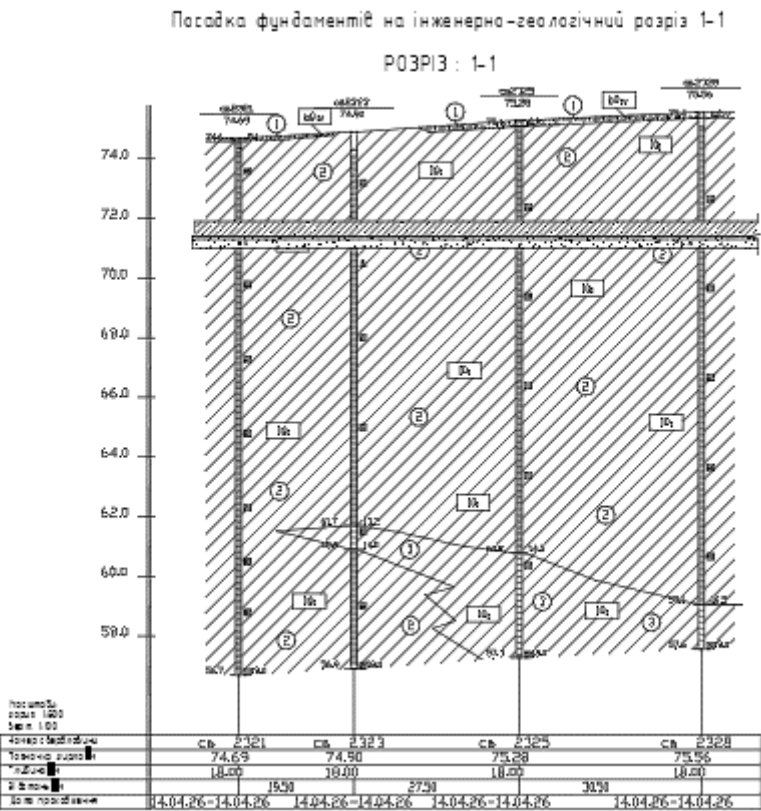


Рис. 4.1. Посадка фундаментів будівлі дитячого садочка на інженерно-геологічний переріз

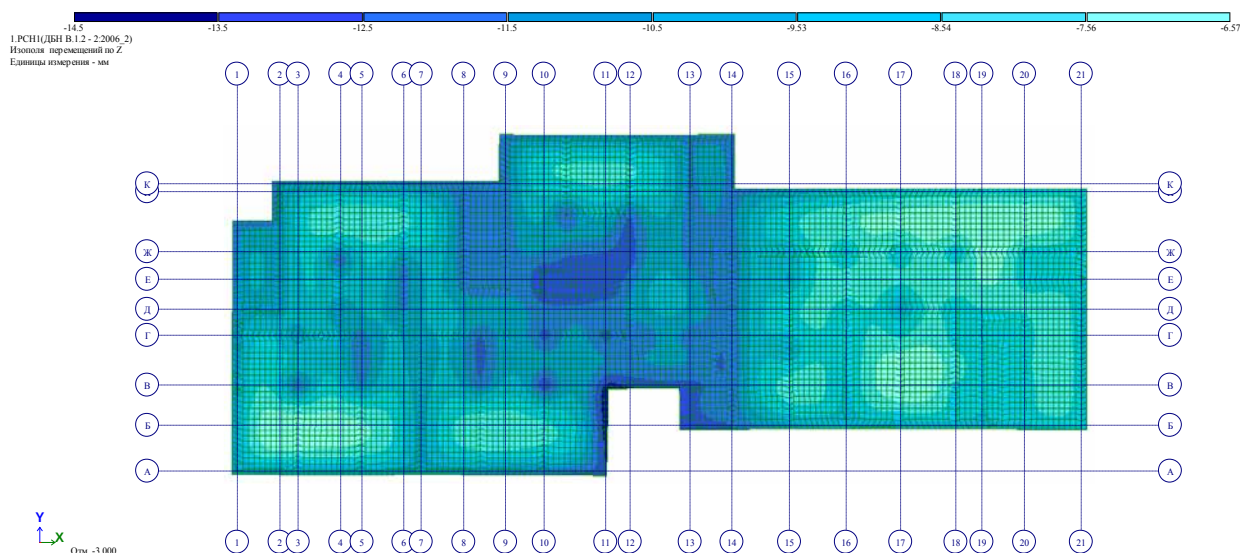


Рис. 4.2. Перемещения по Z, мм элементов фундаментной плиты

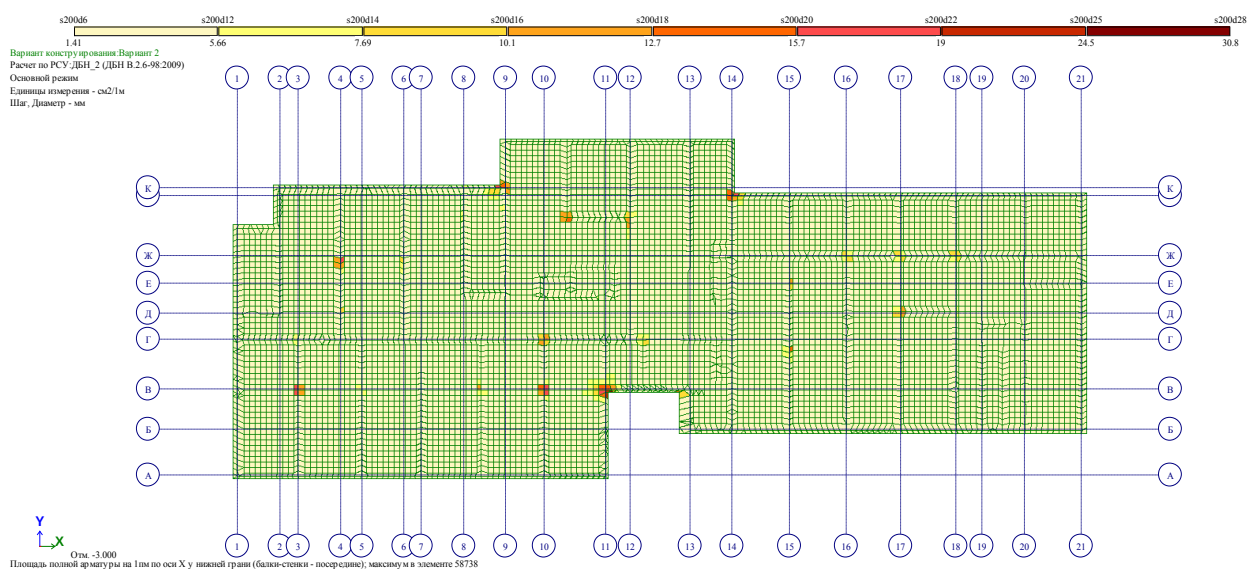


Рис. 4.3. Площадь полной нижней арматуры на 1 м.п. по оси X

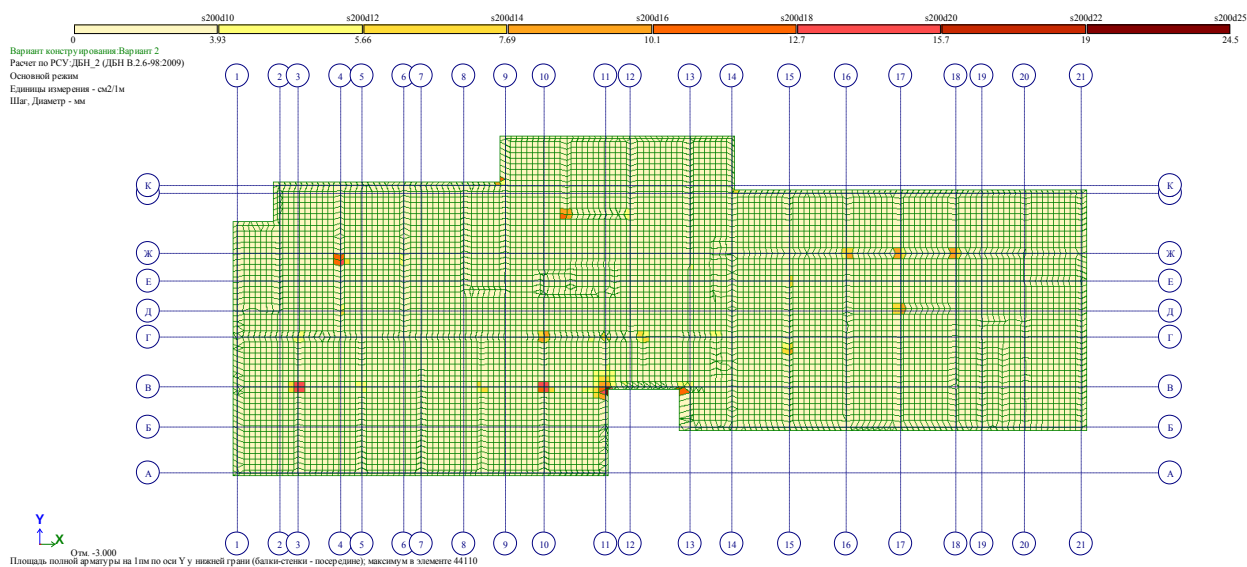


Рис. 4.4. Площадь полной нижней арматуры на 1 м.п. по оси Y

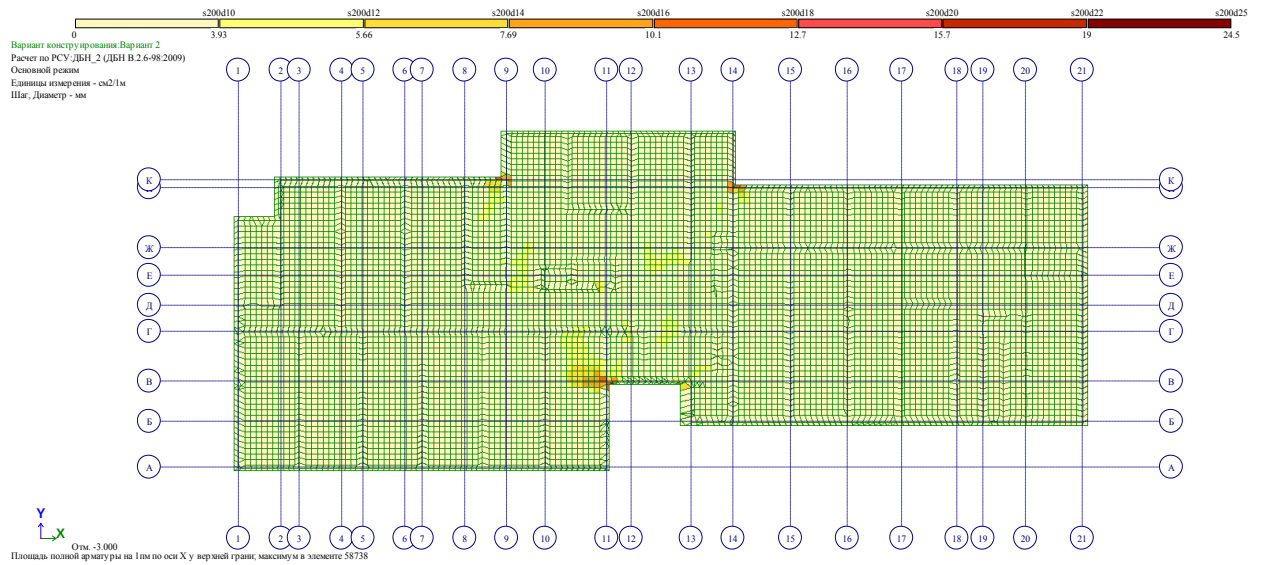


Рис. 4.5. Площа повної верхньої арматури на 1 м.п. по осі X

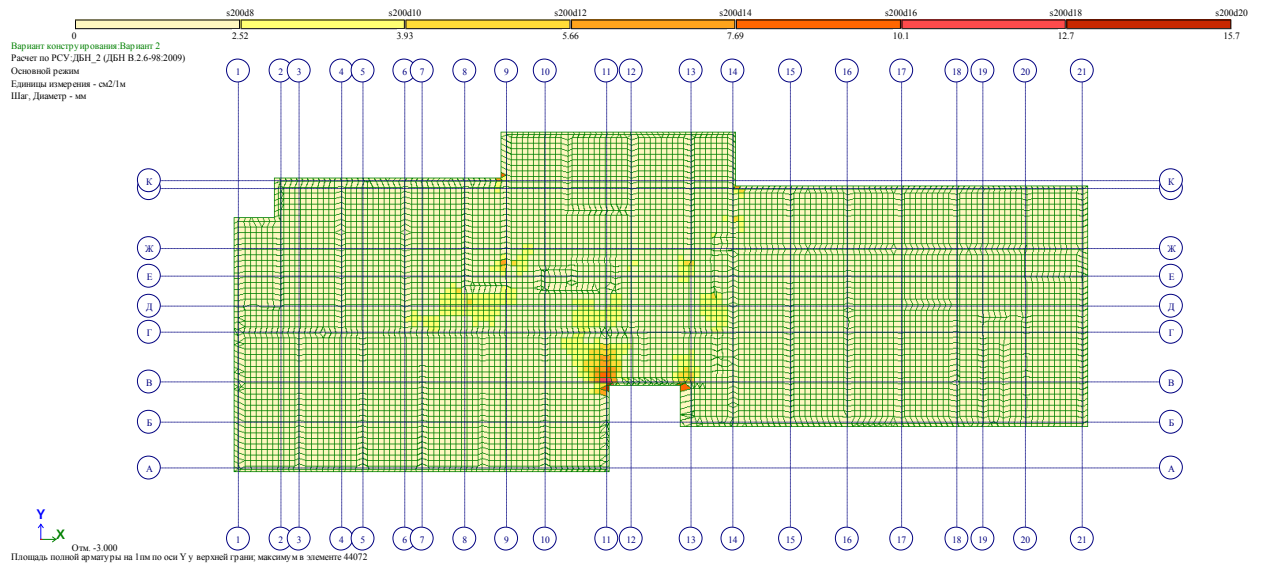


Рис. 4.6. Площа повної верхньої арматури на 1 м.п. по осі Y

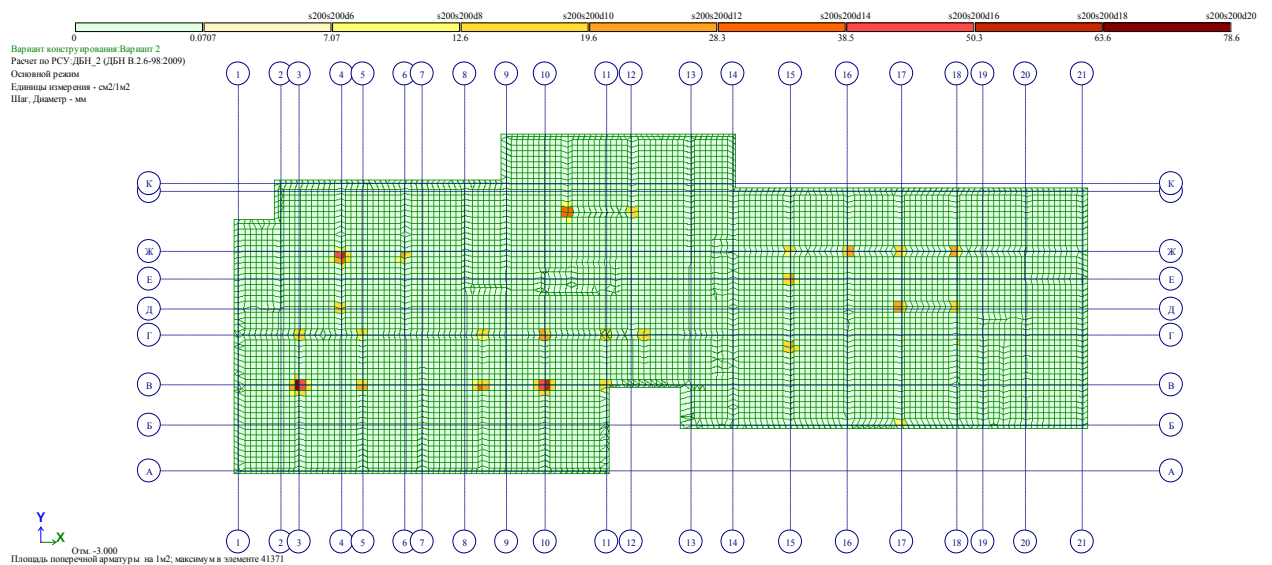


Рис. 4.7. Площа поперечної арматури

За результатами виконаного розрахунку фундаментів будівлі дитячого садочка в ПК «ЛІРА САПР» приймаємо остаточно наступне армування:

Основна верхня арматура діаметром Ø12 з кроком 200 мм класу А500С згідно з [24]; основна нижня арматура діаметром Ø14 з кроком 200 мм класу А500С згідно з [24].

Додаткова нижня арматура прийнята з арматури діаметрами 10, 12, та 16 мм класу А500С за [24] з кроком 100 та 200 мм. Каркаси поперечного армування прийнято двох типів, з арматури діаметром 12 і 8 мм класу А500С за [24] відповідно крок поперечної арматури в каркасах прийнятий 100 мм. Спосіб влаштування арматури – в'язаний, за допомогою в'язального дроту. В'язка виконується в кожному перетині стрижнів.

5. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Загальні дані

Даний проект виконання робіт розроблений на підготовчий період будівництва об'єкта: «Проектування дитячого садочку у смт. Ворзель Київської області».

Основні нормативи і вказівки, які використовуються при розробці:

- ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека в будівництві;
- Методичні рекомендації про порядок розробки проектів виробництва робіт вантажопідіймальними машинами і технологічних карт вантажно-розвантажувальних робіт. РД 11-06-2007;
- ДБН Г.1-5-96. Нормативна база оснащення будівельних організацій (бригад) засобами механізації, інструментом і інвентарем;
- ДБН В.1.3-2:2010 Геодезичні роботи у будівництві;
- НАПБ А.01.001-2004. Правила пожежної безпеки в Україні.

5.2. Технологічна послідовність виконання робіт

5.2.1. Монтаж тимчасової огорожі

Тимчасове огородження представляє собою бетонну основу, що складається з блоків ФБС (2380x400x580, вага 1300 кг) з закріпленими між ними стійками з металевих труб, до яких кріпляться сітчасті панелі.

Роботи з монтажу огорожі вести автомобільним краном КС-55713 (можлива заміна на аналогічний по характеристикам) від стоянки N1 (прив'язка до осі "5" - 5870 мм, до осі "А" - 7500 мм) в сторону стоянки N7.

До початку виконання робіт краном необхідно виконати:

- освітлення в місцях вантажно-розвантажувальних робіт - не менше 10 люкс; в місцях монтажних робіт - 30 люкс;
- в зоні роботи крана встановити стенди зі схемами строповок і таблицею мас вантажів;
- встановити знаки безпеки, знак N3 по межі небезпечної зони, знак N2 по лінії обмеження зони обслуговування крана.

Кран працює:

- при вантажно-розвантажувальних роботах. З обмеженням висоти підйому гака 6 м, з небезпечною зоною 3 м. Максимальний виліт - 10 м. Обмеження кута повороту 22 градуси;
- при монтажі. З обмеженням висоти підйому гака 6 м, з небезпечною зоною 1 м.

Максимальний виліт - 10 м. Обмеження кута повороту 77 градусів.

При установці крана на наступну стоянку зробити переустановку складу, стенду зі схемами стропування, а також перевстановити тимчасову інвентарну огорожу.

Переміщення вантажів при розвантаженні і монтажі виконувати паралельно межі небезпечної зони з утриманням від випадкового розвороту за допомогою гнучких відтяжок.

У небезпечній зоні заборонити перебування людей та складування вантажу. Заходи щодо безпечної роботи кранів видати в якості доповнення до виробничих і посадових інструкцій обслуговуючому вантажопідіймальні крани персоналу та інженерно-технічним робітникам.

В зону проведення робіт закрити доступ для сторонніх осіб, безпосередньо не пов'язаних з виробництвом робіт, для чого перед початком роботи крана по межі небезпечної зони виставити сигнальну огорожу.

Переміщуваний вантаж на відстані за 7 м до лінії обмеження роботи крана (розмір від габариту вантажу) повинен бути опущений на висоту 0,5 м від перешкод, що зустрічаються на шляху і переміщається далі на мінімальній швидкості з супроводом відтяжками.

Після установки блоків монтажникам провести монтаж стійок і сітчастих панелей згідно зі схемою зазначеною на аркуші 9.

Таблиця 5.1

Потреба в матеріалах

Матеріал	Од. вимір.	Кількість
Блоки ФБС	шт.	92
Труби сталеві, діаметром 80 мм	п.м.	184
Сітчаста панель	шт.	92

По завершенню робіт встановити інформаційний стенд щодо споруджуваного об'єкту, знаки обмеження швидкості по території будмайданчика - 5 км, транспортну схему руху автотранспорту. Виїзд обладнати пунктом миття коліс, а в зимовий час пунктом обдування стисненим повітрям. Збір відпрацьованої води виконувати в бак-відстійник з подальшим вивезенням спецавтотранспортом.

5.2.2. Влаштування тимчасових доріг

Проектом організації будівництва передбачено влаштування тимчасових доріг з плит ПДП на піщаній основі товщиною 100 мм.

До початку робіт по влаштуванню тимчасової дороги необхідно виконати вертикальне планування з ущільненням ґрунту.

Укладання плит ведеться "з коліс" автомобільним краном КС 55713 (можлива заміна на аналогічний за характеристиками).

Установка крана

До початку виконання робіт краном необхідно виконати:

- висвітлення в місцях вантажно-розвантажувальних робіт - не менше 10 люкс; в місцях монтажних робіт - 30 люкс;

- в зоні роботи крана і на майданчику складування встановити стенди зі схемами строповок і таблицею мас вантажів;

- встановити знаки безпеки, знак N3 по межі небезпечної зони, знак N2 по лінії обмеження зони обслуговування крана.

Початок робіт - стоянка N1 (прив'язка до осі "6" - 4050 мм, до осі "А" - 7640 мм). Роботи ведуться в напрямку стоянки N4.

Кран працює:

- при вантажно-розвантажувальних роботах. З обмеженням висоти підйому гака 10 м, з небезпечною зоною 3 м. Максимальний виліт - 8 м. Обмеження кута повороту 62 градусів;

- при монтажі. З обмеженням висоти підйому гака 10 м, з небезпечною зоною 1 м.

Максимальний виліт - 14 м. Обмеження кута повороту 48 градусів.

Переміщення вантажів при розвантаженні і монтажі виконувати паралельно межі небезпечної зони з утриманням від випадкового розвороту за допомогою гнучких відтяжок.

У небезпечній зоні заборонити перебування людей та складування вантажу. Заходи щодо безпечної роботи кранів видати в якості доповнення до виробничих і посадових інструкцій обслуговуючому вантажопідіймальні крани персоналу та інженерно-технічним робітникам.

В зону проведення робіт закрити доступ для сторонніх осіб, безпосередньо не пов'язаних з виробництвом робіт, для чого перед початком роботи крана по межі небезпечної зони виставити сигнальну огорожу.

Переміщуваний вантаж на відстані за 7 м до лінії обмеження роботи крана (розмір від габариту вантажу) повинен бути опущений на висоту 0,5 м від перешкод, що зустрічаються на шляху і переміщається далі на мінімальній швидкості з супроводом відтягненнями.

Щілини між плитами засипати піском.

Таблиця 5.2

Потреба в матеріалах

Матеріал	Од. вимір.	Кількість
Плити ПДП	шт.	24
Пісок	м ³	12,7

5.2.3. Установка тимчасових побутових приміщень

Проектом організації будівництва передбачена установка блок-контейнерів.

В якості опорних підкладок під контейнери використовувати дерев'яний брус перерізом 150х150 мм, встановлені з кроком 3,0 м. Висота установки контейнера від поверхні землі повинна бути не менше 150 мм (вентильований простір).

Установка блок-контейнерів ведеться "з коліс" автомобільним краном КС 55713 (можлива заміна на аналогічний за характеристиками).

До початку виконання робіт краном необхідно виконати:

- висвітлення в місцях вантажно-розвантажувальних робіт - не менше 10 люкс; в місцях монтажних робіт - 30 люкс;
- в зоні роботи крана і на майданчику складування встановити стенди зі схемами строповок і таблицею мас вантажів;
- встановити знаки безпеки, знак N3 по межі небезпечної зони, знак N2 по лінії обмеження зони обслуговування крана.

Кран працює:

Стоянка N1 (прив'язка до осі "2" - 6380 мм, до осі "Г" - 7280 мм):

- при вантажно-розвантажувальних роботах. З обмеженням висоти підйому гака 10 м, з небезпечною зоною 4 м. Максимальний виліт - 12 м. Обмеження кута повороту 49 градусів;
- при монтажі. З обмеженням висоти підйому гака 10 м, з небезпечною зоною 5 м.

Максимальний виліт - 12 м. Кран працює в межах контуру, обмеженого лінією "Г-Д-Е-Ж-Г".

Переміщення вантажів при розвантаженні і монтажі виконувати паралельно межі небезпечної зони з утриманням від випадкового розвороту за допомогою гнучких відтяжок.

У небезпечній зоні заборонити перебування людей та складування вантажу. Заходи щодо безпечної роботи кранів видати в якості доповнення до виробничих і посадових інструкцій обслуговуючому вантажопідіймальні крани персоналу та інженерно-технічним робітникам.

В зону проведення робіт закрити доступ для сторонніх осіб, безпосередньо не пов'язаних з виконанням робіт, для чого перед початком роботи крана по межі небезпечної зони виставити сигнальну огорожу.

Переміщуваний вантаж на відстані за 7 м до лінії обмеження роботи крана (розмір від габариту вантажу) повинен бути опущений на висоту 0,5 м від перешкод, що зустрічаються на шляху і переміщається далі на мінімальній швидкості з супроводом відтягненнями.

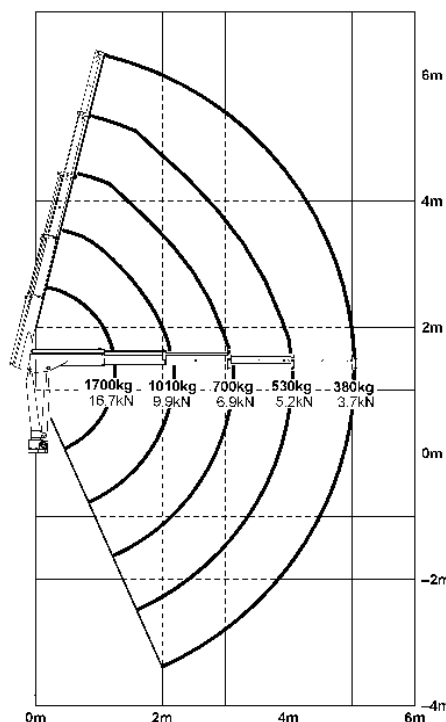
Таблиця 5.3

Потреба в матеріалах

Матеріал	Од. вимір.	Кількість
Контейнер	шт.	2
Брус дерев'яний 150x150	п.м.	16

5.2.4. Установка пункту мийки коліс

Установку елементів пункту мийки коліс вести із застосуванням автотранспорту, обладнаного краном-маніпулятором Palfinger PC 2300 B.



5.1. Вантажовисотні характеристики крана-маніпулятора
Palfinger PC 2300 B

Перед початком робіт провести уривку приямку 1,4x1,4x1,5 м для установки в нього резервуара. Розробку ґрунту вести вручну (обсяг земляних робіт 2,94 м).

Після розробки ґрунту доставити на будмайданчик елементи пункту мийки коліс. Автомобіль встановити навпроти приямку. Стропальникам застропити резервуар на гак крана-маніпулятора, закріпити відтяжки. Подати резервуар до місця монтажу.

Кран-маніпулятор працює з максимальним вильотом 4,1 м і кутом обмеження повороту 84°. Небезпечна зона прийнята рівною 2 м.

Монтаж установки мийки коліс

Автомобіль встановити з прив'язкою до краю тимчасової дороги 1750 мм (див. Лист 4). Стропальникам застропити установку на гак крана-маніпулятора, закріпити відтяжки. Подати резервуар до місця монтажу, супроводжуючи його відтяжками.

Кран-маніпулятор працює з максимальним вильотом 4,1 м і кутом обмеження повороту 84°. Небезпечна зона прийнята рівною 2 м.

Монтаж естакади

Збірка естакади здійснюється вручну за схемою монтажу заводу-виробника. Після складання естакади зробити підключення елементів пункту мийки коліс між собою.

5.3. Вказівки по роботі крана

До початку виконання вантажопідіймальних робіт необхідно:

- призначити відповідальних осіб за безпечне виконання робіт, стропальників та сигнальників;
- провести цільовий інструктаж працівників з питань охорони праці та пожежної безпеки;
- перевірити готовність робочої зони, місць складування матеріалів та під'їзних шляхів;
- визначити порядок подачі сигналів між кранівником та стропальником;
- забезпечити працівників засобами індивідуального захисту;
- перевірити технічний стан вантажопідіймального крана, вантажозахоплювальних пристроїв і тари.

Майданчик для встановлення крана повинен бути спланований, ущільнений та забезпечувати стійке положення машини. У зимовий період робочі місця, проходи та проїзди необхідно очищати від снігу та льоду та посипати протиковзкими матеріалами.

Вантажозахоплювальні пристрої та тара повинні бути справними, промаркованими та відповідати масі й характеру вантажів, що переміщуються. Використання несправних або неперевірених пристроїв забороняється.

Під час установлення крана необхідно забезпечити безпечні відстані до будівель, конструкцій, транспортних засобів та інших перешкод. Під виносні опори крана слід встановлювати інвентарні підкладки.

Перед початком роботи машиніст крана зобов'язаний виконати огляд крана із записом результатів у вахтовому журналі. Правильність установлення крана перевіряє особа, відповідальна за безпечне виконання робіт із застосуванням вантажопідіймальних машин.

Робочу зону необхідно огородити інвентарними огорожами відповідно до вимог ДСТУ EN 13374:2019 та позначити знаками безпеки згідно з ДСТУ ISO 7010:2019.

Виконання робіт забороняється під час грози, сильного снігопаду, туману, а також при швидкості вітру, що перевищує допустиму для даного типу крана.

5.4. Вантажно-розвантажувальні роботи

Склад робочої ланки: особа, відповідальна за безпечне виконання робіт із застосуванням вантажопідіймальних кранів, машиніст крана та два стропальники.

Перед початком робіт необхідно:

- перевірити правильність установлення крана та надійність встановлення виносних опор;
- оглянути вантажозахоплювальні пристрої, тару та відтяжки;
- підготувати місця складування вантажів;
- перевірити наявність вільних проходів і під'їздів;
- огородити небезпечну зону та встановити попереджувальні знаки.

Перед розвантаженням транспортний засіб повинен бути надійно загальмований, а водій зобов'язаний залишити кабіну та перебувати поза межами небезпечної зони.

Стропальники виконують огляд вантажу, перевіряють надійність його кріплення, відповідність маси вантажопідіймальності крана, відсутність незакріплених елементів та можливість безпечного стропування.

Підіймання і переміщення вантажу виконувати у такій послідовності:

- стропування вантажу відповідно до затверджених схем;
- пробний підйом вантажу на висоту 200–300 мм для перевірки правильності стропування та роботи гальм;
- підйом вантажу на безпечну висоту та його транспортування до місця монтажу;
- супроводження вантажу стропальниками за допомогою відтяжок;
- встановлення вантажу в проектне положення;

- розстропування після перевірки стійкості та надійності встановлення конструкції.

Під час переміщення вантажу забороняється перебування людей під вантажем або в межах небезпечної зони.

Усі вантажопідіймальні роботи виконувати відповідно до вимог ПВР, НПАОП 0.00-1.80-18 та інструкцій з охорони праці.

5.5 Заходи з безпеки праці

Роботи виконувати відповідно до вимог чинних нормативних документів з охорони праці, проєкту виконання робіт, технологічних карт та інструкцій з безпечного виконання робіт.

До виконання робіт допускаються працівники, які пройшли медичний огляд, вступний та первинний інструктаж з охорони праці, а також мають відповідну кваліфікацію для виконання робіт на висоті.

Перед початком робіт необхідно:

- огородити небезпечну зону та встановити попереджувальні знаки;
- перевірити справність риштувань, механізмів, електроінструменту та засобів індивідуального захисту;
- забезпечити освітлення робочих місць у разі виконання робіт у темний час доби;
- організувати безпечні проходи та місця складування матеріалів.

При виконанні робіт на висоті працівники повинні використовувати страхувальні системи та інші засоби індивідуального захисту. Забороняється перебування сторонніх осіб у межах небезпечної зони.

Матеріали та обладнання слід складувати таким чином, щоб не створювати перешкод для пересування працівників та не перевантажувати робочі майданчики.

1. Вимоги безпеки при роботі вантажопідіймальними механізмами.

Підйом і переміщення вантажів виконувати справними вантажопідіймальними механізмами із застосуванням сертифікованих

стропувальних пристроїв. Маса вантажу не повинна перевищувати допустиму вантажопідйомність механізму.

Під час виконання вантажопідіймальних робіт забороняється:

- перебування людей під піднятим вантажем;
- переміщення вантажів над людьми;
- підйом вантажів невідомої маси;
- робота з несправними приладами безпеки;
- залишення вантажу у підвішеному стані під час перерв у роботі.

2. Вимоги безпеки при монтажних роботах.

Монтажні роботи виконувати відповідно до затвердженої технологічної послідовності. Підйом елементів здійснювати плавно, без ривків та розгойдування. Перед початком монтажу необхідно визначити порядок подачі сигналів між машиністом і стропальником.

Під час монтажу забороняється:

- перебування людей під елементами, що монтуються;
- виконання інших робіт у межах монтажно́ї зони;
- залишення конструкцій у нестійкому положенні;
- виконання монтажу при швидкості вітру понад 15 м/с, грозі, ожеледі або недостатній видимості.

Після встановлення конструкцій у проєктне положення вони повинні бути надійно закріплені та забезпечувати стійкість і геометричну незмінність системи.

5.6. Протипожежні заходи

При виконанні робіт необхідно керуватися [13], "Правилами улаштування електроустановок", 2000 р, "Правилами технічної експлуатації електроустановок споживачів" і "Міжгалузевими правилами з охорони праці (правила безпеки) при експлуатації електроустановок "ПОТ РМ-016-2001; РД 153-34.0-03.150-00 2001 р

Всі працюючі повинні бути проінструктовані з правил пожежної безпеки. У кожній зміні повинен бути призначений відповідальний за протипожежну безпеку.

Кожне будівництво має бути забезпечено протипожежним обладнанням та інвентарем згідно з нормами. Характер протипожежного обладнання встановлюється за погодженням з місцевими органами Державного пожежного нагляду в залежності від ступеня пожежної небезпеки об'єкта і його державного значення.

Крім перерахованих в нормах первинних засобів пожежогасіння і протипожежного інвентарю на кожен 5000 м забудованої території встановлюються пожежні пункти (щит або шафа, пофарбовані в червоний колір з написом "Пожежний пункт") з наступним набором первинних засобів пожежогасіння та інвентарю:

Вогнегасники типу ОП-5 2 шт.

Відра пожежні 2 шт.

Лопати 4 шт.

Повсть (або азбестове полотно) 2 полотна.

Вогнегасники, ящики для піску, бочки для води, відра, щити або шафи для інвентаря, ручки для лопат, футляри для кошму та інше обладнання на відміну від господарського інвентарю повинні бути пофарбовані в червоний колір.

Горючі матеріали, (деревостружкові плити, фанера, лісоматеріали, руберойд тощо) повинні доставлятися на робочі місця в кількості, що не перевищує змінної потреби. Горючі матеріали, на відкритих майданчиках (толь, руберойд тощо) повинні розміщатися у штабелях площею не більше 100 м. Розриви між штабелями і підсобними будівлями, що зводяться, а також іншими приміщеннями слід приймати відповідно до [6], а проходи між штабелями (стелажми) повинні бути шириною не менше 1 м.

Під'їзди до будмайданчика і проїзди внутрішньоквартальні та навколо споруджуваного об'єкта повинні бути вільні від машин, механізмів, матеріалів, конструкцій тощо для забезпечення безперешкодного проїзду пожежного автотранспорту.

6. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

6.1. Послідовність виконання будівельних робіт

При складанні розділу прийнято цілорічне виробництво будівельно-монтажних робіт підрядним способом із залученням як генпідрядник організації за контрактом. Для виконання спеціальних монтажних робіт залучаються спеціалізовані монтажні організації за контрактом.

Допуск на виробничу територію сторонніх осіб, а також працівників у нетверезому стані або не зайнятих на роботах на цій території забороняється.

Для забезпечення своєчасної підготовки та дотримання технологічної послідовності будівництва проектом передбачаються два періоди будівництва:

- Підготовчий;
- Основний.

У підготовчий період, що становить місяці, виконуються роботи організаційно-технологічної підготовки будівництва та підготовчі роботи, що передують основному періоду будівництва.

Організаційно-технічна підготовка:

- забезпечення будівництва проектно-кошторисної документацією;
- оформлення фінансування будівництва;
- укладання договорів підряду та субпідряду на будівництво;
- оформлення дозволів та допусків на проведення робіт;
- вивчення інженерно-технічним персоналом проектно-кошторисної документації, детальне ознайомлення з умовами будівництва, розробка проектів виконання робіт;
- розробка заходів щодо організації праці;
- забезпечення будівельних бригад картами трудових процесів;
- організація інструментального господарства для забезпечення бригад необхідними засобами малої механізації, інструментом, засобами вимірювань та контролю, засобами підмашування, огороженнями та монтажним оснащенням у складі та кількості, передбаченими нормокомплектами.

У зв'язку з прийнятим будівельним генеральним планом організаційно-технологічні схеми, що визначають послідовність будівництва будівлі, такі:

1. Підготовчі роботи:
 - огороження ділянки;
 - планування майданчика будівництва з влаштуванням тимчасових проїздів із ґрунто-щебеню переважно за проєктованими проїздами та майданчиками;
 - встановити тимчасові контейнери санітарно-побутового, складського та адміністративного призначення;
 - встановлення світильників нічного освітлення та сигнальних світильників;
 - влаштування майданчика для миття коліс а/тр.;
 - обладнати тимчасові туалети (біотуалети);
 - встановити тимчасові контейнери для будівельного та побутового сміття;
 - забезпечити будівельний майданчик водою та електроенергією;
 - Виконати розбивку осей проєктованих будівель.

Основний період:

2. Земляні роботи
3. Влаштування інженерних мереж (після розробки котловану)
4. Зведення підземної частини - влаштування монолітного стовпчастого фундаменту під зовнішні стіни;
5. Вертикальне планування майданчика будівництва
6. Зведення об'єкта будівництва (надземна частина);
7. Виконання внутрішніх робіт
8. Благоустрій території
 - 1) покриття площ проїздів;
 - 2) зовнішнє освітлення;
 - 3) огороження території;
 - 4) озеленення.

6.2. Потреба будівництва в кадрах

Підставою для розрахунку потреби будівництва у кадрах, тимчасових будівлях та спорудах, житлі та соціально-побутовому обслуговуванні є документи: «Посібник з розробки проектів організації будівництва і проектів виконання робіт».

Таблиця 6.1

Потреба будівництва в кадрах

Загальна чисельність Працюючих, люд.	В тому числі			
	Робітники, 84,5%	ІТР, 11%	Службовці, 3,2%	МОП та охорона, 1,3%
95	80	10	3	2

Робітники найбільш численну зміну становлять 67 чол. - 70% від найбільшої кількості робітників на будмайданчику ($0,7 \cdot 95$), зокрема чоловіки 47 - 70% ($0,7 \cdot 67$), жінки 20 - 30% ($0,3 \cdot 67$).

ІТР, службовці, МОП та охорона в найбільш численну зміну становлять 13 чол. 80% від найбільшого числа ІТР, службовців, МОП та охорони на будмайданчику ($0,8 \cdot (10 + 3 + 2)$).

Загальна кількість працівників найбільш численну зміну становить 80 чол. ($67+13$).

6.3. Потреба в тимчасових будівлях та спорудах

Тимчасові приміщення санітарно-побутового призначення:

Вбиральня:

$$S_{\text{тр}} = N \cdot 0,7 = 95 \cdot 0,7 = 66,5 \text{ м}^2,$$

де N – загальна чисельність робітників.

Умивальня:

$$S_{\text{тр}} = N \cdot 0,2 = 80 \cdot 0,2 = 16,0 \text{ м}^2,$$

де N – чисельність працюючих найбільш численну зміну.

Сушарка:

$$S_{\text{тр}} = N \cdot 0,2 = 80 \cdot 0,2 = 16,0 \text{ м}^2,$$

де N – чисельність робітників у найбільш численну зміну.

Приміщення для обігріву робітників:

$$S_{\text{тр}} = N \cdot 0,1 = 80 \cdot 0,1 = 8,0 \text{ м}^2,$$

де N – чисельність робітників у найбільш численну зміну.

Тимчасові приміщення адміністративного призначення:

$$S_{\text{тр}} = N \cdot S_{\text{н}} = 13 \cdot 4 = 52,0 \text{ м}^2,$$

$S_{\text{н}} = 4$ – нормативний показник площі, $\text{м}^2/\text{чол.}$;

N – загальна чисельність ІТП, службовців, МОП та охорони в найбільш численну зміну.

Таблиця 6.2

Потреба у тимчасових інвентарних будинках

Найменування тимчасової будівлі (приміщення)	Необхідна площа, м^2 $S_{\text{тр}} = N \cdot S_{\text{н}}$	Кількість побутових приміщень	Габаритні розміри
Гардеробна	81,2	7	6,0х2,4х2,5 м $S_{\text{тр}} = 14,4 \cdot 7 = 100,8 \text{ м}^2$
Приміщення для обігріву робітників	8,3		
Сушка	16,6		
Умивальна	16,6	2	6,0х2,4х2,5 м $S_{\text{тр}} = 14,4 \cdot 2 = 28,8 \text{ м}^2$
Туалет	1 шт. на 12 людей	Біотуалет в кількості 8 шт.	
Контора начальника дільниці (виконроба)	56,0	5	6,0х2,4х2,5 м $S_{\text{тр}} = 14,4 \cdot 5 = 72,0 \text{ м}^2$
Всього:			201,6 м^2

6.4. Потреба будівництва в електричній енергії

Максимальна потреба будівництва в ресурсах при повному завантаженні механізмів та техніки визначено розрахунками.

Забезпечення електроенергією проводиться згідно з ТУ та від резервної ДЕС потужністю 120 кВт у разі перебою електроенергії.

Для освітлення майданчика доцільно використовувати прожекторне освітлення. Світлотехнічним розрахунком прожекторного освітлення визначаємо кількість прожекторів, висоту та місце їх установки, кути нахилу у вертикальній та горизонтальній площинах. Розрахунок освітлення виконується за потужністю прожекторної установки.

Розрахунок потреби будівництва в електроенергії наведено у таблиці 6.3.

Таблиця 6.3

Розрахунок потреби будівництва в електроенергії

№ п/п	Найменування споживачів	Од. вимір.	Кількість	Питома потужність на од. вим., кВт	Сумарна потужність, кВт
1	Технологічні споживачі				
1.1	Трансформатор прогрівання бетону СПБ-40	шт.	1	80	80
1.2	Вібратори для бетонної суміші	шт.	2	1,5	3
1.3	Перфоратори:				
1.4	GBH 4-32 DFR	шт.	2	0,9	1,8
1.5	GBH 8-45 DV	шт.	2	1,5	3
1.6	Установка алмазного буріння	шт.	1	2,6	2,6
	Всього:				90,4
2	Освітлення зовнішнє				
2.1	Зовнішнє освітлення ПЗС-35	шт.	7	0,5	3,5
2.2	Висвітлення робочих місць ПЗС-35	шт.	2	0,5	1
	Всього:				4,5
3	Внутрішнє освітлення побутових приміщень				
3.1	Електроосвітлення	м ²	404,8	0,12	48,6
3.2	Комп'ютери	шт.	1	0,18	0,40
	Всього:				50,0
4	Зварювальний трансформатор ТД- 500	шт.	1	7	7
	Всього:				7

Електрозабезпечення об'єкта передбачається з максимальним використанням джерел, мереж та електричних споруд.

Потреба електроенергії, кВт*А, визначається на період виконання максимального обсягу будівельно-монтажних робіт за формулою:

$$P_m = L_x \left(\frac{K_1 * \sum P_m}{\cos E} + K_2 * \sum P_{bo} + K_3 * \sum P_{ho} + K_4 * \sum P_{cb} \right),$$

де $L_x = 1,05$ – коефіцієнт втрати потужності у мережі;

$\sum P_T$ – сума номінальних потужностей апаратів, що беруть участь у технологічних процесах, кВт;

$\sum P_{bo}$ – сумарна потужність внутрішніх освітлювальних приладів, пристроїв для електричного обігріву (приміщення для робітників, будівлі складського призначення);

$\sum P_{ho}$ – те саме, для зовнішнього освітлення об'єктів та території;

$\sum P_{cb}$ – сума зварювальних трансформаторів;

$\cos E$ – коефіцієнти потужності 0,7 відповідно;

$K_1 = 0,5$; $K_2 = 0,8$; $K_3 = 0,9$; $K_4 = 0,6$ – коефіцієнт попиту, що враховує розбіжність навантажень споживачів.

Разом загальна потреба в електроенергії на тимчасове електропостачання будівельного майданчика:

$$P_m = 1,05 * ((0,5 * 90,4) / 0,7 + 0,8 * 50 + 0,9 * 4,5 + 0,6 * 7) = 118,5 \text{ кВт.}$$

Розрахункова потреба в електроенергії 118,5 кВт у період виконання максимального обсягу будівельно-монтажних робіт. Ця розрахункова потужність може бути перевизначена на стадії ПВР за рахунок зміни переліку та характеристик електроспоживача.

Пристрій електропостачання за тимчасовою схемою має бути узгоджений із замовником. Вибір конкретного варіанта електрозабезпечення будівництва та розробка необхідної документації за погодженням із замовником проводиться у складі ПВР.

Для освітлення майданчика доцільно використовувати прожекторне освітлення. Світлотехнічним розрахунком прожекторного освітлення визначаємо кількість прожекторів, висоту та місце їх встановлення, кути нахилу у вертикальній та горизонтальній площинах. Розрахунок освітлення провадиться за потужністю прожекторної установки.

Розрахунок кількості прожекторів виробляємо виходячи з нормативної освітленості та потужності обладнання.

Кількість прожекторів знаходимо за такою формулою:

$$N = m \cdot E_i \cdot k \cdot A / P_e = 0,25 \cdot 2 \cdot 1,5 \cdot 10531 / 1000 \approx 8 \text{ шт.},$$

де: $m = 0,25$ – коефіцієнт, що враховує світлову віддачу джерела світла;

$E_i = 2$ лк - нормована освітленість горизонтальної поверхні;

$k = 1,5$ – коефіцієнт запасу;

$A = 10531 \text{ м}^2$ – освітлювана площа будівельного майданчика;

$P_e = 1000 \text{ Вт}$ – потужність лампи.

Для освітлення майданчика будівництва пропонується використовувати прожектори типу ПЗЗ-35 з ЛМГ-225-1000 у кількості 8 шт.

6.5. Потреба будівництва у водопостачанні

Водопостачання призначене для забезпечення виробничих, господарсько-побутових та протипожежних потреб будівельного майданчика.

Водопостачання господарсько-побутове забезпечується привізною водою.

Пожежогашіння – від інвентарних пожежних щитів, що встановлюються, від пожежних ємностей.

Потреба у воді визначається за формулою:

$$Q_{\text{вир.}} = Q_{\text{госп.}} + Q_{\text{душ.}}$$

де $Q_{\text{вир.}}$ – загальна витрата води на господарсько-питні потреби, л/с;

$Q_{\text{госп.}}$ – витрати води на господарсько-питні потреби, л/с;

$Q_{\text{душ.}}$ – витрата води на душові, л/с.

Витрата води на виробничі потреби знаходиться за формулою:

$$Q_{\text{пр.}} = K_n \times \frac{qnk}{t \cdot 3600}$$

де $K_n = 1,2$ – коефіцієнт на невраховану витрату води;

P_n – кількість виробничих споживачів у найбільш завантажену зміну;

$Q = 500 \text{ л}$ – витрата води на виробничого споживача;

$K = 1,5$ – коефіцієнт годинної нерівномірності водоспоживання;

$t = 8 \text{ год.}$ – кількість годин у зміні.

Витрата води на господарсько-побутові потреби визначається за формулою:

$$Q_{\text{госп.}} = \frac{q_x \text{Пр} K_{\text{год.}}}{3600t} + \frac{q_d \text{П}_d}{60t1}$$

де $q_x = 15$ л – питома витрата води на господарсько-питні потреби працюючого;

Пр – чисельність працюючих у максимально завантажену зміну;

$K_{\text{год.}} = 2$ – коефіцієнт годинної нерівномірності споживання води;

$Q_d = 30$ л – витрата води на прийом душа одним працюючим;

П_d – чисельність тих, хто користується душем (до 80% Пр).

Витрата води на виробничі потреби

Потреба будівництва у воді на виробничого споживача визначається за формулою:

$$Q_{\text{пр}} = K_n \times \frac{q_n \times \text{Пп} \times K_{\text{год}}}{3600 t}$$

де $q_n = 500$ л – витрата води на виробничого споживача;

Пп – кількість виробничих споживачів у найбільш завантажену зміну;

$K_{\text{год}} = 1,5$ – коефіцієнт на невраховану витрату води;

$t = 8$ годин – кількість годин у зміні (прийнято 2 зміни);

$K_n = 1,2$ – коефіцієнт на невраховану витрату води.

$$Q_{\text{пр}} = 1,2 \times ((500 \times 4 \times 1,5) / (3600 \times 8)) = 0,12 \text{ л/с}$$

Кількість виробничих споживачів найбільш завантажену зміну наведено в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4

Перелік виробничих споживачів на будівельному майданчику

Споживач	Витрата води за ДБН	Кіл-ть в зміну, шт.	Обсяг робіт чи тривалість, м ³ (м ²) або год.	Витрата води за зміну, л
Установка для миття машин	400-700 л/см	1	2 зміни	1200
Поливка доріг	0,3-0,4 л/м ²	1	1 854,90	741,96

Полив бетону та залізобетону	200-400 л/м ³	600	8 годин	4 800
Компресорна станція	5-10 л/ч	5	8 годин	80
ВСЬОГО:	-	-	-	6 822

Витрати на господарські побутові потреби

Витрата води на господарсько-побутові потреби визначена згідно з формулою:

$$Q_{\text{госп.}} = \frac{q_x \text{ Пр } K_1}{3600 t} + \frac{q_d \text{ Пд}}{60 t_1}$$

q_x – питома витрата води на господарсько-питні потреби, дорівнює 15 л;

Пр – кількість працюючих у найбільш завантажену зміну, дорівнює 100;

K_1 – коефіцієнт годинної нерівномірності споживання води на господарсько-питні потреби (1,5 – 3), дорівнює 3;

t – число годин роботи за зміну, дорівнює 8.

Витрата води на господарсько-питні потреби Q_1 дорівнює 0,04 л/с.

q_d – витрата води на одну особу, яка приймає душ, дорівнює 30 л;

Пд – кількість працюючих, які користуються душем, дорівнює 80;

t_1 – тривалість використання душової установки, що дорівнює 45 хв.

Витрата води на прийняття душу Q_2 дорівнює 0,24 л/с.

Витрата води на господарсько-побутові потреби розрахована на максимально потрібну кількість працюючих:

$$Q_{\text{госп.}} = (15 \times 80 \times 3) / (3600 \times 8) + (30 \times 80) / (60 \times 45) = 1,01 \text{ л/с.}$$

Витрата на пожежогасіння

Розрахункова кількість одночасних пожеж на майданчику будівництва об'єкта заведено – 1.

Витрата води на пожежогасіння приймається 5 л/с.

Сумарна витрата води на тимчасове водопостачання на будівельному майданчику:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз}} + Q_{\text{пож}} = 0,12 + 1,01 + 5 = 6,13 \text{ л/с.}$$

7. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

При виконанні робіт слід виконувати вимоги щодо охорони природного середовища викладені у [15]. При розробці проекту виконання робіт генеральна підрядна будівельна організація повинна розробити природоохоронні заходи.

Усі будівельні матеріали, що видобуваються на родовищах (щебінь, пісок, цементна сировина) або побічні продукти, або відходи промисловості, що використовуються у будівництві даного об'єкта, повинні проходити радіаційний контроль. Результати радіаційного контролю до початку виконання робіт повинні бути передані Замовнику та представнику авторського нагляду. У разі застосування при будівництві даного об'єкта нових, у тому числі імпортних матеріалів, виробів і конструкцій, вони повинні мати Технічне свідоцтво Мінбуду України. При роботі дорожніх машин необхідно здійснювати контроль за дотриманням допустимого рівня шуму.

Природоохоронні заходи в період будівництва здійснюються за такими основними напрямками:

- зменшення забруднення повітря;
- боротьба із шумом;
- раціональне використання ресурсів.

На будівельному майданчику внаслідок роботи автотранспорту та інших механізмів дуже висока концентрація забруднення повітря. Існує необхідність у широкому перекладі на електропривод електрозварювальних апаратів, компресорів, насосів, засобів малої механізації, екскаваторів.

Стоянку і заправку будівельних механізмів ПММ слід проводити на спеціалізованих майданчиках, не допускаючи їх протоку і попадання на ґрунт. Після заправки пролите масло та паливо повинні бути негайно витерті. На машинах повинен знаходитися справний вогнегасник, а в місцях стоянки машин повинні стояти ящики з піском. Не допускається стоянка машин та механізмів із працюючими двигунами.

З метою виключення розсипання ґрунту з кузовів автосамоскидів, розсіювання його під час руху кузова навантажених ґрунтом автосамоскидів

накривати полотнищами брезента. Брезент повинен надійно закріплюватись до бортів.

У процесі будівництва утворюються такі типи відходів: зайвий рослинний ґрунт (IV клас небезпеки); будівельне сміття (IV клас небезпеки); побутові відходи (IV клас небезпеки). Видалення побутових і будівельних відходів виконувати, збираючи їх в сталеві контейнери, що закриваються, що виключають забруднення навколишнього середовища. У міру накопичення сміття вивозять силами спеціалізованої ліцензованої організації на полігон побутових відходів.

Для видалення відходів використовується спеціальний контейнер для сміття ємністю 0,75 м³ або аналогічний. Складування та зберігання сміття до його вивезення за допомогою контейнерів здійснюється на спеціально обладнаному майданчику в тарі, що не допускає запилення. Для видалення побутових відходів є контейнери для побутових відходів.

При виконанні робіт вживати конструктивні та технологічні заходи щодо зниження рівня шуму. Заходами щодо зниження шумових відходів є:

а) обмеження користування механізмами та пристроями, що виробляють вібрацію та сильний шум тільки денною зміною;

б) на будівельному майданчику застосовується будівельна техніка, сертифікована в Україні і задовольняє вимогам за граничними нормами шумового впливу;

в) усі роботи виконуються за одну зміну;

г) забороняється застосування гучномовного зв'язку;

Для зменшення кількості пилу тимчасові дороги, особливо в сухий період періодично поливати водою. При виїзді з будівельного майданчика передбачається місце (пункт) для миття коліс автотранспорту.

У період будівництва передбачаються такі заходи щодо охорони ґрунтів:

- будову поверхневого водовідведення з будівельного майданчика;
- зрізання рослинного шару ґрунтів;
- відновлення пошкоджених ділянок ґрунту на ділянці будівництва.

При виконанні робіт не дозволяється перевищення гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин у повітрі робочої зони, при цьому необхідно користуватися приладами, що застосовуються для санітарно-гігієнічної оцінки шкідливих виробничих факторів.

Не можна приймати в експлуатацію об'єкт з недоробками, що заважають його нормальної експлуатації, з відступами від проекту і, насамперед без пристроїв і споруд, необхідних запобігання забруднення і засмічення довкілля.

До заходів з охорони навколишнього середовища відносяться відновлення порушених територій, вертикальне планування утворених поверхонь, максимальне збереження зелених насаджень, проведення робіт з озеленення.

Під час проведення будівельних робіт слід передбачати максимальне застосування маловідходної та безвідходної технології з метою охорони атмосферного повітря, земель, лісів, вод та інших об'єктів навколишнього природного середовища. Збір і видалення відходів, що містять токсичні речовини, слід здійснювати в закриті контейнери або щільні мішки, виключаючи ручне навантаження. Стічні води слід збирати у водоприймальні канами з відкачуванням з них води через фільтр потрону з виключенням фільтрації у підземні горизонти. Захоронення неутилізованих відходів, що містять токсичні речовини, необхідно виробляти відповідно до законодавства Російської Федерації. Не допускається спалювання на будівельному майданчику будівельних відходів.

Ємності для зберігання та місця складування, розливу, роздачі паливно-мастильних матеріалів та бітуму обладнуються спеціальними пристроями та виконуються заходи для захисту ґрунту від забруднення. Побутове сміття і нечистоти слід регулярно видаляти з території будівельного майданчика в установленому порядку і відповідно до вимог діючих санітарних норм. Землю та земельні угіддя, порушені при будівництві, слід рекультивувати до початку здачі об'єкта в експлуатацію.

Для запобігання потраплянню господарсько-побутових стічних вод в навколишнє середовище на території будівельних містечок встановлюється

біотуалет, рідкі побутові відходи вивозяться асенізаторами за договором зі спеціалізованою організацією. Цей договір укладається генеральною підрядною організацією, обраною за підсумками конкурсу.

Безпосереднього водоспоживання для об'єкта, що розглядається, з водойм і безпосереднього водовідведення у водойми не планується. Забезпечення потреби у воді для виробничих потреб будівництва передбачається за допомогою встановлення ємності із привізною водою. Підвезення води здійснюється автоцистерною.

Об'єкти будівництва завжди негативно впливають на територію та геологічне середовище. Їх вплив виявляється у відчуженні земель розміщення об'єкта, зміні рельєфу під час виконання будівельних робіт, збільшення навантаження на ґрунти від ваги різних споруд та умов поверхневого стоку.

До основних видів впливу на землі можна віднести:

- видалення рослинності;
- земельні роботи;
- вилучення земельних ресурсів;
- порушення ґрунтового покриву;
- забруднення ґрунтів.

На початковому етапі виконується комплекс підготовчих робіт, облаштування майданчиків, для складування будівельних матеріалів та майданчиків для тимчасової стоянки будівельної техніки.

З метою виключення або зведення до мінімуму впливу на територію в процесі будівництва, передбачена природозберігаюча технологія виконання робіт – організація проїзду будівельної техніки існуючими дорогами та передбаченими проїздами, очищення території від будівельного сміття.

Для зниження або виключення впливу на землі, необхідно організувати стоянку дорожньо-будівельних і транспортних машин на ділянці проїзду з твердим покриттям, ізольованому від навколишньої території системою обвалування, проводити заправку стаціонарної техніки в спеціально відведених місцях, а миття машин - на базі будівельного підрозділу.

Заправка паливом, заміна олії та мастило самохідної будівельної техніки проводиться поза територією будівництва. Відпрацьовані масла, мастило та фільтри тощо. збираються та утилізуються у спеціально призначеному місці.

Хімічне забруднення ґрунтів може статися при витоку паливно-мастильних матеріалів у процесі експлуатації техніки.

Розробка ґрунту будівельною технікою призведе до порушення верхнього шару землі і цим може сприяти виникненню вітрової та водної ерозії.

При виконанні будівельних робіт відбувається утворення відходів – побутових та промислових відходів, відходів від експлуатації будівельної техніки, які у разі неправильного поводження з ними (протоки ПММ, захаращення території твердими побутовими відходами, потрапляння на ґрунт рідких побутових відходів) будуть негативно впливати на стан ґрунтів.

Дані види впливу носитимуть не постійний характер, а після закінчення будівництва будуть ліквідовані відповідно до передбачених організаційно-технічними заходами, то впливу при будівництві об'єкта на територію землекористування буде мати помірний характер.

8. НАУКОВА ЧАСТИНА

Розрахунок вогнестійкості залізобетонних конструкцій каркасу дитячого садочку у смт. Ворзель Київської області із застосуванням системи «Теплопровідність» в ПК «ЛІРА САПР»

Забезпечення пожежної безпеки будівель і споруд є одним із ключових завдань сучасного будівництва. Особливої актуальності набуває питання забезпечення необхідної межі вогнестійкості несучих конструкцій громадських будівель із масовим перебуванням людей, зокрема закладів дошкільної освіти. Під час пожежі залізобетонні конструкції зазнають значного температурного впливу, що призводить до зниження міцності бетону та арматури, втрати несучої здатності та можливого руйнування елементів каркасу.

У сучасній практиці проектування все більшого поширення набувають монолітні залізобетонні конструкції з відносно малими геометричними розмірами перерізів, що дозволяє зменшити матеріаломісткість та підвищити

архітектурну виразність будівель. Разом із тим використання конструкцій із малою шириною перерізу потребує додаткового дослідження їхньої роботи в умовах високотемпературного впливу.

Одним із ефективних інструментів дослідження вогнестійкості конструкцій є використання сучасних програмних комплексів, зокрема ПК «ЛПРА-САПР» із системою «Теплопровідність», яка дозволяє моделювати температурні поля та оцінювати зміну фізико-механічних характеристик матеріалів під час пожежі.

У даній магістерській роботі досліджується вогнестійкість монолітних залізобетонних пілонів перерізом 200×1000 мм каркасу дитячого садка у смт. Ворзель Київської області із застосуванням системи «Теплопровідність» у ПК «ЛПРА-САПР» та з урахуванням вимог чинних ДБН і положень Єврокодів.

Актуальність

Актуальність теми обумовлена необхідністю забезпечення належного рівня пожежної безпеки громадських будівель, зокрема закладів дошкільної освіти, у яких перебуває значна кількість дітей. Одним із основних критеріїв безпеки таких будівель є забезпечення необхідної межі вогнестійкості несучих конструкцій.

Сучасні тенденції монолітного будівництва передбачають застосування конструктивних елементів із зменшеними розмірами поперечного перерізу, що дозволяє оптимізувати витрати матеріалів та підвищити ефективність конструктивних рішень. Однак зменшення ширини залізобетонних елементів може негативно впливати на їхню роботу в умовах пожежі через швидший прогрів конструкції та втрату несучої здатності.

Особливої уваги потребують монолітні залізобетонні пілони шириною 200 мм, для яких питання забезпечення нормативної межі вогнестійкості є недостатньо дослідженим у сучасній практиці проєктування. У зв'язку з поступовим переходом України до європейських стандартів проєктування важливим є також порівняння підходів ДБН та Єврокодів щодо оцінки вогнестійкості залізобетонних конструкцій.

Застосування сучасних програмних комплексів, зокрема ПК «ЛІРА-САПР» із системою «Теплопровідність», дозволяє більш точно моделювати температурний вплив та визначати межу вогнестійкості конструкцій, що підвищує достовірність результатів дослідження.

Об'єктом дослідження є процес роботи монолітних залізобетонних пілонів каркасу дитячого садка у смт. Ворзель Київської області в умовах температурного впливу пожежі.

Предметом дослідження є вогнестійкість монолітних залізобетонних пілонів перерізом 200×1000 мм та закономірності зміни їхнього напружено-деформованого стану під дією високих температур.

Метою магістерської роботи є визначення межі вогнестійкості монолітних залізобетонних пілонів каркасу дитячого садка у смт. Ворзель Київської області із застосуванням системи «Теплопровідність» у ПК «ЛІРА-САПР» відповідно до вимог ДБН та положень Єврокодів.

Методи дослідження:

- методи чисельного моделювання температурного впливу на конструкції;
- методи розрахунку вогнестійкості залізобетонних конструкцій відповідно до ДБН та Єврокодів;
- метод скінченних елементів, реалізований у ПК «ЛІРА-САПР»;
- методи аналізу температурних полів та напружено-деформованого стану конструкцій;
- порівняльний аналіз отриманих результатів.

Основні задачі:

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

1. Проаналізувати нормативну та науково-технічну літературу щодо забезпечення вогнестійкості залізобетонних конструкцій.
2. Розглянути вимоги ДБН та Єврокодів щодо визначення межі вогнестійкості залізобетонних елементів.
3. Створити розрахункову модель монолітного залізобетонного пілона в ПК «ЛІРА-САПР».

4. Виконати моделювання температурного впливу пожежі із застосуванням системи «Теплопровідність».

5. Визначити температурні поля та оцінити зміну фізико-механічних характеристик матеріалів конструкції.

6. Визначити межу вогнестійкості монолітного залізобетонного пілона перерізом 200×1000 мм.

7. Провести аналіз отриманих результатів та оцінити відповідність конструкції нормативним вимогам.

8. Розробити рекомендації щодо забезпечення або підвищення вогнестійкості досліджуваних конструкцій.

Наукова новизна полягає у визначенні межі вогнестійкості монолітних залізобетонних пілонів малого поперечного перерізу 200×1000 мм із застосуванням системи «Теплопровідність» у ПК «ЛІРА-САПР» та порівнянні результатів розрахунку відповідно до вимог ДБН і положень Єврокодів.

Практична значимість:

Практичне значення роботи полягає у можливості використання отриманих результатів під час проєктування монолітних залізобетонних конструкцій громадських будівель, зокрема закладів дошкільної освіти.

Результати дослідження можуть бути використані для оцінки відповідності конструкцій нормативним вимогам щодо вогнестійкості та розроблення рекомендацій із підвищення пожежної безпеки будівель.

Особистий внесок полягає у:

Автором самостійно виконано аналіз нормативної та науково-технічної літератури з питань вогнестійкості залізобетонних конструкцій, створено розрахункову модель монолітного залізобетонного пілона в ПК «ЛІРА-САПР», проведено моделювання температурного впливу пожежі із застосуванням системи «Теплопровідність», виконано визначення межі вогнестійкості конструкції та аналіз отриманих результатів.

8.1. Теоретичні основи розрахунку на вогнестійкість залізобетонних конструкцій

8.1.1. Температурні режими пожеж

Пожежа – «неконтрольоване горіння, що завдає матеріальних збитків, шкоди життю та здоров'ю громадян, інтересам суспільства та держави» [6]. Під небезпечними чинниками пожежі розуміються «чинники пожежі, вплив яких може призвести до травми, отруєння чи загибелі людини та (або) до матеріальних збитків» [6].

Найбільш небезпечним фактором під час пожежі є зміна середньооб'ємної температури середовища з часом – температурний режим пожежі. Вивчення температурних режимів пожежі дозволяє виділити три основні стадії, притаманних пожежі:

1. *Початкова стадія*. На цій стадії пожежі виникає неконтрольоване локальне вогнище горіння, яке поступово охоплює все приміщення. Температура всередині та навколо зони горіння може досягати значних значень, незважаючи на те, що середня температура в приміщенні залишається порівняно невеликою.

2. *Стадія повного розвитку*. Пожежа повністю охоплює приміщення, відбувається горіння всіх горючих матеріалів та речовин. Виділення тепла від предметів, що горять, досягає свого піку, що призводить до різкого підвищення температури в приміщенні до максимально можливих значень.

3. *Стадія згасання*. Інтенсивність горіння у цій стадії починає знижуватися. Це відбувається або завдяки дії засобів для гасіння пожежі, або через витрати більшої частини горючих матеріалів.

Слід зауважити, що для будівель та споруд різного призначення та розміру температурні режими пожеж можуть значно відрізнятися. Це залежить від багатьох факторів, таких як висота і геометрія приміщень, матеріал огорожувальних конструкцій, кількість і конфігурація отворів та припливних отворів, кількість пожежного навантаження, під якою розуміється відношення кількості теплоти, яке може виділитися при пожежі до одиниці поверхні підлоги.

Так, наприклад, через складність відведення тепла з вогнища при виникненні пожеж у тунелях і метро, температура пожежі може досягати до 1350 °С. Для житлових приміщень з різною площею отворів температурні режими можуть значно відрізнятися: для приміщень з більшою площею отворів температура середовища досягає більших значень за менший проміжок часу в порівнянні з температурою середовища приміщень з меншою площею отворів. На рис. 8.1 представлені температурні режими пожеж у будинках та спорудах різного призначення.

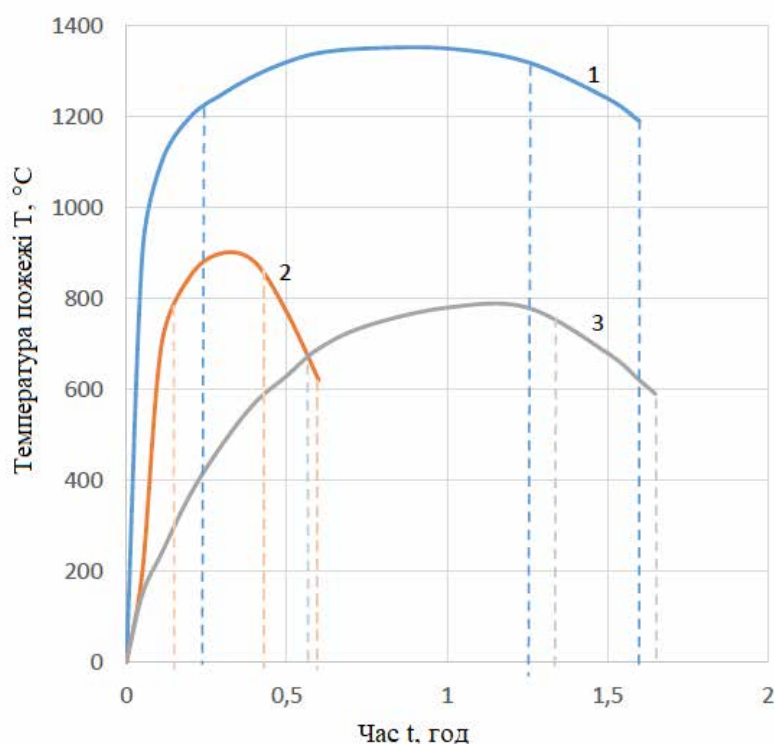


Рис. 8.1. Температурні режими пожеж в будівлях та спорудах різного призначення:
1 – режим пожежі в тунелях; 2 – режим пожежі в житловому приміщенні з площею прорізів 2 м²; 3 – режим пожежі в житловому приміщенні з площею прорізів 1 м²

На представленому малюнку різних температурних режимів пунктирними лініями показані основні стадії розвитку пожежі: початкова, повного розвитку та згасання. Дія високої температури призводить до зміни характеристик бетону та арматури, причому ці зміни можуть бути дуже суттєвими залежно від ступеня нагріву. Звідси випливає, що робота конструкцій за різних температурних режимах буде відрізнятися.

Для того щоб оцінити, як поведуться конструкції в умовах пожежі, необхідно створити однакові умови, тобто піддати їх впливу одного і того ж

температурного режиму. З цієї причини міжнародною організацією зі стандартизації ІСО прийнято єдиний температурний режим для проведення вогневих випробувань та оцінки опору конструкцій впливу пожежі, що називається «стандартний» температурний режим пожежі [51].

Крива «стандартної» пожежі є усередненою залежністю і є безперервно зростаючою логарифмічною функцією залежності температури середовища від часу, яка описується наступним виразом:

$$T = 345 \lg (8\tau + 1) + t_e, \quad (8.1)$$

де τ - час нагріву, хв;

t_e – початкова температура, яку приймають рівною 20 °С.

За графіком видно, що ця крива немає стадії згасання, на відміну аналогічних кривих «реальної» пожежі.

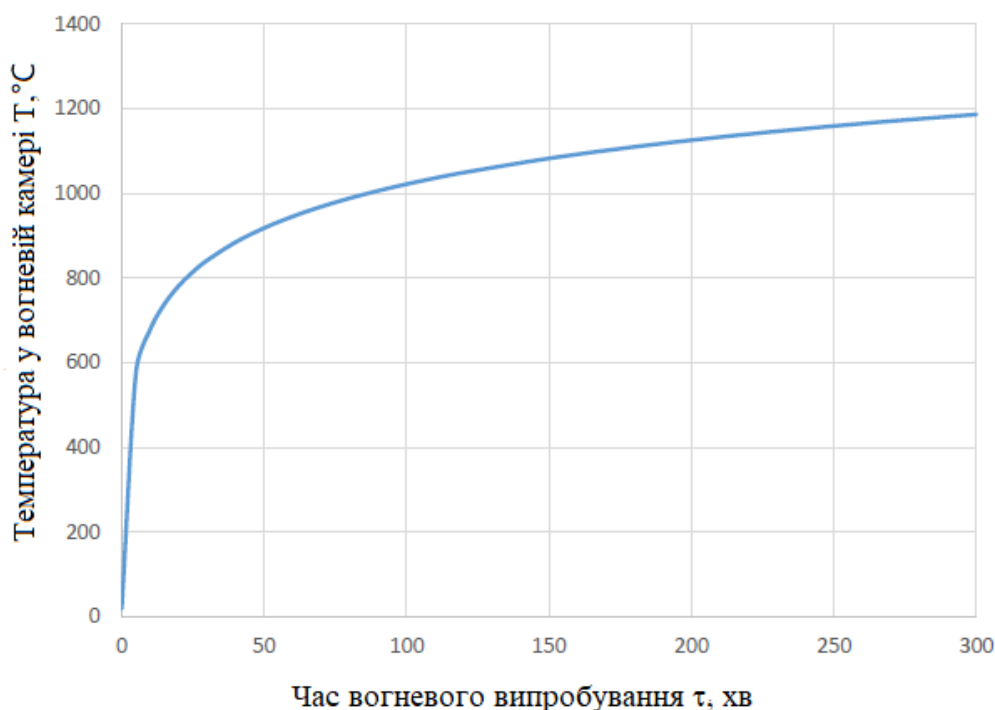


Рис. 8.2. Крива «стандартного» режиму пожежі при випробуваннях будівельних конструкцій на вогнестійкість

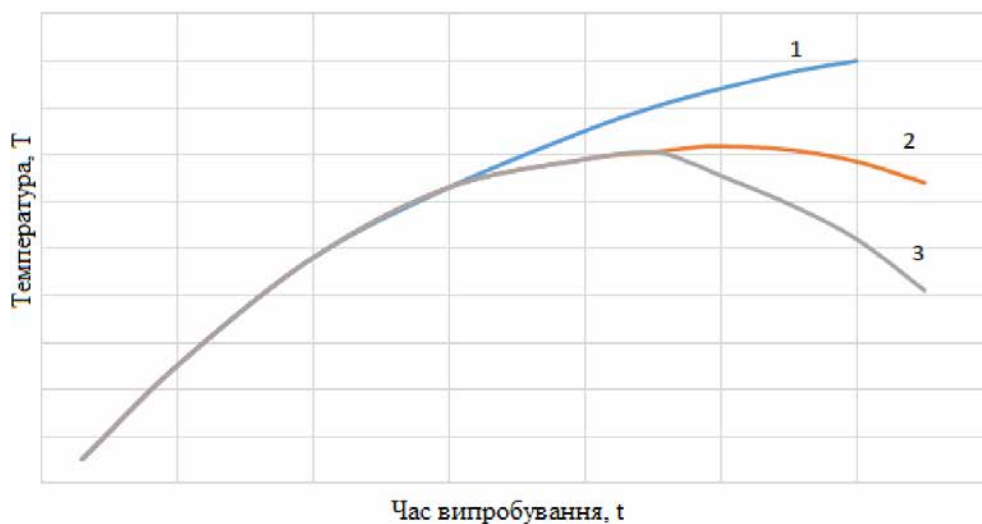
При вивченні залежності деформативності матеріалів під час пожежі в ході випробувань було виявлено загальний характер поведінки сталі та бетону за різних режимів пожежі. В умовах «стандартної» пожежі, при якій температура постійно логарифмічно зростає, при нагріванні зразків до 300-400 °С деформації

сталі та бетону збільшуються приблизно з постійною швидкістю, переважно за рахунок температурного розширення.

При температурі понад 450°C починають проявлятися властивості повзучості матеріалів, що значно підвищує швидкість зміни повних деформацій, викликаючи втрату цілісності конструкції.

На графіку в цей момент крива деформацій наближається до вертикального положення і досягає граничного значення. В умовах реальної пожежі, для якої характерна наявність стадії розігріву та охолодження, залежно від швидкості охолодження у стадії згасання зразки можуть поводитися по-різному. В одному випадку, деформації сталі та бетону досягають граничних значень, що призводять до втрати цілісності конструкції, в іншому випадку досягнення граничного стану може не наступити, тобто матеріали зберігатимуть деяку частку міцності та довговічності.

На рисунках 8.3, 8.4 представлено загальний характер впливу різних режимів пожежі на деформації сталі та бетону:



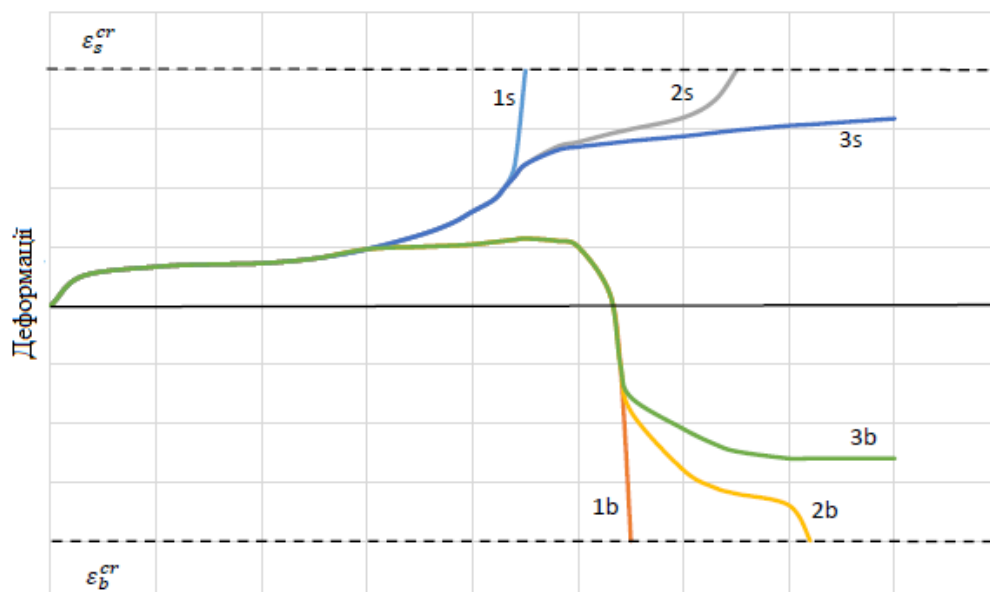


Рис. 8.3, 8.4. Загальний характер впливу різних режимів пожежі на деформації сталі та бетону:

1 режим нагріву за типом «стандартного» пожежі; 2 і 3 режими нагріву типу реальної пожежі з різною швидкістю охолодження у фазі згасання; 1s, 2s, 3s – криві повної деформації сталі залежно від режиму пожежі відповідно 1, 2, 3; 1b, 2b, 3b – криві повної деформації бетону залежно від режиму пожежі відповідно 1,2,3.

Як видно з наведеного графіка, матеріали, що характеризуються кривими 1s, 2s, 1b, 2b досягли граничних значень повних деформацій, а характер кривих 3s, 3b говорить про те, що ці матеріали ще зберігають свої експлуатаційні якості.

8.1.2. Особливості поведінки залізобетонних конструкцій та матеріалів під впливом пожежі

8.1.2.1. Нестационарний характер процесів теплообміну

В умовах пожежі між нагрітим середовищем приміщення та будівельними конструкціями запускається складний процес теплообміну, пов'язаний з тим, що конструкції знаходяться під дією високих температур середовища.

У залізобетонних конструкціях процес поширення тепла відбувається поетапно: спочатку прогріваються зовнішні шари конструкції, потім теплове поле перетворюється на внутрішні шари. Теплові процеси, що протікають в конструкціях носять нестационарний характер, що передбачає поширення температурного поля в конструкціях у просторі, а й у часі. При цьому важливе значення має швидкість перебігу процесу обміну теплом, що характеризується значенням коефіцієнта температуропровідності:

$$a = \frac{\lambda}{c \cdot \rho}, \quad (8.2)$$

де λ – коефіцієнт теплопровідності, який оцінює здатність проводити тепло;

c – коефіцієнт об'ємної теплоємності, що характеризує здатність акумулювати тепло;

ρ – щільність матеріалу.

Так, для арматури коефіцієнт температуропровідності має досить велике значення, що пов'язано з високими показниками теплопровідності та малими значеннями теплоємності металу. Виходячи з цього факту, можна зробити висновок, що незахищені шари арматури при пожежі швидко нагріваються до критичних температур, що призводить до зниження міцності. Саме тому для шарів арматури в залізобетонному елементі необхідно забезпечити достатню величину захисного шару бетону, що має високі теплозахисні показники.

Нестационарний характер процесів теплообміну в залізобетонних конструкціях робить їх аналіз складним і потребує обліку багатьох факторів. Однак розуміння цих процесів допомагає розробляти ефективні методи захисту конструкцій від впливу високих температур та забезпечення їхньої довговічності.

8.1.2.2. Особливості руйнування та деформування залізобетонних конструкцій під час пожежі

В умовах пожежі, на відміну від нормальної експлуатації конструкцій, при якій на них діють лише робочі навантаження, залізобетонні конструкції зазнають одночасного впливу від робочих механічних, високотемпературних та вологих факторів.

Характер руйнування залізобетонного елемента під час пожежі залежить від багатьох факторів, включаючи температуру, тривалість впливу вогню, якість бетону та арматури, а також конструктивні особливості елемента.

Руйнування залізобетонного елемента при пожежі може відбуватися у різний спосіб, і конкретний механізм залежить від конкретних умов. Однак, як

правило, руйнування починається з утворення тріщин у бетоні, які потім призводять до виходу арматури назовні та обвалення елемента.

При цьому руйнування матеріалів конструкцій не миттєво відбувається, про що свідчить поява мікроушкоджень і зміни в структурі матеріалу задовго до руйнування.

8.1.2.3. Фактор вологи та його вплив

Немаловажним фактором, що надає значний вплив на поведінку конструкцій при пожежі та їх вогнестійкість, є вміст вологи, яка може перебувати в конструкціях у різних агрегатних станах (у вигляді води, пари, льоду).

При нагріванні залізобетонної конструкції волога, що міститься в ній при досягненні деякої температури, починає перетворюватися на пару, створюючи зону випаровування вологи з надлишковим тиском пароповітряного середовища.

Виникають фільтраційні потоки рухаються у двох протилежних напрямках. Частина вологи виходить з конструкції з боку поверхні, що обігрівається, а волога, що залишилася, рухається вглиб конструкції, створюючи зону підвищеного вмісту вологи у необігріваної поверхні і суху зону з боку поверхні, що обігрівається.

Цей процес має як позитивний, і негативний вплив на роботу конструкцій. З одного боку, уповільнюється процес нагрівання шарів бетону, оскільки більшість тепла, що надходить, витрачається на пароутворення. З іншого боку, по перетину тіла конструкції виникають різкі перепади тиску, температур, вмісту вологи, що змінює напружено-деформований стан конструкції, викликаючи більш важкі умови її роботи.

Експериментально доведено, що в умовах пожежі зразки, на які діють великі за величиною механічні навантаження, руйнуються швидше, ніж аналогічні зразки, що зазнають механічного впливу меншою мірою. При цьому наявність вологи у зразку інтенсифікує процес руйнування. На малюнку 8.5 представлений графік залежності ступеня руйнування матеріалу від часу високотемпературного впливу та вмісту вологи матеріалу.

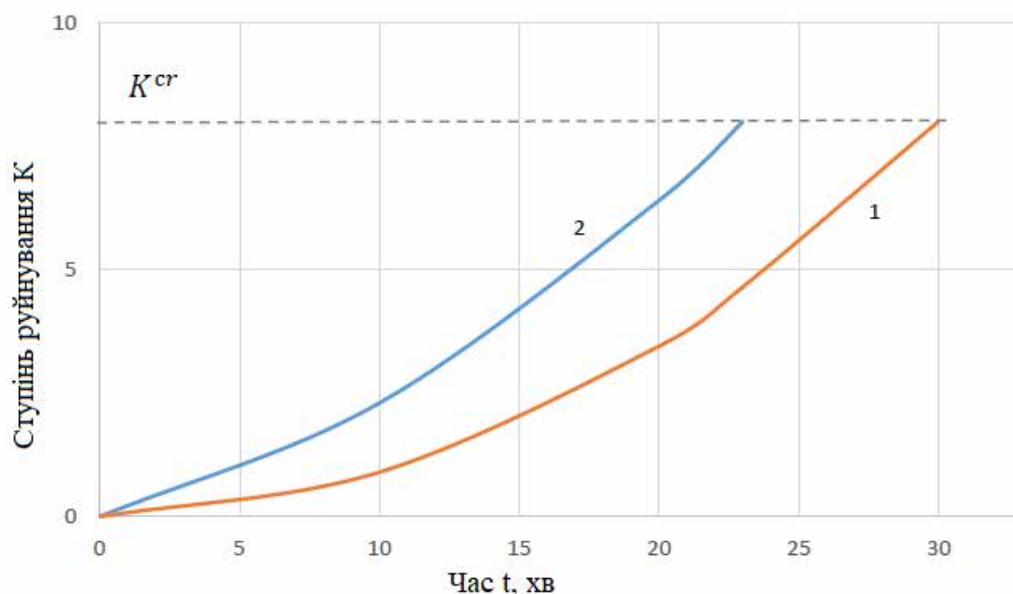


Рис. 8.5. Загальний вид залежності ступеня руйнування бетону від часу дії пожежі та вмісту вологи U_n : 1- $U_n=0$; 2- $U_n>0$.

З графіка видно, що руйнування зразка, що містить у собі деяку кількість вологи (крива 2), відбувається раніше, ніж для зразка, який не піддається впливу вологи (крива 1).

8.1.2.4. Високотемпературна дія

Причиною зміни властивостей бетону та арматури є короткочасне високотемпературне нагрівання, якому піддаються навантажені конструкції під час пожежі. Короткочасним високотемпературним нагріванням вважається «одноразова високотемпературна дія пожежі на конструкцію тривалістю від кількох хвилин до кількох годин» [16].

Високотемпературна дія пожежі – «вплив температур понад 200 °C на будівельні конструкції при пожежі, при якій виникають температурні напруження, можуть змінюватися фізико-механічні та пружнопластичні властивості матеріалів конструкцій та зменшуватися працездатний перетин елемента» [16].

Високотемпературна дія пожежі може значно погіршити властивості арматури.

По-перше, при температурі вище 500 °C сталь починає втрачати свою міцність. Це відбувається через те, що за таких умов відбуваються структурні зміни в металі, що призводять до зниження його механічних властивостей.

Внаслідок цього арматура стає менш здатною витримувати навантаження, що може призвести до руйнування конструкції.

По-друге, при температурі вище 600 °С сталь починає втрачати свою стійкість до корозії. Це з тим, що за таких умов лежить на поверхні металу утворюються оксиди, які захищають його від подальшого окислення. Однак, при пожежі ці оксиди можуть бути знищені, що призводить до посилення корозійних процесів.

Бетон – це матеріал, який широко використовується в будівництві завдяки своїй міцності та довговічності. Однак він також схильний до впливу високих температур, особливо при пожежі. При випаровуванні води відбувається зменшення обсягу бетону та утворення тріщин. При подальшому підвищенні температури до 300 °С міцність бетону починає знижуватися. При температурі близько 800 °С цементний камінь, який є сполучним елементом у бетоні, починає плавитися, що призводить до подальшого зниження міцності матеріалу.

Крім того, при пожежі на поверхні бетону можуть утворюватися різні продукти горіння, такі як сажа та кіптява. Ці речовини можуть проникнути у структуру бетону та викликати корозію арматури всередині нього.

Зміна властивостей бетону та арматури враховуються за допомогою коефіцієнтів. У таблиці 8.1 представлені властивості бетону та арматури з відповідними ним коефіцієнтами, що враховують вплив високотемпературного впливу пожежі. Значення даних коефіцієнтів визначаються з температури нагрівання матеріалу по таблицям [16].

Таблиця 8.1

Матеріал	Характеристика	Позначення коефіцієнта	Нормативний документ	Розрахункове співвідношення
Бетон	Розрахункова міцність бетону на стиск при температурі θ	$k_{c,\theta}$	ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2:2012	$f_{cd,\theta} = k_{c,\theta} \cdot f_{cd}$
	Розрахункова міцність бетону на розтяг при температурі θ	$k_{ct,\theta}$	ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2:2012	$f_{ctd,\theta} = k_{ct,\theta} \cdot f_{ctd}$
	Модуль пружності бетону при температурі θ	$k_{E,\theta}$	ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2:2012	$E_{c,\theta} = k_{E,\theta} \cdot E_c$

Арматура	Розрахункова міцність арматури при розтягу	$k_{s,\theta}$	ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2:2012	$f_{yd,\theta} = k_{s,\theta} \cdot f_{yd}$
	Розрахункова міцність арматури при стиску	$k_{s,\theta}$	ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2:2012	$f_{scd,\theta} = k_{s,\theta} \cdot f_{scd}$
	Модуль пружності	$k_{Es,\theta}$	ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2:2012	$E_{s,\theta} = k_{Es,\theta} \cdot E_s$

На відміну від спрощених дволінійних діаграм, наведених у деяких нормативних документах, ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2:2012 використовує нелінійні діаграми «напруження-деформація» бетону та арматури, які враховують деградацію фізико-механічних характеристик матеріалів під дією високих температур.

Відповідно до ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2:2012 механічні характеристики бетону та арматури в умовах пожежі визначаються з використанням температурно-залежних редукційних коефіцієнтів. Діаграми деформування бетону при високотемпературному впливі враховують зміну міцності та модуля пружності матеріалу залежно від температури.

8.1.3. Вогнестійкість та межа вогнестійкості

8.1.3.1. Поняття та визначення

Під вогнестійкістю будівельної конструкції розуміється: «Здатність будівельної конструкції зберігати несучі та (або) огорожувальні функції в умовах пожежі» [6].

Для оцінки вогнестійкості будівельних конструкцій використовується поняття межі вогнестійкості конструкції – "проміжок часу від початку вогневого впливу в умовах стандартних випробувань до настання одного з нормованих для даної конструкції (заповнення прорізів протипожежних перешкод) граничних станів" [16].

Межі вогнестійкості конструкцій позначаються літерами та числами. Літери позначають граничний стан конструкції, а числа – час у хвилинах, протягом якого конструкція зберігає цей стан.

Наприклад, позначення REI 120 означає, що конструкція зберігає несучу здатність (R), цілісність (E) та теплоізоляцію (I) протягом 120 хвилин. «Якщо для

конструкції нормують (або встановлюють) різні межі вогнестійкості за різними граничними станами, позначення межі вогнестійкості складається з двох або трьох частин, розділених між собою похилою рисою» [17].

Наприклад, позначення R150/E45 означає, що конструкція зберігає несучу здатність (1) протягом 45 хвилин.

«Граничний стан конструкції з вогнестійкості: Стан конструкції, при якому вона втрачає здатність зберігати несучі та/або огорожувальні функції в умовах пожежі» [17].

До граничних станів конструкції відносяться:

- 1) Втрата несучої здатності (R) – обвалення або неприпустимий прогин.
- 2) Втрата теплоізолюючої здатності (I) – підвищення температури на поверхні, що не обігрівается конструкції в середньому більш ніж на 140 °С, або в будь-якій іншій точці цієї поверхні більш ніж на 180 °С в порівнянні з температурою конструкції до випробування, або більше 220 °С незалежно від температури конструкції до випробування.
- 3) Втрата цілісності (E) – утворення у конструкціях чи стиках наскрізних тріщин чи наскрізних отворів, якими у конструкції проникають продукти горіння і полум'я.

Слід розрізняти поняття фактичну та необхідну межу вогнестійкості. Необхідна межа вогнестійкості встановлюється нормативними документами задоволення вимогам пожежної безпеки. Фактична межа вогнестійкості – значення, отримане внаслідок вогневих випробувань чи розрахунку. Значення фактичної межі має бути не меншим за необхідне значення.

Значення межі вогнестійкості конструкцій має важливе значення при проектуванні та реконструкції будівель. За вимогами [6] будівлі та споруди класифікують за ступенем вогнестійкості на 5 груп, для кожної з яких визначено необхідні межі вогнестійкості для конструкцій, з яких складається будівля.

У таблиці 8.2 представлені необхідні межі вогнестійкості будівельних конструкцій будівель, споруд та пожежних відсіків відповідно до їх ступеня вогнестійкості.

Таблиця 8.2

Відповідність ступеня вогнестійкості будівель та меж вогнестійкості
будівельних конструкцій згідно з ДБН В.1.1-7:2016

Ступінь вогнестійкості будівлі	Несучі стіни, колони та інші несучі елементи	Зовнішні ненесучі стіни	Перекрыття міжповерхові (у тому числі горищні та над підвалами)	Елементи безгорищних покриттів	Конструкції сходових кліток (внутрішні стіни)	Марші та площадки сходів
I	R 120	E 30	REI 60	RE30/R30	REI 120	R 60
II	R 90	E 15	REI 45	RE15/R15	REI 90	R 60
III	R 45	E 15	REI 45	RE15/R15	REI 60	R 45
IV	R 15	E 15	REI 15	RE15/R15	REI 45	R 15
V	Не нормується					

8.1.3.2. Методи визначення межі вогнестійкості

Існує два основних методи визначення вогнестійкості конструкції: експериментальний та розрахунковий.

Експериментальний метод визначення вогнестійкості полягає у проведенні серії випробувань на вогнестійкість реальних будівельних конструкцій або їх моделей. Під час випробувань конструкції піддаються впливу високих температур та відкритого полум'я.

Для проведення випробувань використовують спеціальні камери, які дозволяють відтворити умови пожежі. Ці камери обладнані системами подачі палива для підтримки високої температури та системами контролю параметрів горіння. Загальний вигляд випробувальної установки щодо вогневих випробувань представлений на рисунку 8.6.

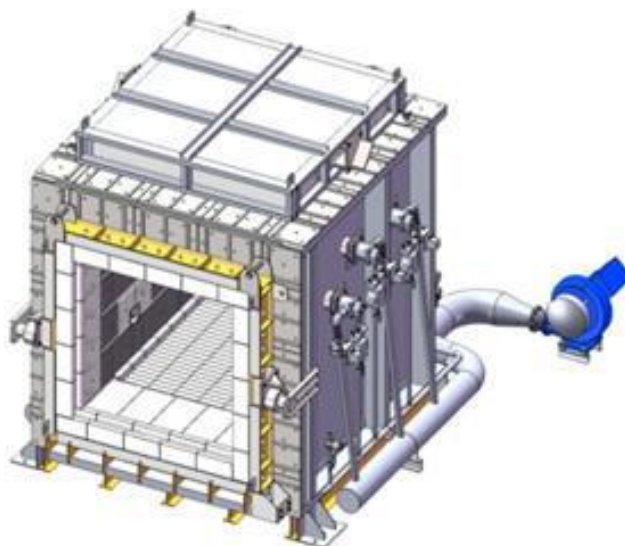


Рис. 8.6. Пічка для проведення вогневих випробувань

У процесі випробувань контролюється ряд параметрів, таких як час настання одного або послідовно декількох граничних станів, деформації конструкцій та утворення тріщин, температура і час появи полум'я на поверхні, що не обігрівається, та інші фактори, які можуть вказувати на втрату вогнестійкості.

Важливо, що процедура випробувань може незначною мірою відрізнятися залежно від конкретних умов і вимог до випробувань.

Експериментальний метод визначення вогнестійкості є одним із найбільш точних та надійних способів оцінки вогнестійкості конструкцій. Однак він вимагає значних витрат часу та ресурсів, тому його застосування обмежене.

Розрахунковий метод визначення вогнестійкості також має кілька переваг перед експериментальним методом:

1. Економія часу та ресурсів: Розрахунковий метод дозволяє визначити межу вогнестійкості без необхідності проведення дорогих та тривалих випробувань. Особливо це корисно для нових конструкцій або матеріалів, для яких немає готових стандартів випробувань.

2. Гнучкість: Розрахунковий метод дозволяє врахувати специфічні умови та вимоги конкретного проекту. Можна врахувати особливості конструкції,

матеріали, умови експлуатації та інші фактори, які можуть впливати на вогнестійкість.

3. Точність: Незважаючи на те, що розрахункові методи програють у своїй точності експериментальним, проте сучасні розрахункові методи базуються на наукових дослідженнях та математичних моделях, що дозволяє отримати достовірні результати. Це особливо важливо для складних або унікальних конструкцій, де проведення випробувань може бути скрутним або неможливим.

4. Відповідність стандартам: Розрахункові методи визначення вогнестійкості розробляються відповідно до міжнародних та національних стандартів. Це гарантує, що отримані результати відповідають встановленим вимогам та забезпечують безпеку будівель та споруд.

8.1.4. Визначення межі вогнестійкості розрахунковими методами

Для визначення межі вогнестійкості у загальному випадку необхідно вирішити дві основні задачі: теплотехнічну і міцнісну.

Для знаходження та оцінки межі вогнестійкості за ознаками втрати теплоізолюючої здатності (I) та втрати цілісності (E) необхідне рішення лише теплотехнічної задачі вогнестійкості.

Для знаходження та оцінки межі вогнестійкості за ознакою втрати несучої здатності (R) потрібне рішення як теплотехнічної, так і задач міцності.

8.1.4.1. Теплотехнічна задача вогнестійкості

Метою теплотехнічної задачі є обчислення температур нагріву бетону та арматури по перерізу залізобетонного елемента.

Розв'язання теплотехнічної задачі ґрунтується на розв'язанні диференціального рівняння теплопровідності Фур'є. Це рівняння визначає зміну температури залежно від часу та положення точки в просторі.

У зв'язку з тим, що аналітичний спосіб вирішення рівняння Фур'є вимагає складних розрахунків, в інженерній практиці вдаються до спрощеного способу обчислень, що базується на рівнянні Фур'є та експериментальних даних.

«Для теплотехнічного розрахунку залізобетонних конструкцій необхідно мати дані про зміну теплофізичних властивостей бетону при нестационарному

нагріванні, а також температурні поля перерізу елемента конструкції, що розглядається» [46].

Найбільш точно прогрів залізобетонних конструкцій можна визначити за допомогою кінцево-елементного розрахунку з використанням різних програмних комплексів, таких як ANSYS, LIRA-САПР, ING+ та інших.

У [16] пропонується алгоритм розрахунку з допомогою комп'ютерних програм, у якому на переріз елементу накладається координатна сітка з кроком 0,01-0,03 м для подальшого визначення температури у кожному вузлі сітки.

Для вирішення нестационарного завдання теплопровідності необхідно визначити такі теплофізичні характеристики бетону як коефіцієнт теплопровідності λ та питому теплоємність, які визначаються в залежності від виду бетону.

Більш спрощений метод розрахунку температур прогріву бетону та арматури при дії стандартного температурного режиму пожежі пропонується у [18] та [46].

Згідно даної методики температура нагрівання визначається в залежності від кількості поверхонь, що обігріваються, і їх взаємного розташування відносно одна одної.

В даному розрахунку для врахування зміни характеристик теплоперенесення матеріалів конструкцій використовується наведені (осереднені) значення коефіцієнта температуропровідності, які визначаються за формулою:

$$\alpha_{red} = \frac{3,6\lambda(T=450^{\circ}C)}{[c(T=450^{\circ}C)+0,05w]\rho}, \quad (8.2)$$

де $\lambda(T = 450^{\circ}C)$ – коефіцієнт теплопровідності бетону та арматури, що визначається за температури 450 °C;

$c(T = 450^{\circ}C)$ – питома теплоємність бетону та арматури, що визначається за температури 450 °C;

w – експлуатаційна вологість бетону;

ρ – середня щільність бетону.

Також наведено формулу для обчислення товщини шару бетону, що прогрівається до критичної температури за певний час впливу пожежі, і формула визначення часу досягнення критичної температури розтягнутою арматурою.

8.1.4.2. Оцінка межі вогнестійкості втратою теплоізолюючої здатності

Оцінка межі вогнестійкості за втратою теплоізолюючої здатності (I) здійснюється шляхом знаходження температури нагріву бетону на необігріваній поверхні конструкції і порівняння отриманого значення з граничними значеннями температур нагріву за ознакою втрати теплоізолюючої здатності I.

Виходячи з визначення межі вогнестійкості за втратою теплоізолюючої здатності, представленої в [16], залізобетонна конструкція втрачає свою теплоізолюючу здатність при нагріванні бетонної поверхні, що не обігрівається:

- в середньому більш ніж на 140 °C в порівнянні з температурою бетону до нагрівання;

- у будь-якій точці поверхні більш ніж на 180 °C у порівнянні з температурою бетону до нагрівання;

- більше 220 °C незалежно від температури бетону до нагрівання.

При цьому початкова температура нагріву бетону в умовах дії стандартного температурного режиму пожежі приймається рівною 20°C.

Розрахунок зводиться до вирішення теплотехнічного завдання. При односторонньому вогневому впливі оцінка межі вогнестійкості по втраті теплоізолюючої здатності проводиться шляхом знаходження коефіцієнта тепловіддачі, який характеризує умови теплообміну. Для визначення температури на поверхні, що не обігрівається необхідно визначити початкове значення коефіцієнта тепловіддачі, яке знаходять при підвищенні температури на поверхні, що не обігрівається на 1 °C, і кінцеве значення, яке визначається при підвищенні температури до 160°C. Потім обчислюється середньоарифметичне даних коефіцієнтів, і теплотехнічним розрахунком визначається час досягнення граничного стану. Коефіцієнта тепловіддачі складається з двох складових і визначається за такою формулою:

$$\alpha = \alpha_c + \alpha_r \quad (8.3)$$

де α_c - коефіцієнт передачі тепла конвекцією на поверхні, що не обігривається;

α_r - коефіцієнт передачі тепла випромінюванням на поверхні, що не обігривається.

Згідно вимог [16] для залізобетонних колон та плит необхідно чітко дотримуватись мінімального перерізу елементу та відстаней до осі арматури в залежності від класу вогнестійкості конструкції.

Таблиця 8.3

Клас вогнестійкості	Мінімальний розмір перерізу	Мінімальна відстань до осі арматури
R30	200 мм	25 мм
R60	250 мм	35 мм
R90	300 мм	45 мм
R120	350 мм	55 мм
R180	450 мм	70 мм
R240	500 мм	80 мм

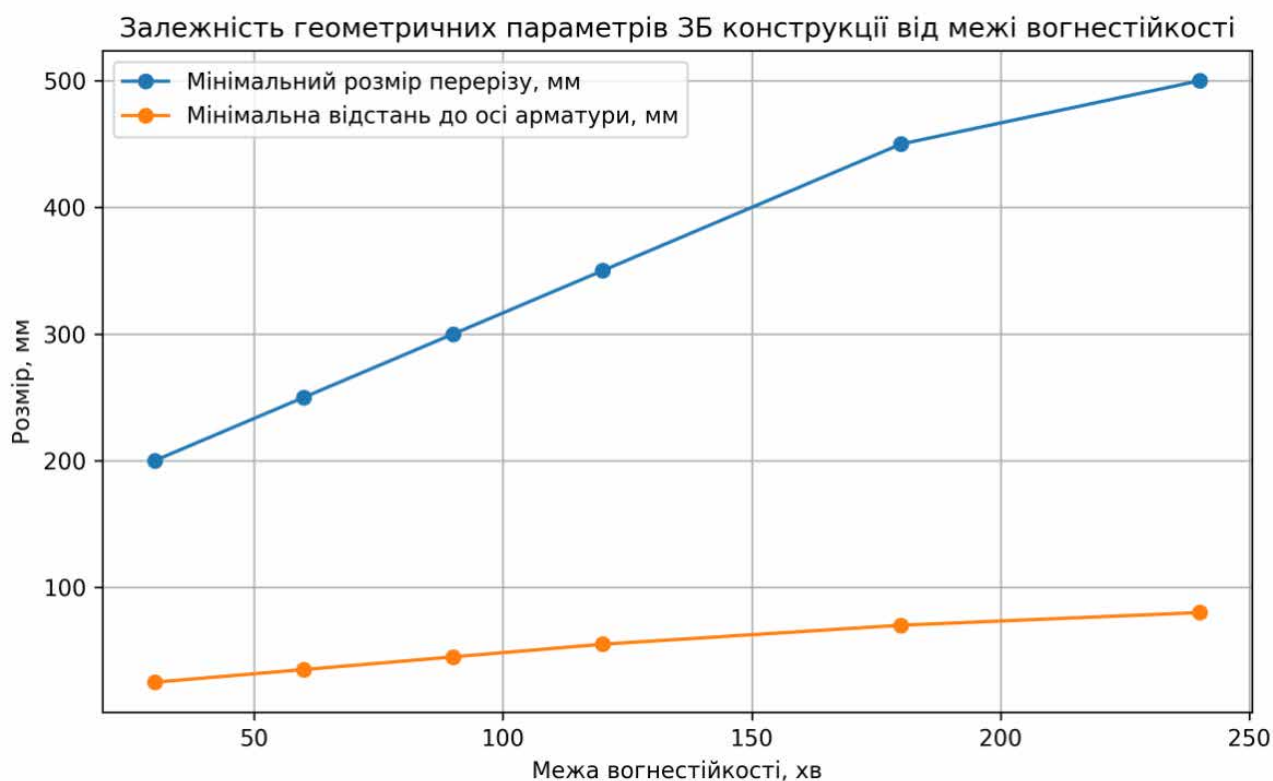


Рис. 8.7. Залежність геометричних параметрів залізобетонних конструкцій від межі вогнестійкості

8.1.4.3. Оцінка межі вогнестійкості за втратою несучої здатності

Відповідно до [16] рішення міцності складається з 2 частин: теплотехнічної та статичної.

У теплотехнічній частині розрахунку визначаються температури нагрівання бетону та арматури по перерізу залізобетонної конструкції за заданої тривалості стандартного температурного режиму з метою визначення коефіцієнтів умов роботи арматури та бетону при нагріванні [16].

Зміна властивостей бетону та арматури враховуються коефіцієнтами умов роботи при пожежі. Зміна модулів пружності бетону та арматури також враховуються коефіцієнтами. Значення даних коефіцієнтів визначаються методом інтерполяції за таблицями, представленими в [16].

Статичний розрахунок здійснюється відповідно до загальних вимог [16] до розрахунку на міцність за граничними станами першої групи з урахуванням зміни властивостей арматури та бетону при температурному впливі.

При цьому слід зазначити, що розрахунок проводиться на нормативні навантаження та нормативні опори бетону та арматури. Межа вогнестійкості за втратою несучої здатності настає у час, коли зусилля, які може сприйняти залізобетонний елемент, стануть рівні зусиллям від нормативних навантажень, тобто. в момент часу, коли перестане задовольнятися умова:

$$N_n(M_n) \leq N_{ult,t}(M_{ult,t}) \quad (8.4)$$

де $N_n(M_n)$ – нормативне поздовжнє зусилля або згинальний момент від зовнішнього навантаження (постійного та тимчасового тривалого);

$N_{ult,t}(M_{ult,t})$ – несуча здатність (міцність) залізобетонної конструкції при пожежі тривалістю, що дорівнює значенню R .

В [16] пропонується поелементний метод визначення вогнестійкості конструкції.

Відповідно до цього методу наведений залізобетонний переріз розбивається на малі ділянки, кожна з яких приводиться до ненагрітого бетону. Для кожної ділянки обчислюються значення нормативного опору бетону осьовому стиску і розтягу шляхом множення на знижувальні коефіцієнти умов

роботи бетону, які залежать від температури нагрівання ділянки. Далі, отримані значення опорів підставляють формули міцності для перерізів дійсних розмірів.

В [16] також представлений спрощений метод поелементного розрахунку межі вогнестійкості. Суть даного методу полягає у виключенні з товщини конструкції шарів бетону, нагрітих вище за критичну температуру.

При даному методі розрахунку коефіцієнт умов роботи бетону може приймати тільки два значення нуль або одиницю: для бетону, нагрітого вище критичної температури рівним 0, для бетону, що не досяг значення критичної температури рівним 1.

8.1.4.4. Оцінка межі вогнестійкості втратою цілісності

Втрата цілісності залізобетонної конструкції може наступити з двох основних причин:

1. У зв'язку з крихким руйнуванням бетону, причиною якого є утворення тріщин у структурі бетону. Крихке руйнування проявляється у вигляді відколів шарів бетону від поверхні, що нагрівається.

2. При прогріванні бетону за висотою перерізу до критичних температур, у зв'язку з чим відбувається порушення у структурі бетону. У плитах, стінах і стінках двотаврових балок при двосторонньому нагріванні межа вогнестійкості за цілісністю з утворенням наскрізних тріщин настає при прогріванні бетонного перерізу по всій товщині елемента до критичної температури нагрівання бетону, коли повністю порушується структура бетону [16].

Крихке руйнування бетону може відбуватися з кількох причин:

1. Висока швидкість застосування навантаження. Коли навантаження на бетонну конструкцію збільшується дуже швидко, вона може не встигнути адаптуватися та зруйнуватися.

2. Наявність внутрішніх напружень. Якщо бетонна конструкція була спроектована неправильно або експлуатується неналежним чином, можуть виникнути внутрішні напруження, які призведуть до крихкого руйнування.

3. Недостатня міцність бетону.

4. Зміна умов довкілля. Наприклад, якщо температура повітря різко знижується, бетон може стати більш крихким і схильним до руйнування.

5. Механічний вплив. Наприклад, удари або вібрації можуть призвести до крихкого руйнування бетону.

Оцінку можливості настання крихкого руйнування тонкостінних залізобетонних конструкцій проводять згідно з графіком, представленим на рис. 8.8.

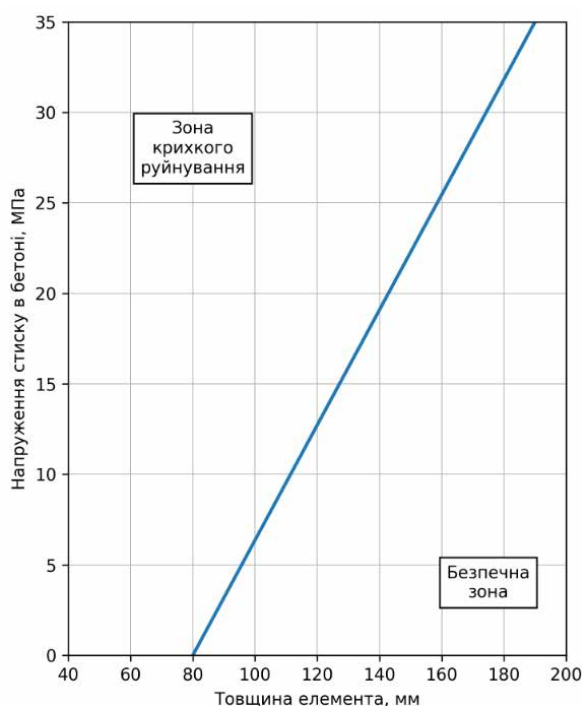


Рис. 8.8. Залежність крихкого руйнування бетону від напружень стиску в бетоні та товщини елемента

Відповідно до даного графіка для недопущення настання крихкої руйнації стискаючі напруги не повинні перевищувати зазначених значень, незалежно від виду бетону.

На відміну від деяких нормативних методик, у яких використовується критерій крихкого руйнування бетону, ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2:2012 базується на фізично нелінійному аналізі температурного стану конструкції та зміні фізико-механічних характеристик бетону й арматури залежно від температури.

ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2:2012 враховує крихке руйнування бетону через:

- конструктивні вимоги;
- обмеження вологості;

- мінімальні перерізи;
- захисний шар;
- тип бетону;
- температурні поля;
- рекомендації щодо фібробетону.

А також температурний аналіз та втрату міцності:

$$f_{c,\theta} = k_{c,\theta} f_c \quad (8.5)$$

та деформаційні залежності:

$$\sigma_c = f(\epsilon_{c,\theta}) \quad (8.6)$$

8.2. Оцінка межі вогнестійкості для монолітного залізобетонного пілону розрахунковим методом

8.2.1. Вихідні дані для розрахунку

В даній науковій роботі для прикладу розглянуто метод визначення межі вогнестійкості для монолітного залізобетонного пілону з бетону В25 армованого арматурою класу А500С, діаметром 16 мм, з кроком 230 мм. Переріз пілону наведено на рис. 8.9.

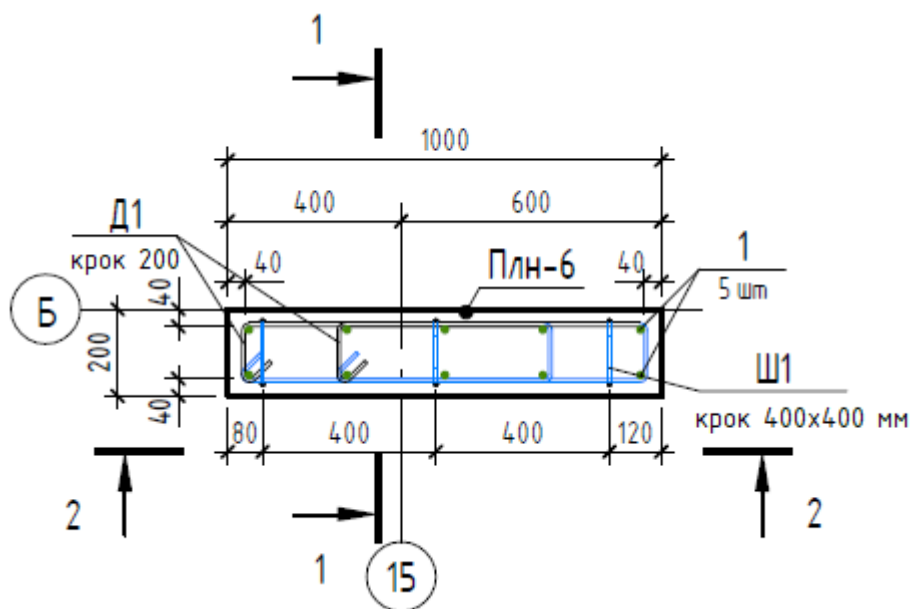


Рис. 8.9. Переріз монолітного залізобетонного пілону

8.2.2. Розв'язання теплотехнічної задачі в ПК «ЛІРА САПР»

Розв'яжемо нестационарне завдання теплопровідності за допомогою використання програмних комплексів, і проаналізуємо отримані результати.

Розрахунок проводиться за допомогою модуля теплопровідності в ПК "ЛІРА-САПР 2022". У його основі покладено метод кінцевих елементів у переміщеннях. При розв'язанні цієї задачі в якості характеристик жорсткості виступають теплофізичні характеристики бетону, а за переміщення приймаються значення температури.

Відповідно до вказівок [16] триангулюємо створений контур перерізу з кроком сітки вузлів 0,01 м. На рис. 8.10 представлена схема одержаного перерізу.

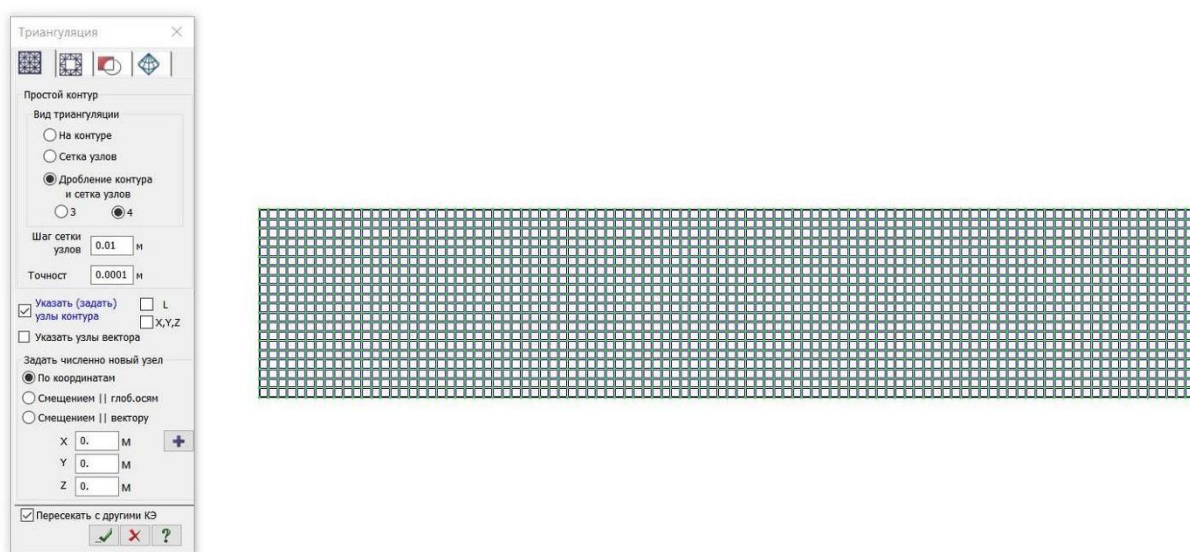


Рис. 8.10. Розрахункова схема перерізу

Для завдання жорсткості пластин необхідно розрахувати теплофізичні характеристики бетону.

Для важкого бетону на силікатному заповнювачі:

$$\lambda = 1,2 - 0,00035T \quad (8.7)$$

$$C = 0,71 + 0,00083T \quad (8.8)$$

де T – температура нагріву бетону, °C.

Порахуємо характеристики бетону для температури $T=300^\circ\text{C}$ для кращої відповідності номограм, наведеним в [16].

$$\lambda = 1,2 - 0,00035 \cdot 300 = 1,095 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{C} = 1,095 \text{ Дж/с} \cdot \text{м} \cdot ^\circ\text{C};$$

$$C = 0,71 + 0,00083 \cdot 300 = 0,959 \text{ кДж/кг} \cdot ^\circ\text{C} = 959 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}.$$

Товщину пластини приймаємо $H = 100$ см, питома вага згідно вимог [16]
 $R_0 = 23045 \text{ Н/м}^3$.

Рис. 8.11. Створення жорсткості пластин перерізу пілону

Для обліку дії конвекції для стрижнів на стороні конструкції, що обігрівається, призначається 1555 тип кінцевих елементів – двовузловий КЕ конвективного теплообміну. Для призначення жорсткості необхідно визначити коефіцієнт конвективного теплообміну α . Згідно [16]:

$$\alpha = 25 \text{ ккал/год}\cdot\text{м}^2\cdot^\circ\text{C} = 29 \text{ Дж/с}\cdot\text{м}^2\cdot^\circ\text{C}.$$

Завдання жорсткості стрижнів представлено малюнку 8.12.

Рис. 8.12. Створення жорсткості КЕ на поверхні, що обігрівається

Створимо 7 завантажень, при цьому, 2-5 завантажень залишаємо порожніми. У першому завантаженні задається початкова температура 20°C конструкції, як зовнішнє навантаження. Вона призначається кожному з вузлів перерізу монолітного залізобетонного пілону. Завдання навантажень у першому завантаженні представлено рис. 8.13.

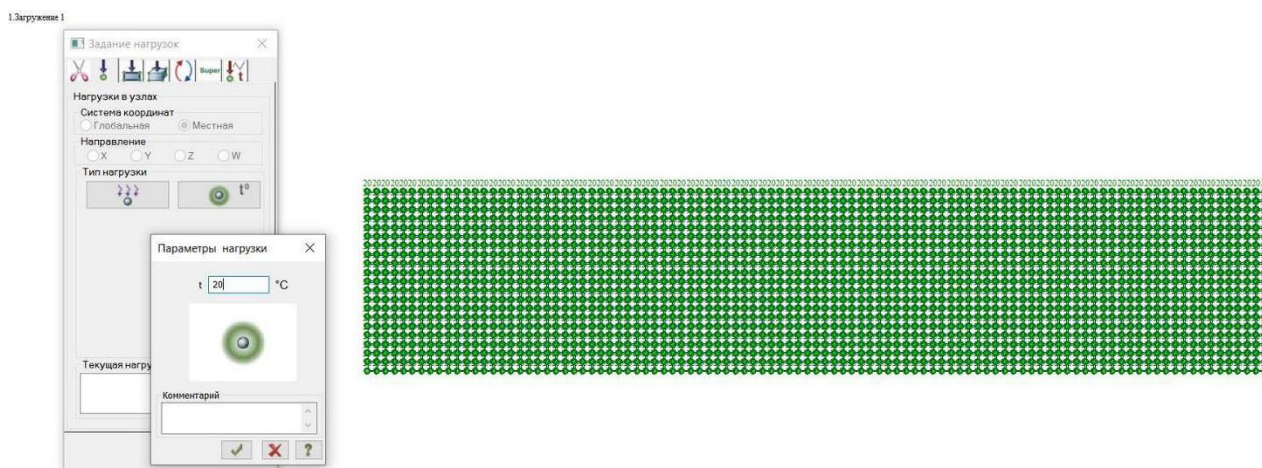


Рис. 8.13. Завдання навантаження від початкової температури на вузли перерізу пілону

У шостому завантаженні задається температура 1°C для кінцевих елементів конвекції. При заданні графіка температур при пожежі значення 1°C буде множитись на температуру, що відповідає графіку, та імітувати нагрівання перерізу. Завдання навантажень у шостому завантаженні представлене на рис. 8.14.

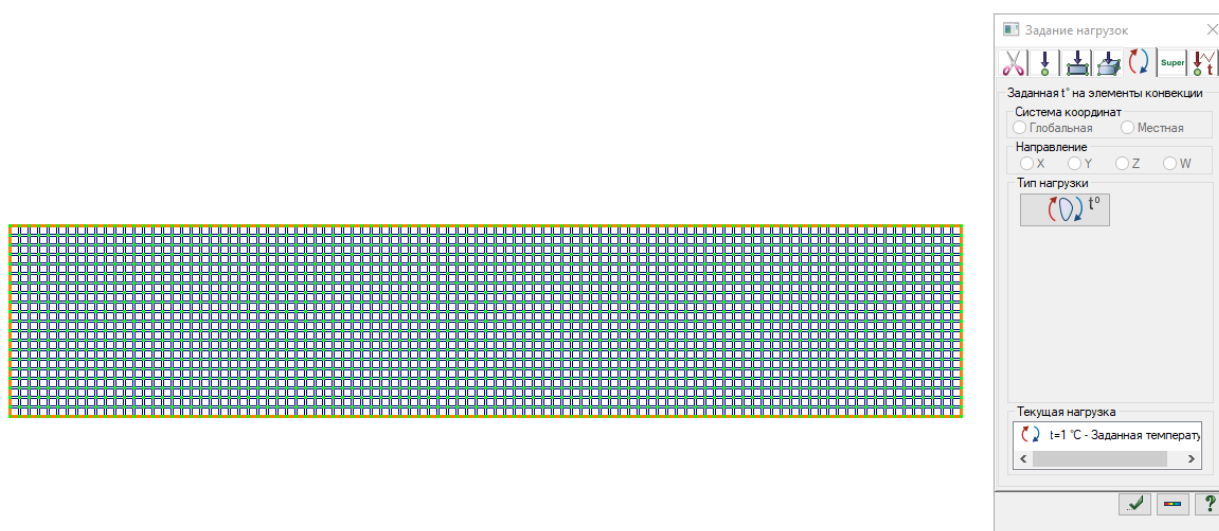


Рис. 8.14. Завдання навантаження на пластини для врахування конвекції

У сьомому завантаженні задається навантаження на ребра пластин поверхні, що обігрівається, вона враховує дію променистого теплового потоку.

Завдання навантажень у сьомому завантаженні представлене на рис. 8.15.



Рис. 8.15. Завдання навантаження теплового потоку на ребро пластини

Задаємо дію пожежі за допомогою діалогового вікна динаміка в часі, який служить для перетворення статичного вузлового навантаження динамічну вузлову. Створюємо закон зміни температури стандартної пожежі за даними таблиці 8.4, складеної з урахуванням вимог [16]: вводимо значення температури, характерне заданого часу дії пожежі.

Таблиця 8.4

Температура середовища в залежності від часу вогневого впливу
стандартної пожежі

Час, с	t, °C
300	576
600	679
900	738
1200	781
1500	810
1800	841
2400	885
3000	915
3600	945
5400	1006
7200	1049

Завдання законів перетворення статичного навантаження на динамічне представлено на рис. 8.16, 8.17. Для шостого завантаження вибираємо закон перетворення – ламаний з довільним кроком, для сьомого завантаження – теплове випромінювання.

Динамика во времени из статических нагрузений

Сводная таблица :

№ дин....	№ стат...
3	6
3	7

Стат.загрузка
№ загр. 6

Динам.загрузка
№ загр. 3

Закон преобразования

☒ 1-Ломан. с произв.шагом

☐ 2-Синусоидальный

☐ 4-Ломаная с равн. шагом

☐ 15-Тепловое излучение

Параметры закона

Начальн. параметры

Кол-во точек

11

t (i) [c]	z (i)
300	576
600	679
900	738
1200	781
1500	810
1800	841
2400	885
3000	915
3600	945
5400	1006
7200	1049

Рис. 8.16. Завдання динамічного навантаження для 6 Завантаження

Динамика во времени из статических нагрузений

Сводная таблица :

№ дин....	№ стат...
3	6
3	7

Стат.загрузка
№ загр. 7

Динам.загрузка
№ загр. 3

Закон преобразования

☐ 1-Ломан. с произв.шагом

☐ 2-Синусоидальный

☐ 4-Ломаная с равн. шагом

☒ 15-Тепловое излучение

Параметры закона

Начальн. параметры

Кол-во точек

11

Козф. поглощения

0.75

Козф. излучения

0.7

Угловой коэффициент

1

t (i) [c]	T (i) [°C]
300	576
600	679
900	738
1200	781
1500	810
1800	841
2400	885
3000	915
3600	945
5400	1006
7200	1049

Рис. 8.17. Завдання динамічного навантаження для 7 Завантаження

Задамо параметри динаміки у часі та здійснимо розрахунок. Завдання параметрів динаміки у часі представлено на рис. 8.18.

Динамика во времени

☒ Выполнять расчет изменения температуры во времени

Номера загрузок:

с динамическими нагрузками

с весами масс

с демпфирующими характеристиками

Параметры интегрирования

Шаг интегрирования с

Время интегрирования с

Кол-во дроблений шага

Коэффициенты интегрирования

Автоматический выбор

Alpha

Для нелинейных итерационных элементов

Минимальное количество итераций

Точность итераций %

Итерационный метод

Автоматический выбор

Результаты расчета

☐ Только перемещения

☐ Перемещения и усилия

☒ Перемещения, усилия и РСУ

☐ Реакции

Параметры расчетов при конструировании

Коэффициент ответственности

☐ Формировать группы РСУ для предыстории

Средний коэф. надежности по нагрузке

Средняя доля длительности

Группа РСУ для динамического нагружения

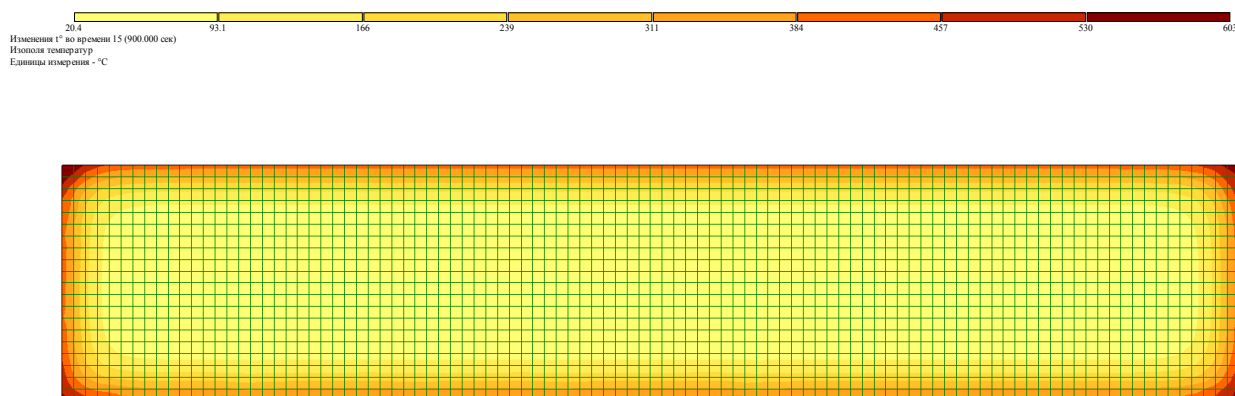
☐ Учитывать динамическое нагружение для II ПС

Средний коэф. надежности по нагрузке

☒ ☐ ☐

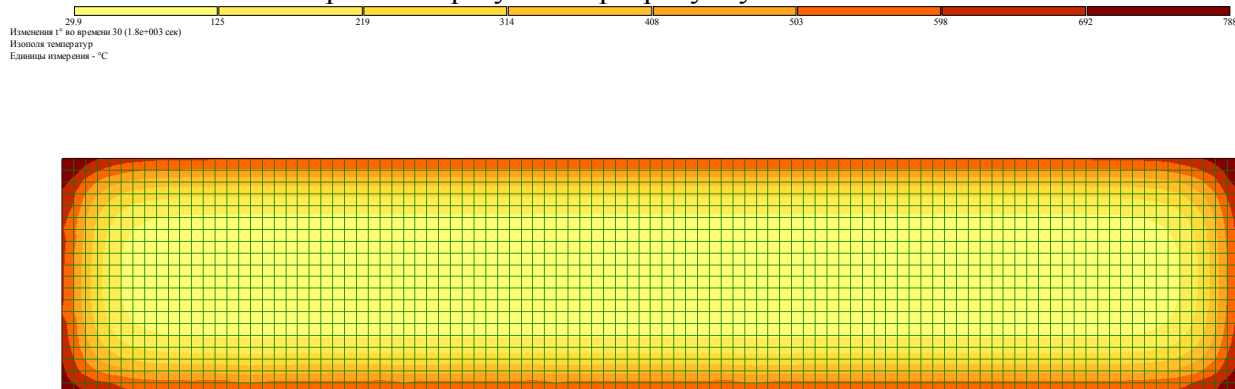
Рис. 8.18. Завдання параметрів динаміки в часі

В результаті проведеного розрахунку можна отримувати ізополя та мозаїки температур у будь-який момент дії пожежі. Розглянемо результат розрахунку для часу 15, 30, 60, 90, 120 та 150 хв. На рисунках 8.19-8.24 представлені ізополя температур в перерізі монолітного пілону перерізом 200x1000 мм в момент часу 15, 30, 60, 90, 120 та 150 хвилин.



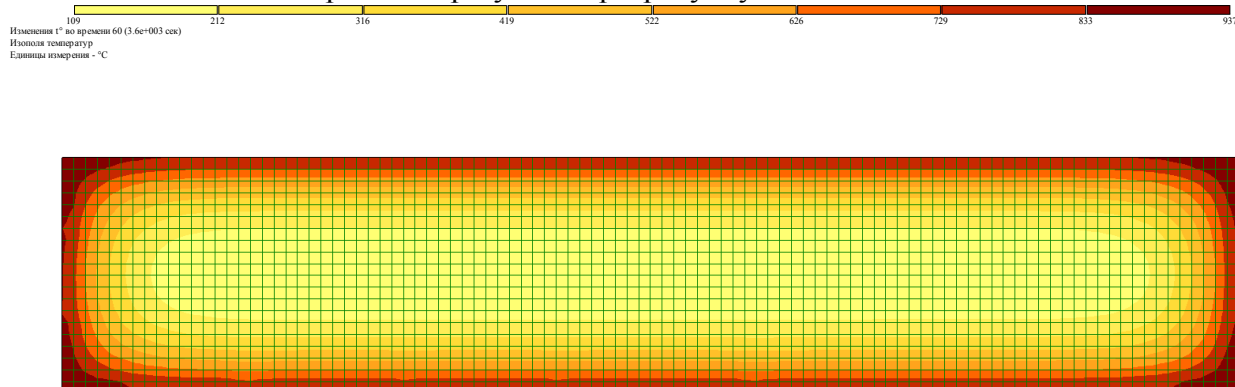
Y
X
Отсч. 0.000

Рис. 8.19. Изополя температур для часу $t=15$ хв. в перерізі пілону перерізом $0,2 \times 1,0$ м, отримані в результаті розрахунку в ПК ЛІРА САПР



Y
X
Отсч. 0.000

Рис. 8.20. Изополя температур для часу $t=30$ хв. в перерізі пілону перерізом $0,2 \times 1,0$ м, отримані в результаті розрахунку в ПК ЛІРА САПР



Y
X
Отсч. 0.000

Рис. 8.21. Изополя температур для часу $t=60$ хв. в перерізі пілону перерізом $0,2 \times 1,0$ м, отримані в результаті розрахунку в ПК ЛІРА САПР

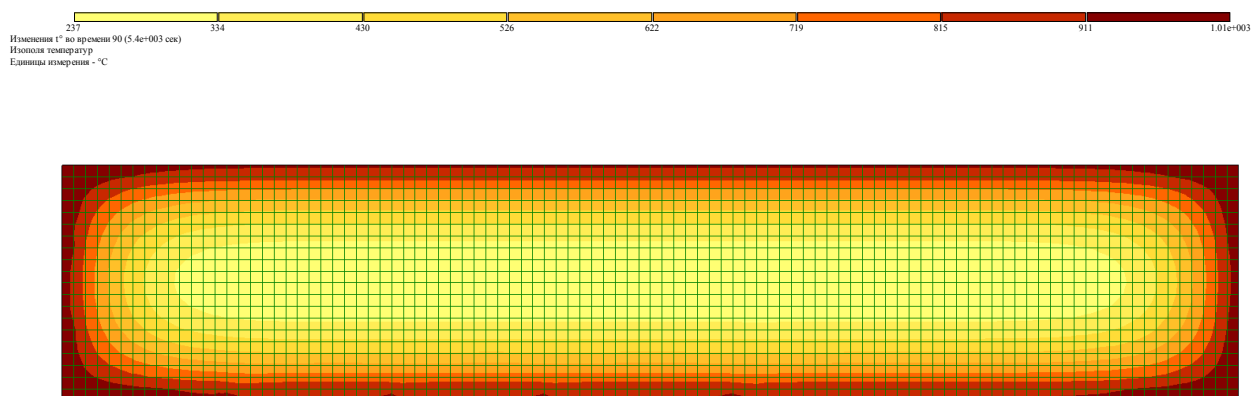


Рис. 8.22. Изополя температур для часу $t=90$ хв. в перерізі пілону перерізом $0,2 \times 1,0$ м, отримані в результаті розрахунку в ПК ЛІРА САПР

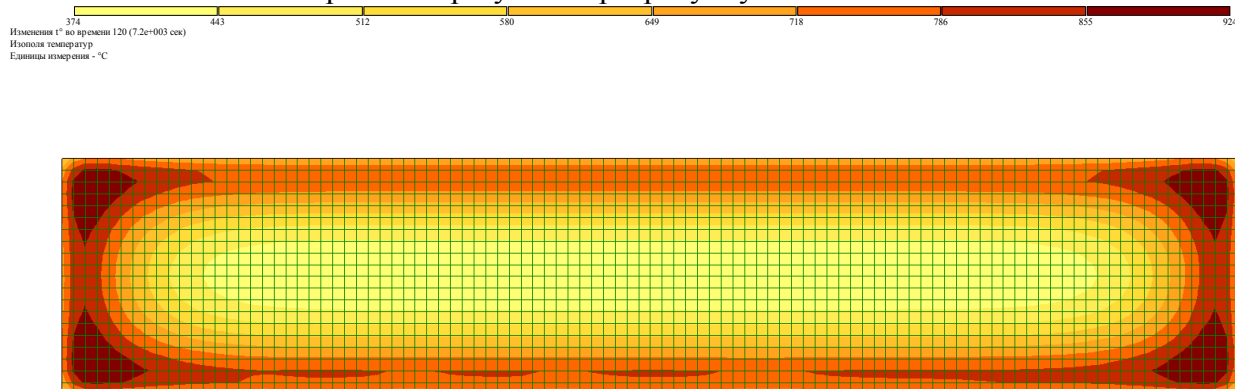


Рис. 8.23. Изополя температур для часу $t=120$ хв. в перерізі пілону перерізом $0,2 \times 1,0$ м, отримані в результаті розрахунку в ПК ЛІРА САПР

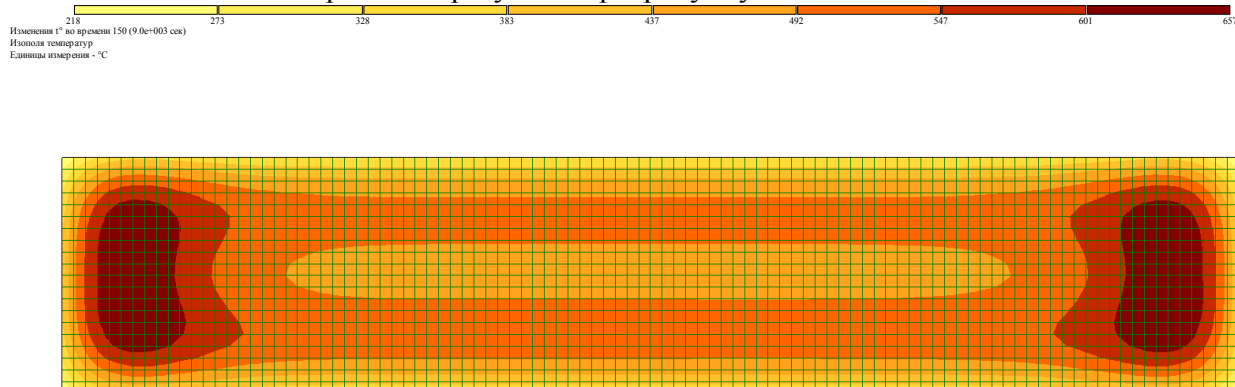


Рис. 8.24. Изополя температур для часу $t=150$ хв. в перерізі пілону перерізом $0,2 \times 1,0$ м, отримані в результаті розрахунку в ПК ЛІРА САПР

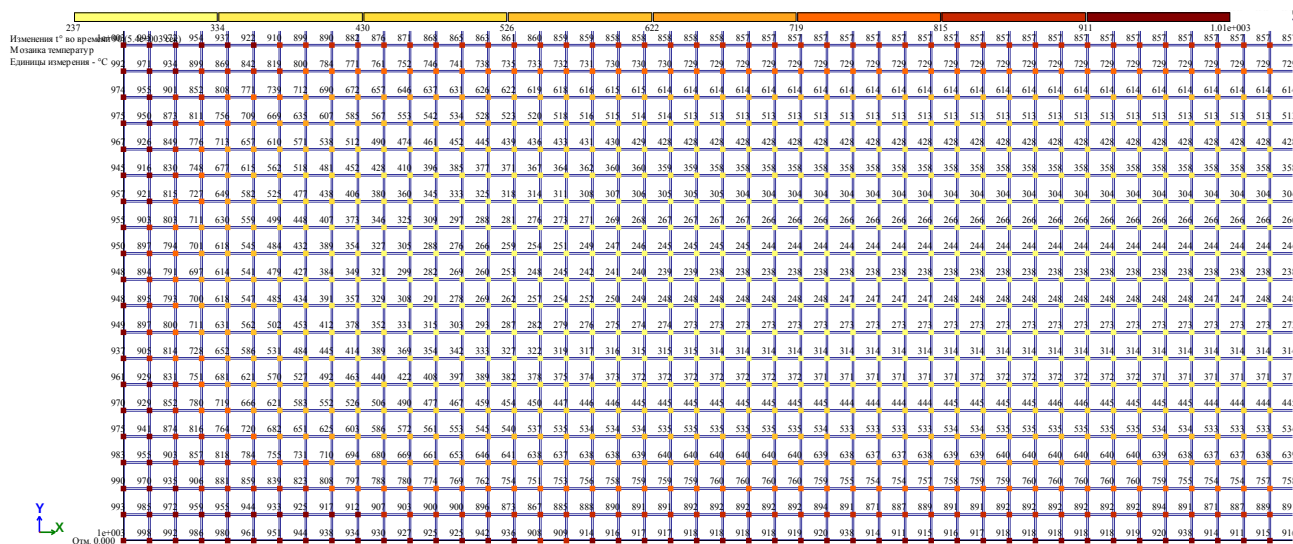


Рис. 8.20. Фрагмент мозаїки температур для часу $t=90$ хв в перерізі пілону перерізом $0,2 \times 1,0$ м, отримані в результаті розрахунку в ПК ЛІРА САПР

Так як будівля дитячого садка в смт. Ворзель Київської області має ступінь вогнестійкості – II, то відповідно до вимог [6] Несучі стіни, колони та інші несучі елементи мають мати межу вогнестійкості за втратою несучої здатності – R90. Як видно з фрагменту мозаїки (рис. 8.20) температура на поверхні монолітного залізобетонного пілону становить $950\text{--}1000$ °C, у центрі перерізу – $220\text{--}350$ °C. За методом ізотерми 500 °C [16] рис. 8.21 можна зробити висновок, що бетон, температура якого перевищує 500 °C, вважається таким, що втратив несучу здатність і не враховується у розрахунковому перерізі конструкції.

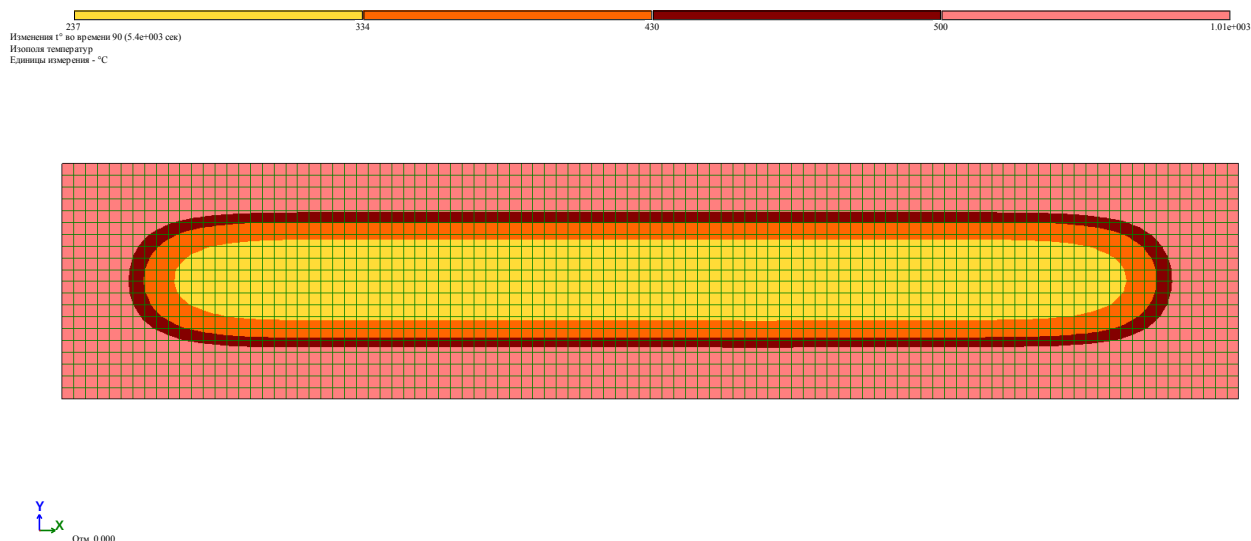


Рис. 8.21. Ізотерма 500 °C

За результатами теплотехнічного розрахунку встановлено, що на 90-й хвилині стандартного температурного впливу температура в зоні розташування

робочої арматури становить 760–800°C. За таких температур відбувається суттєве зниження міцнісних і деформаційних характеристик арматурної сталі, що свідчить про вичерпання несучої здатності елемента за критерієм *R*. Отже, монолітний залізобетонний пілон перерізом 200×1000 мм у прийнятих умовах нагріву не забезпечує нормативну межу вогнестійкості R90.

Для забезпечення R90 необхідно розглянути збільшення захисного шару бетону, застосування вогнезахисних матеріалів, збільшення товщини пілона або уточнення розрахунку з урахуванням фактичного розташування арматури та умов одностороннього/двостороннього нагріву.

Рекомендації щодо підвищення вогнестійкості пілона малого перерізу

Для забезпечення нормативної межі вогнестійкості монолітного залізобетонного пілона перерізом 200×1000 мм доцільно передбачити такі заходи:

1. **Збільшення захисного шару бетону до робочої арматури.** Оскільки за результатами розрахунку температура в зоні арматури досягає 760–800 °C, необхідно збільшити відстань від нагрітої поверхні до осі робочої арматури. Це дозволить зменшити швидкість її прогріву та довше зберегти несучу здатність елемента.

2. **Збільшення мінімального розміру перерізу пілона.** Для забезпечення R90 доцільно розглянути збільшення меншої сторони перерізу з 200 мм до більшого значення, оскільки мала товщина пілона сприяє швидкому прогріванню бетону та арматури.

3. **Застосування вогнезахисних штукатурок або облицювань.** Ефективним рішенням може бути нанесення вогнезахисного шару на поверхню пілона. Це знижує інтенсивність теплопередачі до бетону та арматури і дозволяє підвищити фактичну межу вогнестійкості конструкції.

4. **Використання плитних або листових вогнезахисних матеріалів.** Для пілонів малого перерізу доцільно застосовувати облицювання негорючими плитними матеріалами, які створюють додатковий теплоізоляційний бар'єр.

5. Уточнення схеми пожежного впливу.

Необхідно перевірити, з якої кількості сторін реально можливий нагрів пілона під час пожежі. Якщо конструкція частково примикає до стін або інших елементів, фактичний прогрів може бути меншим, ніж при три- або чотиристоронньому нагріві.

6. Оптимізація розташування робочої арматури.

За можливості робочу арматуру слід розміщувати далі від нагрітих граней, зберігаючи при цьому вимоги до армування та тріщиностійкості.

7. Застосування бетонів із підвищеною термостійкістю.

Доцільно розглянути використання бетонів на заповнювачах, які краще зберігають властивості при високих температурах, а також бетонів із добавками, що знижують ризик крихкого руйнування при пожежі.

8. Повторний розрахунок після прийняття заходів.

Після вибору конструктивного або вогнезахисного рішення необхідно повторно виконати теплотехнічний розрахунок у ПК «ЛІРА-САПР» та перевірити температуру в зоні робочої арматури на момент 90 хв пожежного впливу.

Для підвищення вогнестійкості монолітного залізобетонного пілона малого перерізу 200×1000 мм доцільно передбачити збільшення захисного шару бетону, застосування вогнезахисних штукатурок або плитних облицювань, уточнення схеми пожежного впливу та оптимізацію розташування робочої арматури. Найбільш ефективним заходом є створення додаткового теплоізоляційного шару, що зменшує швидкість прогріву арматури та дозволяє забезпечити нормативну межу вогнестійкості R90.

ВИСНОВКИ

1. У магістерській роботі виконано дослідження вогнестійкості монолітних залізобетонних конструкцій каркасу дитячого садка у смт. Ворзель Київської області із застосуванням системи «Теплопровідність» у ПК «ЛІРА-САПР». У процесі роботи було проаналізовано нормативну базу України та положення Єврокодів щодо забезпечення вогнестійкості залізобетонних конструкцій, а також досліджено особливості роботи монолітних залізобетонних пілонів в умовах високотемпературного впливу пожежі.

2. У роботі розглянуто основні фактори, що впливають на вогнестійкість залізобетонних елементів, зокрема зміну фізико-механічних характеристик бетону та арматури при нагріванні, особливості нестационарного процесу теплопровідності та вплив температурного режиму стандартної пожежі на напружено-деформований стан конструкції.

3. На основі вимог ДБН В.1.1-7:2016, ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2:2012 та ДСТУ EN 1363-1:2023 виконано аналіз методів визначення межі вогнестійкості залізобетонних конструкцій та встановлено, що найбільш ефективним підходом для оцінки температурного стану конструкцій є чисельне моделювання методом скінченних елементів.

4. У середовищі ПК «ЛІРА-САПР» було створено скінченно-елементну модель монолітного залізобетонного пілона перерізом 200×1000 мм та виконано моделювання температурного впливу стандартної пожежі відповідно до температурного режиму ISO 834. У ході розрахунку отримано ізополя температур у різні моменти часу та визначено характер поширення температури по перерізу конструкції.

5. За результатами теплотехнічного розрахунку встановлено, що при тривалому високотемпературному впливі відбувається інтенсивний прогрів зовнішніх зон пілона, а температура в області розташування робочої арматури через 90 хв пожежного впливу досягає приблизно $760\text{--}800$ °С. Такі температури суттєво перевищують критичні значення для арматурної сталі та призводять до значного зниження її міцності та жорсткості.

6. На основі аналізу ізотерм температур встановлено, що після 90 хв пожежного впливу значна частина бетонного перерізу прогрівається вище 500 °С, що відповідно до положень Єврокоду 2 може розглядатися як зона деградованого бетону, яка не враховується у подальшому розрахунку несучої здатності конструкції. У результаті ефективний робочий переріз пілона суттєво зменшується.

7. Проведений аналіз показав, що монолітний залізобетонний пілон перерізом 200×1000 мм характеризується недостатньою ефективністю щодо забезпечення нормативної межі вогнестійкості R90 без застосування додаткових конструктивних або вогнезахисних заходів. Основною причиною є мала товщина перерізу, що сприяє швидкому прогріванню арматури та втраті несучої здатності конструкції.

8. У результаті дослідження підтверджено доцільність застосування ПК «ЛПРА-САПР» та системи «Теплопровідність» для розрахунку вогнестійкості залізобетонних конструкцій. Використання чисельного моделювання дозволяє більш точно визначати температурні поля, оцінювати зміну характеристик матеріалів та прогнозувати роботу конструкцій в умовах пожежі.

10. Отримані результати можуть бути використані під час проєктування монолітних залізобетонних конструкцій громадських будівель, а також при розробленні заходів щодо підвищення їхньої пожежної безпеки та забезпечення нормативної межі вогнестійкості.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження та впливи. К.: Мінбуд України, 2006. – 57 с.
2. ДБН В.1.2-14:2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. К.: Мінрегіон України, 2018. – 30 с.
3. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 71 с.
4. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. К.: Мінрегіон України, 2014. – 199 с.
5. ДБН В.2.6-161:2017. Дерев'яні конструкції. Основні положення. К.: Мінрегіон України, 2017. – 111 с.
6. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. К.: Мінрегіон України, 2017. – 41 с.
7. ДБН В.2.2-4:2018. Будинки і споруди. Заклади дошкільної освіти. К.: Мінрегіон України, 2018. – 65 с.
8. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. К.: Мінрегіон України, 2018. – 64 с.
9. ДБН В.2.5-56:2014. Системи протипожежного захисту. К.: Мінрегіон України, 2015. – 127 с.
10. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. К.: Мінрегіон України, 2022. – 29 с.
11. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. К.: Мінрегіон України, 2013. – 141 с.
12. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. К.: Мінрегіон України, 2013. – 105 с.
13. ДБН В.2.5-23:2010. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 187 с.
14. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. К.: Мінрегіон України, 2019. – 185 с.

15. ДБН Б.2.2-5:2011. Благоустрій територій. К.: Мінрегіонбуд України, 2012. – 64 с.
16. ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2:2012. Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість. К.: Мінрегіон України, 2013. – 124 с.
17. ДСТУ EN 1363-1:2023. Випробування на вогнестійкість. Частина 1. Загальні вимоги. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2023. – 56 с.
18. ДСТУ-Н Б В.2.6-196:2014 Настанова з проектування залізобетонних балок. Розрахунок на вогнестійкість. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2014. – 45 с.
19. ДСТУ Б В.1.1-27:2010. Захист від пожежі. Будівельна кліматологія. К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.
20. ДСТУ Б В.1.2-3:2006. Прогини і переміщення. Вимоги проектування. К.: Мінбуд України, 2006. – 14 с.
21. ДСТУ Б В.2.6-193:2013. Захист металевих конструкцій від корозії. Загальні вимоги. К.: Мінрегіон України, 2013. – 48 с.
22. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану. К.: Мінрегіон України, 2017. – 44 с.
23. ДСТУ 25192:2012. Бетони. Класифікація та загальні технічні вимоги. К.: Мінекономрозвитку України, 2013. – 18 с.
24. ДСТУ 34028:2016. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 30 с.
25. ДСТУ 6133:2019. Камені бетонні стінові. Технічні умови. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 24 с.
26. ДСТУ Б EN 771-4:2016. Вироби стінові. Автоклавний газобетон. Технічні умови.
27. ДСТУ 5746:2015. Ліфти пасажирські. Основні параметри та розміри. К.: Мінекономрозвитку України, 2015. – 24 с.
28. ДСТУ EN 81-70:2015. Правила безпеки до конструкції та експлуатації ліфтів. Доступність ліфтів для пасажирів. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2015. – 68 с.

29. Khoury G.A. Effect of Fire on Concrete and Concrete Structures // Progress in Structural Engineering and Materials. 2000. Vol. 2. P. 429–447.
30. Kodur V.K.R. Performance-Based Fire Resistance Design of Concrete Structures // Journal of Fire Protection Engineering. 2007. Vol. 17. No. 4. P. 293–320.
31. Hertz K.D. Limits of Spalling of Fire-Exposed Concrete // Fire Safety Journal. 2003. Vol. 38. No. 2. P. 103–116.
32. Buchanan A.H., Abu A.K. Structural Design for Fire Safety. 2nd ed. Wiley, 2017. 432 p.
33. Wang Y.C. Steel and Composite Structures: Behaviour and Design for Fire Safety. London: Spon Press, 2002. 392 p.
34. Purkiss J.A., Li L.Y. Fire Safety Engineering Design of Structures. CRC Press, 2013. 437 p.
35. Lennon T., Moore D.B. The Natural Fire Safety Concept. BRE Press, 2003. 248 p.
36. Franssen J.-M., Vila Real P. Fire Design of Steel Structures. ECCS, 2010. 350 p.
37. Lie T.T. Structural Fire Protection. ASCE Press, 1992. 352 p.
38. Drysdale D. An Introduction to Fire Dynamics. 3rd ed. Wiley, 2011. 551 p.
39. Бамбура А.М. Залізобетонні конструкції. Київ : Вища школа, 2018. – 512 с.
40. Дорофєєв В.С. Будівельні конструкції. Київ : КНУБА, 2019. – 486 с.
41. Перельмутер А.В. Розрахунок конструкцій у ПК ЛІРА-САПР. Київ : Електронне видання, 2021. – 376 с.
42. Клименко Є.В. Будівельна механіка. Одеса : Астропринт, 2018. – 540 с.
43. Барашиков А.Я. Будівельна механіка та розрахунок конструкцій. Київ : Вища школа, 2016. – 384 с.
44. Пічугін С.Ф. Монолітні залізобетонні конструкції будівель. Полтава : ПолтНТУ, 2017. – 420 с.
45. Ватін М.І. Проектування залізобетонних конструкцій за Єврокодом 2. Київ : КНУБА, 2020. – 356 с.

46. Бондаренко В.М. Основи вогнестійкості будівельних конструкцій. Харків : ХНУБА, 2018. – 248 с.
47. Кривенко О.П. Пожежна безпека будівель та споруд. Київ : Основа, 2020. – 312 с.
48. Семко О.В. Теорія та практика проєктування залізобетонних конструкцій. Полтава : ПолтНТУ, 2019. – 398 с.
49. EN 1992-1-2:2004. Eurocode 2: Design of Concrete Structures – Part 1-2: Structural Fire Design. Brussels: CEN, 2004. – 97 p.
50. ISO 834-1:1999. Fire Resistance Tests – Elements of Building Construction – Part 1: General Requirements. Geneva: ISO, 1999. – 25 p.
51. ISO 23932-1:2018-Fire safety engineering-General principles-Part 1:General

ДОДАТКИ