

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О.М. БЕКЕТОВА**

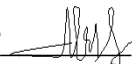
**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

Кафедра геотехніки, підземних споруд та гідротехнічного будівництва

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА
НОВИЙ НАВЧАЛЬНИЙ КОРПУС НАТАЛІНСЬКОГО
НАВЧАЛЬНО-ВИХОВНОГО КОМПЛЕКСУ**

Розробив: студент 3 курсу, групи ПЦБ 2023-1у
спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія
освітня програма «Промислове та цивільне
будівництво» Самойлова Катерина Дмитрівна

Керівник  ст. викл. Гаврилюк О.В.

Рецензент  к.т.н., доцент Александрович В.А.

Харків

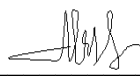
2026

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри геотехніки, підземних споруд та гідротехнічного будівництва

 **Вадим АЛЕКСАНДРОВИЧ**
«01» червня 2026 року

З А В Д А Н Н Я

ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

Самойлової Катерини Дмитрівни

Спеціальність: 192 – Будівництво та цивільна інженерія

Освітньо-професійна програма: *Промислове та цивільне будівництво*

Тема кваліфікаційної роботи: *Новий навчальний корпус Наталінського навчально-виховного комплексу* затверджена наказом ректора ХНУМГ ім. О. М. Бекетова № 447-03 від «26» травня 2026 року

Термін подання завершеної роботи на кафедру 17.06.2026 року

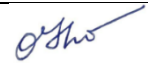
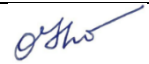
Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: *інженерно-геологічні умови, основні вимоги до несучих та огорожувальних конструкцій будівлі, архітектурно-планувальне рішення об'єкту.*

Зміст розрахунково-пояснювальної записки: *архітектурно-будівельна частина, розрахунково-конструктивна частина, технологічні рішення та організація будівництва, розділ охорони праці.*

Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

- архітектурно-будівельна частина: *фасади, повздовжні та поперечні розрізи, план на відмітці 0.000;*
- розрахунково-конструктивна частина: *робочі креслення основних конструктивних елементів будівлі (фундаменти, колони, ригелі, елементи покриття та перекриття);*
- розділ технології будівельного виробництва: *технологічна карта.*

КОНСУЛЬТАНТИ РОЗДІЛІВ РОБОТИ

Розділ		Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
			завдання видав	завдання прийняв
1. Архітектурно-будівельна частина		Завальний О.В.		
2. Розрахунково-конструктивна частина	Розрахунок підземної частини об'єкту	Гаврилюк О.В.		
	Розрахунок надземної частини об'єкту	Шебет Р.М.		
3. Технологічні рішення та організація будівництва		Братішко С.М.		
4. Охорона праці		Нікітченко О.Ю.		
Нормоконтроль		Гаврилюк О.В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1. Архітектурно-будівельна частина	01.06.2026-04.06.2026	виконано
2. Розрахунково-конструктивна частина	05.06.2026-10.06.2026	виконано
3. Технологічні рішення та організація будівництва	11.06.2026-14.06.2026	виконано
4. Охорона праці	15.06.2026-17.06.2026	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи  ст. викл. Гаврилюк О.В.

Завдання прийняв до виконання  Самойлова К.Д.

Дата видачі завдання «01» червня 2026 р.

ЗМІСТ

Розділ 1. Архітектурно – конструктивне рішення.....	6
1.1 Загальна характеристика об’єкта будівництва.....	6
1.2 Об’ємно-планувальне рішення.....	8
1.4 Зовнішнє та внутрішнє оздоблення.....	12
1.5 Теплотехнічний розрахунок.....	13
1.6 Інженерне та санітарно-технічне обладнання будівлі.....	16
Розділ 2. Розрахунково-конструктивна частина	18
2.1 Розрахунок та проектування підземної частини будівлі	18
2.1.1 Вихідні дані для розрахунку	18
2.1.2 Розрахунок ширини підшви фундаменту	18
2.1.3 Перевірка напружень під підшвою фундаменту.....	19
2.1.4 Розрахунок осідання	21
2.2 Розрахунок та проектування надземної частини будівлі	22
2.2.1 Загальні дані по розрахунку	22
2.2.2 Розрахунок конструктивної системи в програмному комплексі SCAD.....	23
Розділ 3. Технологія та організація будівельного виробництва	36
3.1 Загальні положення.....	36
3.2 Технологія виконання монтажних робіт	37
3.3 Технологія виконання монолітних робіт.....	39
3.4 Технологія виконання кам’яних робіт	41
3.5 Розрахунок потреби в матеріально-технічних ресурсах.....	43
3.6 Техніко-економічні показники комплексного процесу	47
3.7 Вибір транспортних засобів і монтажного крана	48
3.8 Контроль якості та безпечність виконання робіт	51

Розділ 4. Охорона праці.....	54
4.1 Завдання охорони праці в будівництві	54
4.2. Аналіз умов праці на об'єкті будівництва з виявленням можливий небезпечних і шкідливих виробничих факторів	56
4.3 Організація безпечних і нешкідливих умов праці на об'єкті будівництва	61
4.4 Розрахунок небезпечної зони роботи крана	66
Список використаних джерел	70

Розділ 1. Архітектурно – конструктивне рішення

1.1 Загальна характеристика об'єкта будівництва

Об'єктом проєктування є будівництво та реконструкція навчально-виховного комплексу, до складу якого входять загальноосвітня школа І–ІІІ ступенів та дошкільний навчальний заклад. Комплекс розташований за адресою: вул. Промислова, 34, с. Наталине, Красноградський район, Харківська область.

Ділянка будівництва характеризується нерівномірним рельєфом, що потребує попереднього виконання планувальних робіт. Перед початком основних будівельно-монтажних процесів передбачається вирівнювання території та підготовка горизонтального будівельного майданчика. Таке рішення дозволяє забезпечити раціональне розміщення будівлі, безпечну організацію будівельних робіт та ефективне функціонування об'єкта після введення його в експлуатацію.

Планувальні рішення території передбачають організоване відведення поверхневих і зливових вод із твердих покриттів, проїздів, тротуарів та інших елементів благоустрою. Це сприяє запобіганню застою води, зменшенню ризику підтоплення окремих ділянок та підвищенню довговічності покриттів.

Проєктом благоустрою прилеглої території передбачено комплекс заходів, спрямованих на формування зручного, безпечного та естетично привабливого середовища. До основних рішень належать улаштування покриттів із тротуарної плитки, озеленення території, посадка дерев, створення газонів, а також висадження декоративних чагарників рядової посадки.

У межах проєкту передбачено виконання внутрішньомайданчикових тимчасових інженерних мереж, організацію будівельного майданчика, благоустрій прилеглої території та зовнішнє освітлення. Прийняті рішення

спрямовані на забезпечення належних умов будівництва, подальшої експлуатації об'єкта та створення комфортного освітнього середовища.

Територія належить до зони помірно континентального клімату, для якого характерні відносно холодна зима, тепле літо, помірна кількість атмосферних опадів та виражені сезонні коливання температури повітря.

Під час розроблення архітектурно-будівельних і конструктивних рішень кліматичні параметри району будівництва приймаються відповідно до вимог ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» [17].

За розрахунковими кліматичними даними для м. Харків середня температура найхолоднішого місяця, січня, становить $-5,9^{\circ}\text{C}$, а найтеплішого місяця, липня, — $+20,7^{\circ}\text{C}$. Середньорічна температура повітря становить $+7,6^{\circ}\text{C}$. Температура найбільш холодної п'ятиденки забезпеченістю 0,92 приймається -23°C , що враховується при теплотехнічному розрахунку огорожувальних конструкцій та виборі конструктивних рішень будівлі.

Тривалість періоду із середньодобовою температурою повітря $\leq 8^{\circ}\text{C}$ становить 179 діб, із середньою температурою цього періоду $-1,0^{\circ}\text{C}$. Початок цього періоду припадає орієнтовно на 14 жовтня, закінчення — на 11 квітня. Дані показники враховуються при визначенні умов експлуатації будівлі, проєктуванні систем опалення та забезпеченні енергоефективності навчального корпусу.

Вітровий режим території характеризується переважанням у холодний період року вітрів західного напрямку. У січні повторюваність західного напрямку становить близько 19 %, середня швидкість вітру — 4,4 м/с. У літній період переважають вітри північного напрямку із повторюваністю близько 17 % та середньою швидкістю 3,3 м/с.

1.2 Об'ємно-планувальне рішення

За умовну відмітку $\pm 0,000$ прийнято рівень чистої підлоги першого поверху. Рівень чистої підлоги другого поверху прийнято на відмітці $+3,300$. Усі висотні позначки будівельних конструкцій, елементів благоустрою та інженерних мереж визначаються відносно прийнятої умовної відмітки.

Основною метою прийнятого об'ємно-планувального рішення є створення зручного, безпечного та функціонально доцільного середовища для організації навчання, виховання, відпочинку та обслуговування дітей. Проектом передбачено раціональне зонування приміщень, зручні внутрішні зв'язки між функціональними групами, а також належні умови для перебування учнів, педагогічного, адміністративного та технічного персоналу [2].

Будівля навчального корпусу розрахована на 385 осіб.

Вертикальний зв'язок між поверхами здійснюється за допомогою внутрішніх сходів. Перехід з першого поверху на другий передбачено через запроєктовану сходову клітку, розміщення якої відображено на плані першого поверху на відмітці $\pm 0,000$.

На першому поверсі розміщено приміщення навчального, спортивного, культурно-масового, медичного та допоміжного призначення. До їх складу входять навчальні класи, кабінети, гардероб, тамбури, коридори, кабінет медичного обслуговування, процедурна, кабінет художнього керівника, артистичні приміщення для хлопців і дівчат, зал для глядачів на 112 місць, санітарні вузли, спортивна зала, спорядна, душова та переддушова для дівчат, майстерня для учнів 5–9 класів, електрощитова, комора для зберігання спортивного одягу, підсобне приміщення сцени та приміщення для зберігання прибирального інвентарю.

Другий поверх призначений переважно для розміщення навчальних, адміністративних та допоміжних приміщень. Тут передбачено бібліотеку,

кабінети географії, української мови, математики, інформатики, хімії, фізики, лабораторію фізики, лаборантську, кабінет праці для дівчат, кабінет шкільного психолога, методичний кабінет, приймальню, кімнату завгоспа, архіви, гардероб технічного персоналу, санітарні вузли для хлопців і дівчат, коридори, тамбури, підсобні приміщення, мийку, електрощитову та приміщення для зберігання інвентарю для прибирання.

Основні габаритні розміри будівлі становлять:

- ширина в осях «1–8» — 66,0 м;
- довжина в осях «А–Е/3» — 60,0 м;
- відмітка найвищої точки будівлі — +10,800 м.

Конструктивне рішення будівлі передбачає застосування стін із піноблоків, залізобетонних плит перекриття та металевих колон. Прийняті конструктивні елементи забезпечують необхідну просторову жорсткість, міцність, довговічність та експлуатаційну надійність будівлі.

При проєктуванні будівлі прийнято навантаження відповідно до вимог ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» [8]. Для району будівництва враховано такі вихідні навантаження:

- снігове навантаження для II кліматичного району — 160 кгс/м²;
- вітрове навантаження для II кліматичного району — 43 кгс/м²;
- характеристичне значення рівномірно розподіленого навантаження на перекриття — 150 кгс/м².

Прийняте об'ємно-планувальне рішення забезпечує раціональне використання внутрішнього простору будівлі, чіткий розподіл функціональних зон, зручну організацію руху учнів і персоналу, а також створення комфортних умов для навчального, виховного, спортивного та культурного процесів [2].

Таблиця 1.1 — Техніко-економічні показники об'єкта

Показник	Значення/ Одиниця виміру
Площа забудови існуючої школи	1208,20 м ²
Загальна площа будівлі	3636,56 м ²
Загальна площа існуючої будівлі	1993,21 м ²
Корисна площа будівлі	3554,33 м ²
Корисна площа існуючої будівлі	1947,28 м ²
Будівельний об'єм будівлі	21743,25 м ³
Будівельний об'єм існуючої будівлі	10137,50 м ³
Місткість навчального закладу	385 осіб
Кількість робочих місць	46 осіб
Ступінь вогнестійкості	II
Витрати води	17,240 м ³ /добу
Водовідведення	14,583 м ³ /добу
Витрати тепла на опалення	217,24 ГДж/рік
Витрати тепла на вентиляцію	298,12 ГДж/рік

1.3 Конструктивні елементи будівлі

Конструктивні рішення нового навчального корпусу Наталинського навчально-виховного комплексу прийняті з урахуванням функціонального призначення будівлі, архітектурно-планувальних рішень, умов експлуатації, вимог міцності, жорсткості, довговічності та пожежної безпеки. Вибір будівельних конструкцій і матеріалів виконано відповідно до чинних будівельних норм і стандартів України [10-13, 21].

Прийняті в проєкті технічні рішення відповідають вимогам екологічної, санітарно-гігієнічної, протипожежної та експлуатаційної безпеки. Основні будівельні конструкції прийнято такими:

- зовнішні стіни — з піноблоків із подальшим улаштуванням теплоізоляційного та оздоблювального шарів;
- внутрішні стіни — цегляні;
- перегородки — цегляні та гіпсокартонні по металевому каркасу;
- міжповерхове перекриття — залізобетонне;

- несучі вертикальні елементи — металеві колони;
- сходи — залізобетонні;
- покрівля — скатна, з покриттям із бітумної черепиці;
- віконні заповнення — з алюмінієвого профілю з енергозберігаючими склопакетами;
- центральні входні двері — металеві;
- внутрішні двері — дерев'яні;
- підвісні стелі — з гіпсокартонних листів або плит типу «Армстронг» по металевому каркасу.

Для захисту конструкцій від капілярного підсмоктування вологи по верху фундаментів передбачається горизонтальна гідроізоляція з двох шарів рулонного гідроізоляційного матеріалу. Склад конструкції покриття прийнято таким:

- покрівельне покриття;
- профільований металевий лист по металевих прогонах;
- вітрозахисна плівка;
- теплоізоляційний шар із базальтових плит;
- несучий профільований лист;
- елементи металевого каркаса покриття.

Застосування базальтових плит як утеплювача забезпечує необхідні теплотехнічні характеристики покриття, а також підвищує рівень пожежної безпеки конструкції. Склад міжповерхового перекриття прийнято таким:

- покриття підлоги з керамограніту;
- цементно-піщана вирівнювальна стяжка по армувальній сітці;
- гідроізоляційний шар;
- шумоізоляційний шар;
- залізобетонна плита перекриття;
- металеві балки перекриття;

– підвісна стеля.

Металеві елементи несучого каркаса підлягають вогнезахисній обробці спеціальними складами. Для забезпечення нормативної межі вогнестійкості передбачається нанесення вогнезахисних покриттів типу «Ньюспрей», «Ендотерм ХТ-150» або аналогічних сертифікованих матеріалів. Застосування вогнезахисної обробки дозволяє підвищити стійкість металевих конструкцій до дії високих температур у разі пожежі.

Прийняті конструктивні рішення забезпечують просторову жорсткість будівлі, надійну роботу несучих і огорожувальних елементів, а також відповідають вимогам щодо безпечної та довготривалої експлуатації навчального корпусу.

1.4 Зовнішнє та внутрішнє оздоблення

Зовнішнє оздоблення фасадів передбачає застосування теплоізоляційних плит товщиною 200 мм із подальшим нанесенням армувального шару та декоративного штукатурного покриття за технологією типу Ceresit або аналогічною.

Для віконних прорізів передбачено встановлення енергозберігаючих склопакетів.

Внутрішнє оздоблення приміщень прийнято залежно від їх функціонального призначення. У навчальних, адміністративних і допоміжних приміщеннях передбачається обшивка стін гіпсокартонними листами або виконання покращеної штукатурки з подальшим шпаклюванням та фарбуванням у два шари.

У санітарних вузлах, душових та інших приміщеннях із підвищеною вологістю передбачається штукатурення поверхонь із подальшим облицюванням керамічною плиткою. Керамічна плитка є вологостійким і довговічним

матеріалом, що відповідає санітарно-гігієнічним вимогам для приміщень такого призначення.

Оздоблення сходових кліток передбачається шляхом штукатурення, шпаклювання та фарбування поверхонь у два шари. Матеріали для оздоблення сходових кліток приймаються з урахуванням вимог пожежної безпеки, зносостійкості та інтенсивності експлуатації.

У приміщеннях навчального корпусу також передбачається влаштування підвісних стель із гіпсокартонних листів або плит типу «Армстронг».

1.5 Теплотехнічний розрахунок

Розрахунок огорожувальних конструкцій будівель виконується з урахуванням вимог ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель», а вибір теплоізоляційного матеріалу може бути обґрунтований відповідно до ДСТУ 9191:2022 [14, 16].

Стіна запроектована багатошаровою: основний несучо-огорожувальний шар виконано з піноблоків, із внутрішнього боку передбачено штукатурний шар із подальшим фарбуванням, а із зовнішнього боку — теплоізоляційний шар із мінераловатних плит.

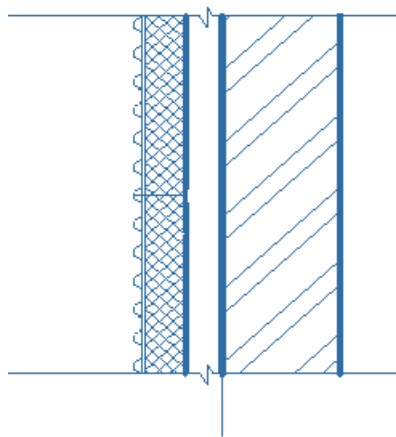


Рис. 1.1 – Схема зовнішньої стіни

Характеристика об'єкта:

- функціональне призначення будівлі — навчально-виховний комплекс;
- ступінь вогнестійкості — III;
- клас відповідальності — I;
- розрахункова внутрішня температура повітря — $t_{\text{в}} = 16^{\circ}\text{C}$;
- розрахункова температура зовнішнього повітря найбільш холодної доби забезпеченістю 0,92 — $t_{\text{н}} = -25^{\circ}\text{C}$;
- коефіцієнт положення зовнішньої поверхні огороження — $n = 1$;
- нормативний температурний перепад між температурою внутрішнього повітря та температурою внутрішньої поверхні огороження — $\Delta t_{\text{н}} = 4^{\circ}\text{C}$;
- коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні — $\alpha_{\text{в}} = 2,1$.

Конструкція зовнішньої стіни складається з таких шарів: мінераловатний утеплювач, $\rho = 100\text{кг/м}^3$, товщиною 0,20 м (δ_1); кладка з піноблоків на цементно-піщаному розчині товщиною 0,30 м (δ_1); складна штукатурка товщиною 0,02 м (δ_1).

Необхідний опір теплопередачі зовнішнього огороження визначається за формулою [19]:

$$R_0^{\text{тр}} = \frac{n(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{\Delta t_{\text{н}} \cdot \alpha_{\text{в}}} \quad (1.1)$$

де n — коефіцієнт, що враховує положення зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції; $t_{\text{в}}$ — розрахункова температура внутрішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{н}}$ — розрахункова температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$; $\Delta t_{\text{н}}$ — нормативний температурний перепад, $^{\circ}\text{C}$; $\alpha_{\text{в}}$ — коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$.

$$R_0^{\text{тр}} = \frac{1 \cdot (16 - (-25))}{23 \cdot 2,1} = 0,9 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$$

Для визначення розрахункового опору теплопередачі багатошарової конструкції враховується термічний опір кожного шару стіни:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i} \quad (1.2)$$

де δ_i — товщина шару, м; λ_i — розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару, Вт/(м·°C).

Теплова інерція зовнішньої стіни визначається за формулою:

$$D = R_1 \cdot S_1 + R_2 \cdot S_2 + \dots + R_n \cdot S_n \quad (1.3)$$

де R_i — термічний опір окремого шару, м²·К/Вт; S_i — коефіцієнт теплотасвоєння матеріалу шару, Вт/(м²·К).

За вихідними даними: $S_1 = 0,57$ Вт/(м² · К), $S_2 = 10,9$ Вт/(м² · К), $S_3 = 10,42$ Вт/(м² · К). Термічний опір окремих шарів приймається: $R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,2}{0,57} = 0,35$ м² · К/Вт, $R_2 = 0,02$ м² · К/Вт, $R_3 = 0,001$ м² · К/Вт.

Теплова інерція стіни становить:

$$D = 0,0012 \cdot 187,6 + 3,333 \cdot 0,285 + 0,287 \cdot 10,9 + 0,011 \cdot 10,42 = 4,42$$

Отримане значення теплової інерції свідчить, що конструкція зовнішньої стіни має достатню масивність для забезпечення стабільнішого температурного режиму внутрішніх приміщень у холодний період року.

Визначення товщини теплоізоляційного шару

Для розрахунку приймається середня температура найбільш холодних діб забезпеченістю 0,92: $t_n = -25^\circ\text{C}$. Опір теплопередачі з урахуванням опалювального періоду визначається за градусо-добами опалювального періоду: $\text{ГДОП} = (t_v - t_{\text{оп}}) \cdot Z_{\text{оп}}$, $\text{ГДОП} = (20 - (-2,1)) \cdot 189 = 3334$ °C · добу. Приймаємо розрахунковий приведений опір теплопередачі: $R_0^{\text{пр}} = 2,53$ м² · °C/Вт. Необхідна товщина теплоізоляційного шару визначається за формулою:

$$\delta_{\text{ут}} = \lambda_{\text{ут}} \cdot \left(R_0^{\text{пр}} - \frac{1}{\alpha_v} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_3}{\lambda_3} - \frac{1}{\alpha_n} \right) \quad (1.4)$$

Після підстановки числових значень:

$$\delta_{\text{ут}} = 0,045 \cdot \left(2,53 - \frac{1}{2,1} - \frac{0,25}{0,47} - \frac{0,2}{0,35} - \frac{1}{23} \right) = 0,09 \text{ м.}$$

Отриману розрахункову товщину утеплювача округлюємо до стандартного конструктивного значення $\delta_{\text{ут}} = 0,10$ м.

У проєктному рішенні прийнято теплоізоляційний шар із мінераловатних плит товщиною 200 мм, що перевищує мінімально необхідну розрахункову товщину. Таке рішення підвищує теплозахисні властивості зовнішньої стіни, зменшує тепловтрати будівлі та сприяє підвищенню її енергоефективності.

Загальна конструктивна товщина зовнішньої стіни приймається 510 мм.

1.6 Інженерне та санітарно-технічне обладнання будівлі

Проєктом передбачається обладнання будівлі необхідними інженерними системами, які забезпечують нормальні санітарно-гігієнічні умови, комфортне перебування людей та безперебійну експлуатацію навчального корпусу.

Теплопостачання будівлі передбачається від існуючих теплових мереж. Система опалення повинна забезпечувати нормативний температурний режим у навчальних, адміністративних, допоміжних і санітарно-побутових приміщеннях у холодний період року [12].

Система водопостачання призначена для забезпечення будівлі холодною та гарячою водою для господарсько-побутових і санітарно-гігієнічних потреб. Гаряче водопостачання передбачається з урахуванням потреб санітарних вузлів, душових, медичних та інших допоміжних приміщень [11-12].

Для ефективного регулювання параметрів гарячого водопостачання передбачається влаштування автоматизованого вузла управління. Він забезпечує підтримання заданої температури води, керування роботою насосного обладнання та підвищення надійності функціонування системи [12].

Будівля обладнується системою внутрішньої каналізації, призначеною для збору та відведення господарсько-побутових стічних вод від санітарно-технічних

приладів. До складу внутрішньої каналізації входять водоприймальні прилади, трубопроводи, фасонні елементи та інші комплектувальні вироби.

Зовнішня каналізаційна мережа забезпечує відведення стічних вод від будівлі до існуючих мереж або відповідних споруд водовідведення. До її складу можуть входити трубопроводи, оглядові колодязі та інші елементи, необхідні для надійної роботи системи [11].

Для забезпечення нормативного повітрообміну в приміщеннях передбачається система вентиляції. Вентиляційні системи повинні забезпечувати видалення забрудненого повітря, подачу необхідної кількості свіжого повітря та підтримання належного мікроклімату в навчальних, спортивних, санітарних і допоміжних приміщеннях.

Центральна система витяжної вентиляції приймається з урахуванням функціонального призначення приміщень, кількості людей, санітарно-гігієнічних вимог та режиму експлуатації будівлі. Її робота має забезпечувати необхідний повітрообмін і створювати комфортні умови для навчального процесу [11].

Таким чином, прийняті інженерні рішення забезпечують належні умови експлуатації навчального корпусу, комфортне перебування учнів і персоналу, дотримання санітарно-гігієнічних вимог та ефективне функціонування будівлі протягом усього періоду її використання.

Розділ 2. Розрахунково-конструктивна частина

2.1 Розрахунок та проектування підземної частини будівлі

Для проєктованої будівлі прийнято фундамент неглибокого закладання на природній основі. Розрахунок виконується з метою визначення необхідних розмірів підшви фундаменту, перевірки напружень під підшовою та оцінки величини осідання основи.

2.1.1 Вихідні дані для розрахунку

- $N = 21,16$ т— розрахункове вертикальне навантаження;
- $M = 0,90$ т · м— згинальний момент;
- $R = 0,51$ МПа— розрахунковий опір ґрунту основи;
- $d = 4,19$ м— глибина закладання фундаменту від рівня планування;
- $\gamma_{mt} = 8,38$ г/см³— усереднене значення питомої ваги ґрунту.

Розрахунок фундаментів неглибокого закладання доцільно виконувати з урахуванням сумісної роботи системи «основа — фундамент — надземні конструкції». У методичних рекомендаціях із дисципліни «Основи та фундаменти» зазначено, що після попереднього визначення ширини підшви фундаменту необхідно скласти основну розрахункову схему з урахуванням зусиль N , M , T , прикладених у точці перетину вертикальної осі симетрії та площини підшви фундаменту [1, 23].

2.1.2 Розрахунок ширини підшви фундаменту

Попередня ширина підшви фундаменту визначається за формулою:

$$b = \sqrt{\frac{N_{II}}{R_0 - \gamma_{mt} \cdot d}} \quad (3.1)$$

$$b = \sqrt{\frac{21,16}{50,99 - 8,38}} = 0,70 \text{ м.}$$

Отримане значення ширини підшви є попереднім. Оскільки розрахунковий опір ґрунту залежить від розмірів фундаменту, уточнення ширини підшви виконується методом послідовних наближень. Згідно з методичними рекомендаціями [23], уточнення параметрів b та R необхідно виконувати доти, поки різниця між двома послідовними значеннями ширини фундаменту не буде меншою або рівною 0,1 м.

З урахуванням конструктивних вимог і з метою забезпечення запасу несучої здатності приймаємо квадратну підшву фундаменту з розміром $b = 1,50$ м. Площа підшви фундаменту становить $A = b^2 = 1,50^2 = 2,25$ м². Момент опору квадратної підшви фундаменту - $W = \frac{b^3}{6} = \frac{1,50^3}{6} = 0,56$ м³.

2.1.3 Перевірка напружень під підшвою фундаменту

Середній тиск під підшвою фундаменту визначається за формулою:

$$P_{cp} = \frac{N}{A} \quad (3.2)$$

$$P_{cp} = \frac{21,16}{2,25} = 0,1 \text{ МПа}$$

Умова перевірки:

$$P_{cp} \leq R,$$

0,1 МПа < 0,51 МПа. Умова виконується.

Мінімальний тиск під підшвою фундаменту:

$$P_{min} = \frac{N}{A} - \frac{M}{W} \quad (3.3)$$

$$P_{min} = \frac{21,16}{2,25} - \frac{0,90}{0,56} = 0,078 \text{ МПа}$$

Оскільки $P_{min} > 0$ відрив підшви фундаменту від ґрунтової основи не виникає.

Максимальний тиск під підшвою фундаменту:

$$P_{max} = \frac{N}{A} + \frac{M}{W} \quad (3.5)$$

$$P_{max} = \frac{21,16}{2,25} + \frac{0,90}{0,56} = 0,11 \text{ МПа.}$$

Перевіряємо умову:

$$P_{max} \leq 1,2R.$$

$$0,11 < 0,62 \text{ МПа.}$$

Отже, умова міцності ґрунтової основи за максимальним тиском виконується.

Таким чином, прийняті розміри фундаменту $1,50 \times 1,50$ м забезпечують виконання основних розрахункових умов. Середній, мінімальний та максимальний тиск під подошвою фундаменту не перевищують допустимих значень, а відрив подошви фундаменту від ґрунту не спостерігається.

Таблиця 2.1 – Характеристики ґрунту основи:

Показник	Позначення	Значення
Коефіцієнт умов роботи основи	γ_{c1}	1,1
Коефіцієнт умов роботи фундаменту	γ_{c2}	1,1
Ширина подошви фундаменту	b	1,50 м
Питоме зчеплення ґрунту	c_{II}	20 кПа
Кут внутрішнього тертя	φ_{II}	30°
Глибина закладання фундаменту	d_1	4,19 м
Питома вага ґрунту нижче подошви	γ_{II}	1,78 т/м³
Питома вага ґрунту вище подошви	γ'_{II}	1,78 т/м³
Розрахунковий опір ґрунту основи	R	510 кПа

2.1.4 Розрахунок осідання

Розрахунок осідання виконується для перевірки деформацій ґрунтової основи під дією навантаження від фундаменту. Методичні рекомендації до практичних робіт із дисципліни «Основи та фундаменти» передбачають розрахунок осідання фундаментів неглибокого закладання методом пошарового підсумовування.[23].

Таблиця 2.2 – Вихідні дані для розрахунку осідання:

Показник	Значення
Глибина закладання підшви фундаменту від рівня планування	4,19 м
Глибина закладання підшви відносно природного рельєфу	4,19 м
Гранично допустима деформація фундаменту	150 мм
Розмір підшви фундаменту	1,50 × 1,50 м
Поздовжня сила	21,16 т
Коефіцієнт надійності за ґрунтом	1,1
Середня питома вага ґрунту вище підшви	1,77 т/м ³

Таблиця 2.3 – Фізико-механічні характеристики ґрунтових шарів

№ шару	Товщина шару, м	Питома вага, т/м ³	Питоме зчеплення, т/м ²	Кут внутрішнього тертя, град	Модуль деформації, т/м ²
1	1,50	1,77	0,20	30	2800
2	1,30	1,74	0,10	28	2500
3	5,00	2,00	0,20	32	3600

За результатами інженерно-геологічної оцінки просадні властивості ґрунтів не виявлені, тому просідання від власної ваги ґрунту та від зовнішнього навантаження не враховується.

Таблиця 2.4 – Результати розрахунку осідання

Показник	Значення
Розрахунковий опір ґрунту в рівні підшви фундаменту	0,42 МПа
Середній тиск від навантажень у рівні підшви фундаменту	0,18 МПа
Осідання основи	3,556 мм
Просідання від навантаження	0 мм
Просідання від власної ваги ґрунту	0 мм
Сумарне осідання і просідання	3,556 мм
Глибина стисливої товщі	2,047 м

Перевірка за деформаціями $S = 3,556$ мм. Гранично допустима величина деформації фундаменту $S_u = 150$ мм. Оскільки $3,556 \text{ мм} < 150 \text{ мм}$, умова за деформаціями виконується.

2.2 Розрахунок та проектування надземної частини будівлі

2.2.1 Загальні дані по розрахунку

Розрахунок конструктивних елементів проєктованої будівлі виконано із застосуванням проєктно-обчислювального комплексу SCAD. Даний програмний комплекс призначений для створення, аналізу та розрахунку просторових і плоских розрахункових схем будівельних конструкцій із використанням методу скінченних елементів.

Програмний комплекс SCAD дає змогу виконувати статичні та динамічні розрахунки конструкцій, аналізувати напружено-деформований стан елементів, визначати внутрішні зусилля, переміщення вузлів, перевіряти стійкість системи, формувати розрахункові сполучення навантажень, а також виконувати перевірку несучої здатності сталевих конструкцій [26].

У межах даної бакалаврської роботи використано лише ті функціональні можливості комплексу SCAD, які безпосередньо застосовувалися для розрахунку конструктивної схеми об'єкта. Основна увага приділялася побудові розрахункової моделі стрижневої системи, заданню геометрії, закріплень, навантажень, характеристик матеріалів і перерізів, а також аналізу отриманих результатів розрахунку.

Використання програмного комплексу SCAD дозволило підвищити точність розрахунків, скоротити час обробки вихідних даних і отримати наочні результати у вигляді епюр внутрішніх зусиль, переміщень та інших розрахункових параметрів.

2.2.2 Розрахунок конструктивної системи в програмному комплексі SCAD

Розрахунок конструктивної системи в програмному комплексі SCAD виконувався поетапно. Основні етапи роботи включали створення нового проєкту, формування розрахункової схеми, задання характеристик елементів, прикладання навантажень, виконання розрахунку та аналіз отриманих результатів:

1. Запуск програми та підготовка до створення розрахункової схеми. На першому етапі було виконано запуск програмного комплексу SCAD та створено новий проєкт для розрахунку заданої стрижневої системи. Після цього проєкту було присвоєно відповідну назву, що дозволяє ідентифікувати розрахункову модель об'єкта.

Далі задавалося ім'я файлу в робочій директорії SDATA, у якому зберігалася вся інформація щодо введених вихідних даних, параметрів розрахункової схеми, навантажень, характеристик матеріалів і результатів розрахунку.

Після створення нового проєкту здійснювався перехід до вікна «Дерево проєкту», яке використовується для організації структури розрахункової задачі. На цьому етапі було відкрито робоче вікно «Розрахункова схема», у якому безпосередньо виконувалося формування моделі стрижневої системи.

2. Формування розрахункової схеми стрижневої системи. На другому етапі було виконано побудову геометричної моделі розрахункової схеми. Стрижнева система задавалася в загальній системі координат із визначенням положення вузлів, елементів та їх взаємного розташування.

Під час створення моделі виконувалася нумерація вузлів і стрижневих елементів, що необхідно для подальшого задання опорних закріплень, навантажень, характеристик перерізів та аналізу результатів розрахунку.

Для кожного стрижневого елемента враховувалася місцева система координат, яка використовується при визначенні внутрішніх зусиль, побудові епюр та інтерпретації результатів розрахунку.

У процесі створення розрахункової моделі в програмному комплексі SCAD було виконано призначення типів скінченних елементів, задано жорсткісні характеристики конструктивних елементів, а також сформовано основні варіанти навантажень. До розрахункової схеми прикладено навантаження від власної ваги, постійні та корисні навантаження, снігові впливи, а також вітрові навантаження для різних напрямків дії вітру. Окремо враховано навантаження для середніх і крайніх рам каркаса. За результатами розрахунку виконано оцінку стійкості системи з визначенням критичного коефіцієнта K_{max} . Результати розрахунку в ПК наведено на рис. 2.1 –

Після створення геометричної моделі розрахункової схеми було виконано задання опорних зв'язків у вузлах конструкції. Опорні умови призначалися відповідно до прийнятої конструктивної схеми будівлі та характеру роботи елементів каркаса.

У вузлах спирання були обмежені відповідні переміщення та, за необхідності, повороти. Це дало змогу змодельовати реальні умови закріплення конструкції та забезпечити правильну передачу навантажень від надземної частини будівлі на фундаменти.

Наступним етапом було виконано призначення шарнірів у вузлах окремих стрижневих елементів. Шарніри задавалися в тих місцях, де за конструктивною схемою передбачається відсутність передачі згинального моменту або необхідно врахувати шарнірний характер з'єднання елементів.

Після завершення формування розрахункової моделі було виконано перевірку геометрії схеми, правильності нумерації вузлів і елементів, призначення опорних зв'язків, шарнірів та жорсткісних характеристик.

Сформовану розрахункову схему було збережено у файлі проєкту для подальшого розрахунку та аналізу результатів.

3. Створення завантажень РС На цьому етапі задавалися навантаження, прикладені безпосередньо до вузлів розрахункової схеми. Вузлові навантаження можуть бути представлені у вигляді зосереджених сил або моментів, що діють у напрямках глобальної системи координат.

Крім вузлових навантажень, у розрахунковій схемі було задано навантаження, прикладені безпосередньо до стрижневих елементів. До таких навантажень належать рівномірно розподілені, лінійні та зосереджені навантаження, що діють по довжині елемента.

У програмному комплексі SCAD було сформовано окремі завантаження для всіх основних видів впливів на конструктивну систему будівлі. До

розрахункової моделі були включені навантаження від власної ваги конструкцій, постійні навантаження на покриття та перекриття, корисні навантаження, снігові навантаження з різних напрямків, а також вітрові навантаження для середніх і крайніх рам.

Створені завантаження були збережені в межах розрахункового проєкту та використані для подальшого формування розрахункових сполучень зусиль. Графічне відображення прийнятих завантажень наведено на рисунках 2.1– 2.16.

До складу основних завантажень увійшли:

- власна вага конструктивних елементів;
- снігове навантаження справа та зліва;
- постійне навантаження на покриття;
- постійне навантаження на рівні +3,000;
- корисне навантаження на рівні +3,000;
- корисне навантаження на покриття;
- вітрові навантаження справа, зліва, спереду та ззаду;
- вітрові навантаження для середніх і крайніх рам каркаса.

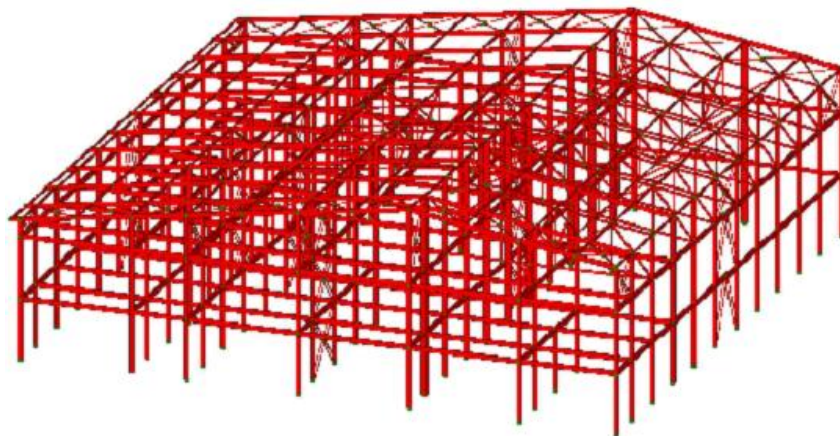


Рисунок 2.1 – Призначення типу скінченного елемента

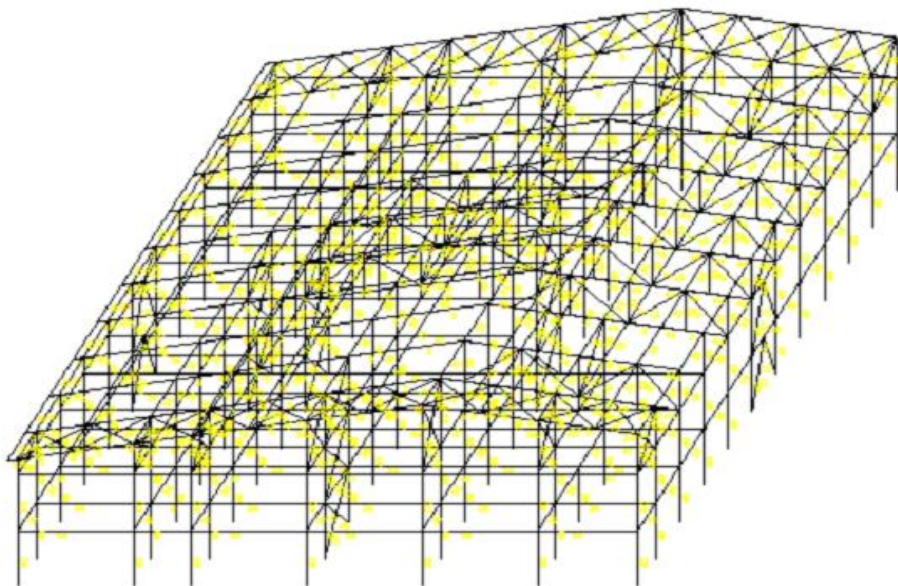


Рисунок 2.2 — Призначення жорсткісних характеристик елементів

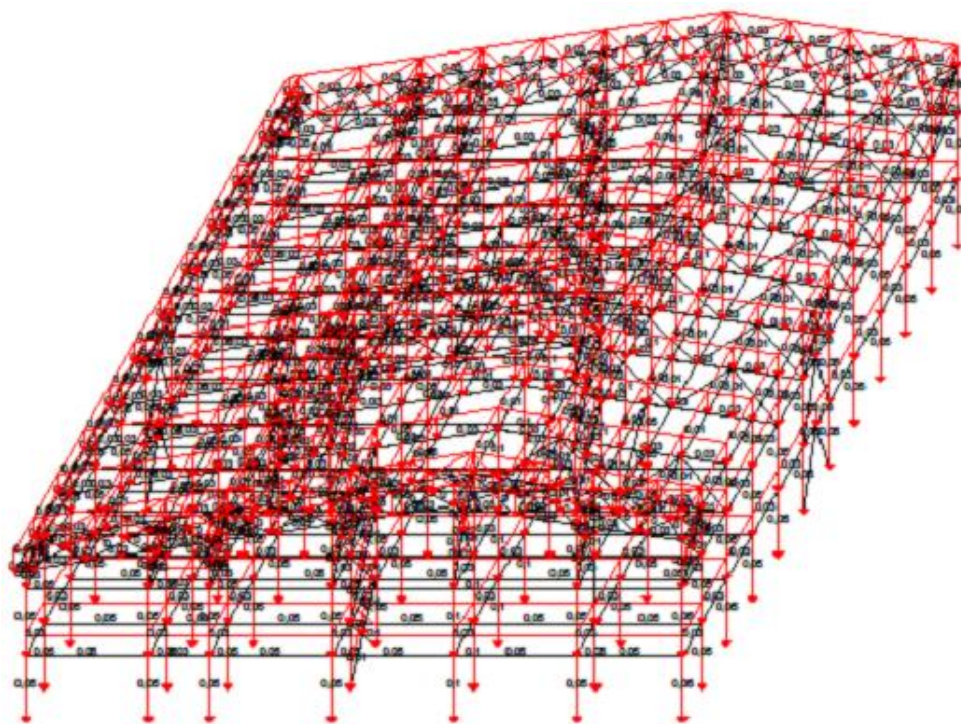


Рисунок 2.3 — Навантаження від власної ваги конструкцій

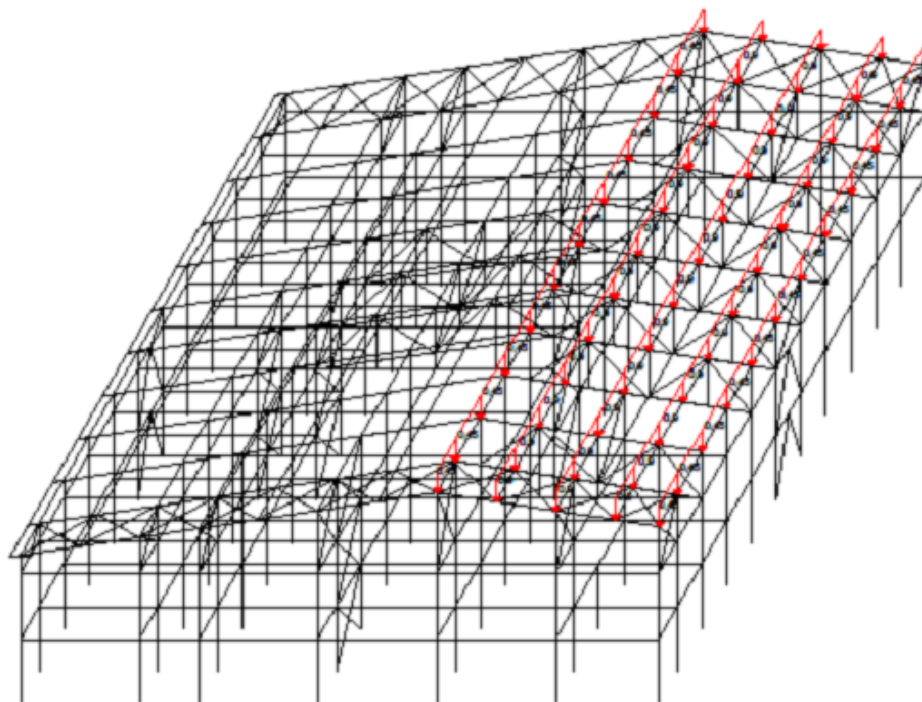


Рисунок 2.4 — Снігове навантаження справа

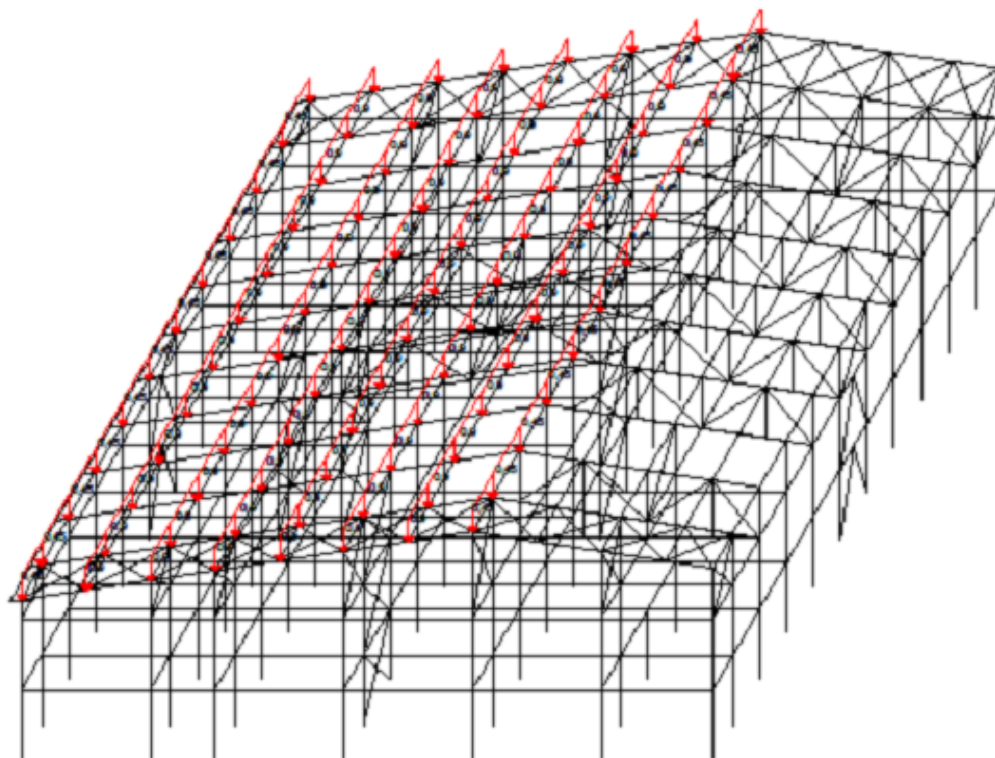


Рисунок 2.5 — Снігове навантаження зліва

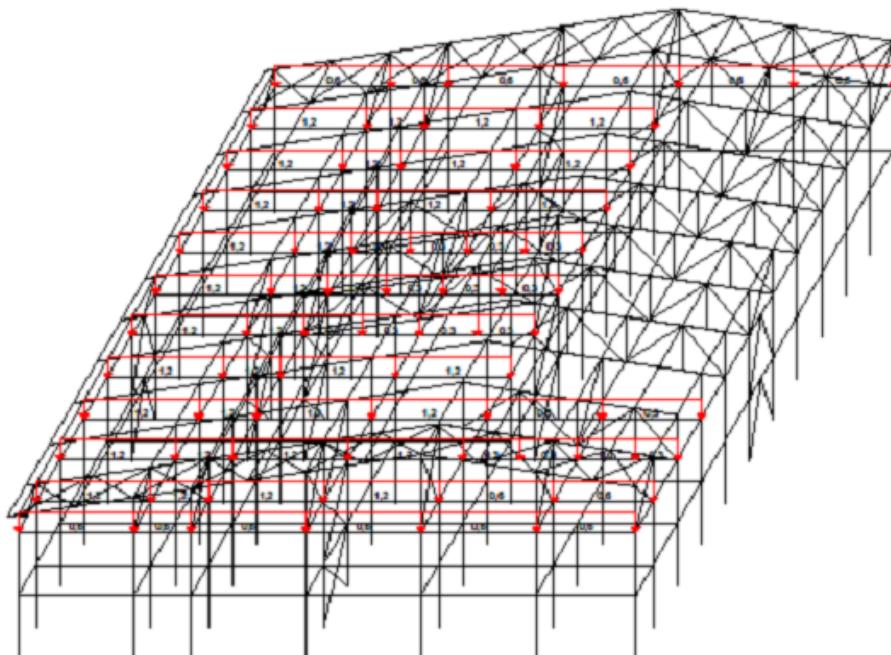


Рисунок 2.6 — Постійне навантаження на покриття

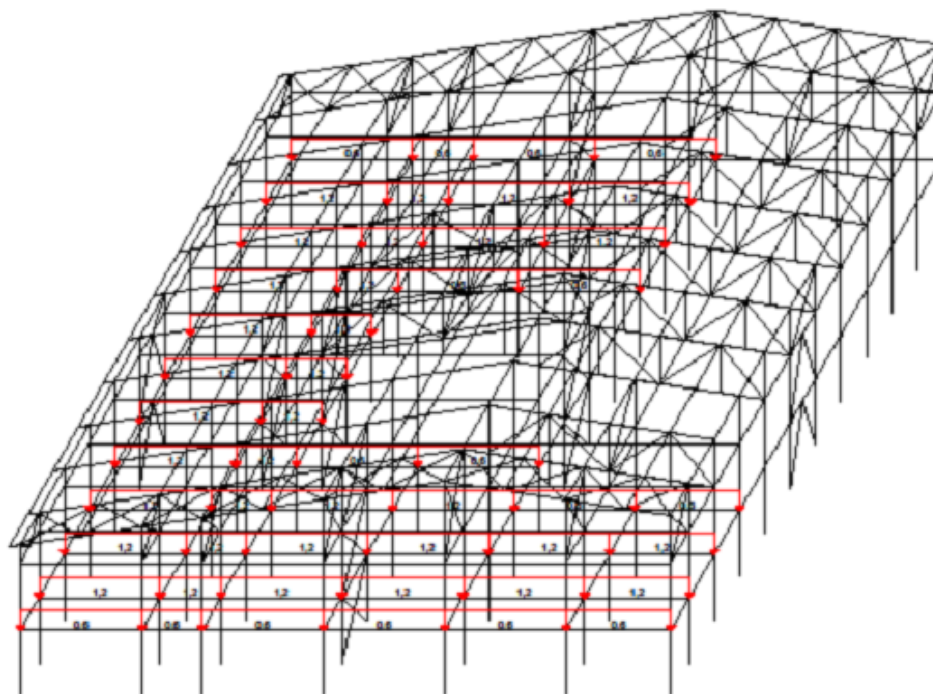


Рисунок 2.7 — Постійне навантаження на рівні +3,000

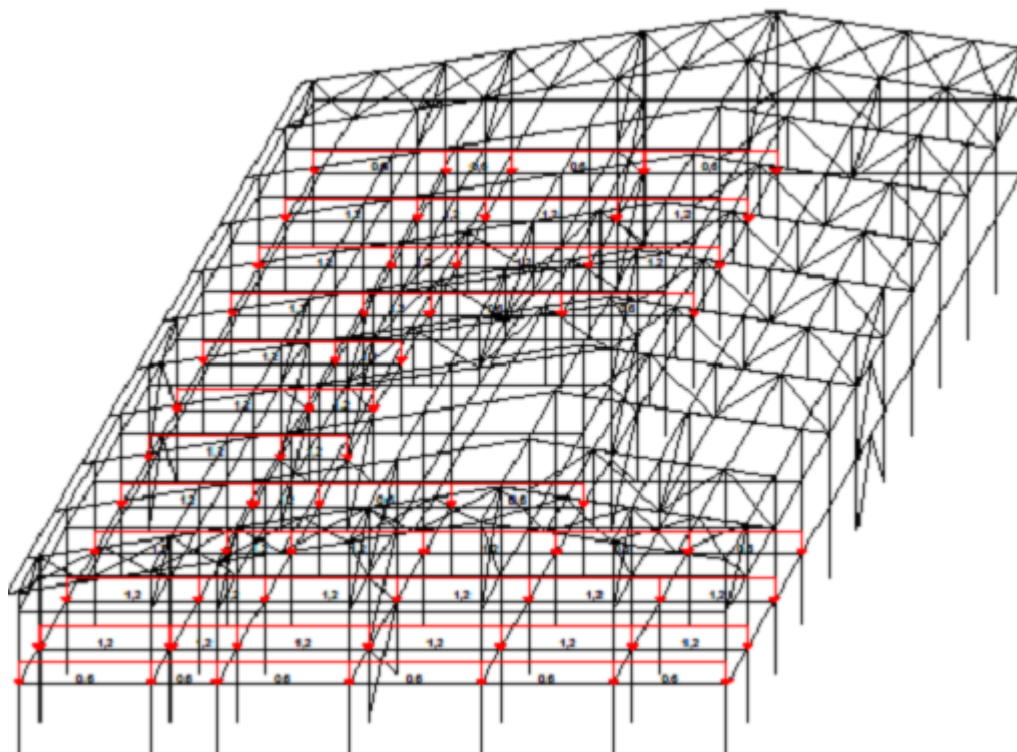


Рисунок 2.8 — Корисне навантаження на рівні +3,000

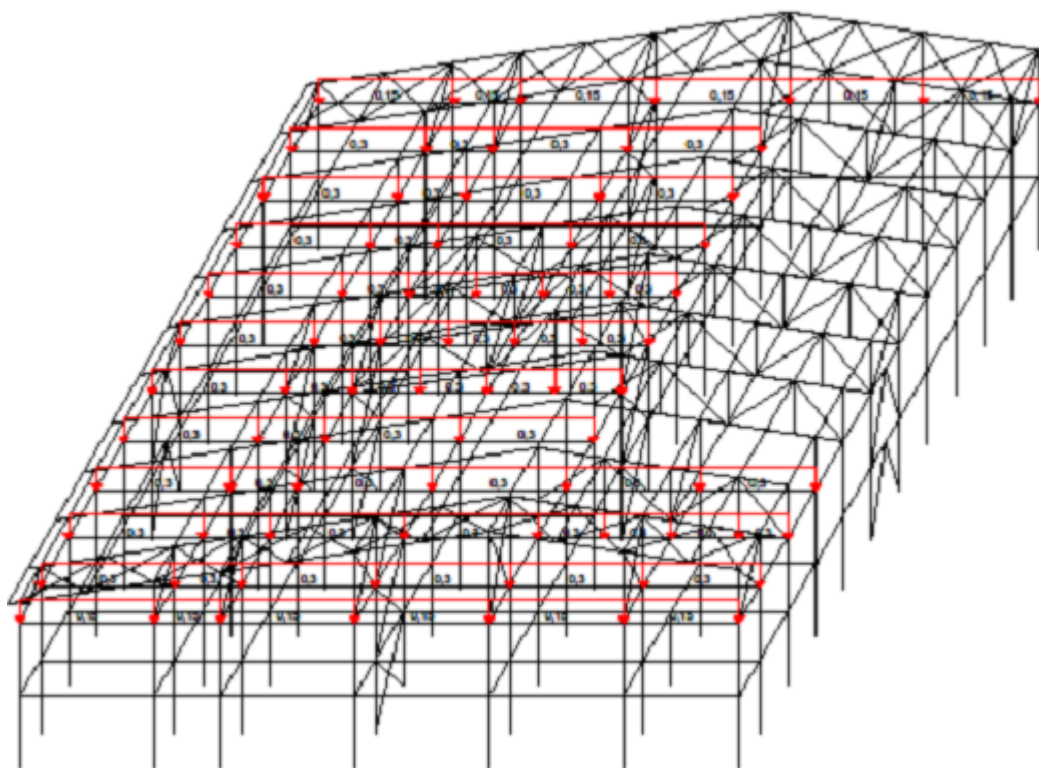


Рисунок 2.9 — Корисне навантаження на покриття

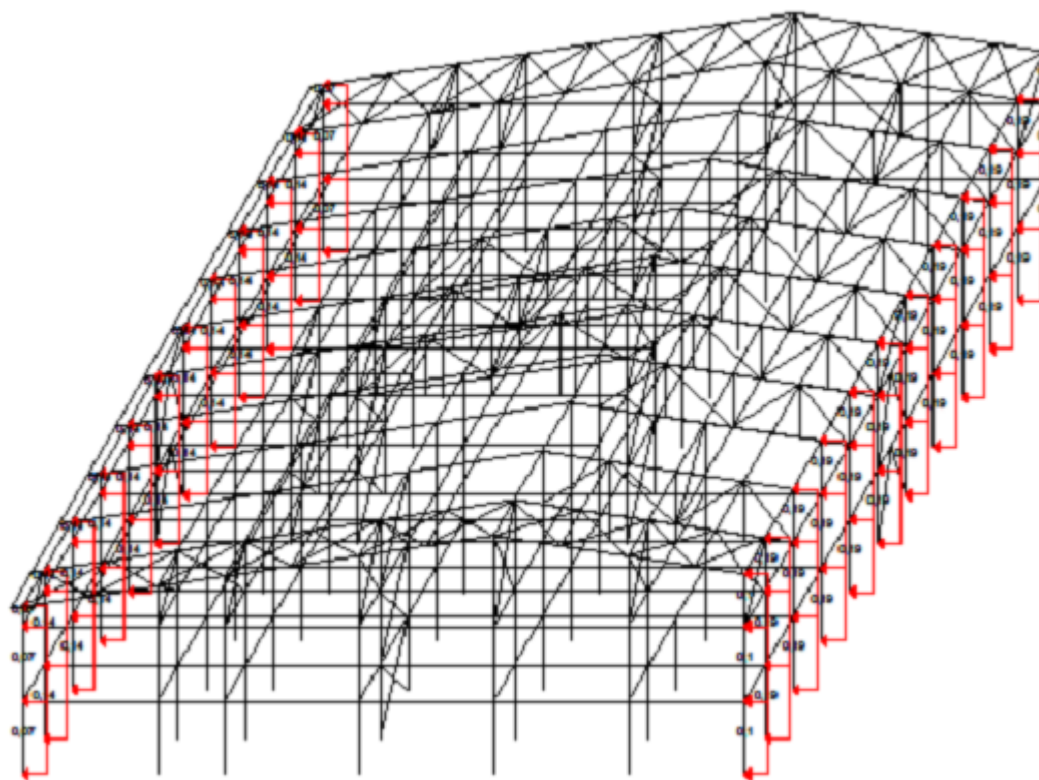


Рисунок 2.10 — Вітрове навантаження справа

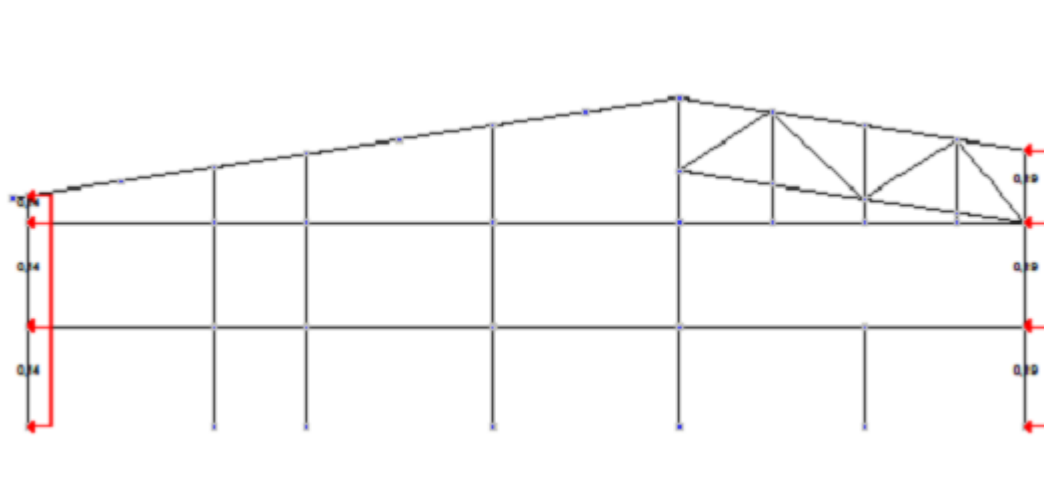


Рисунок 2.11 — Вітрове навантаження справа для середніх рам

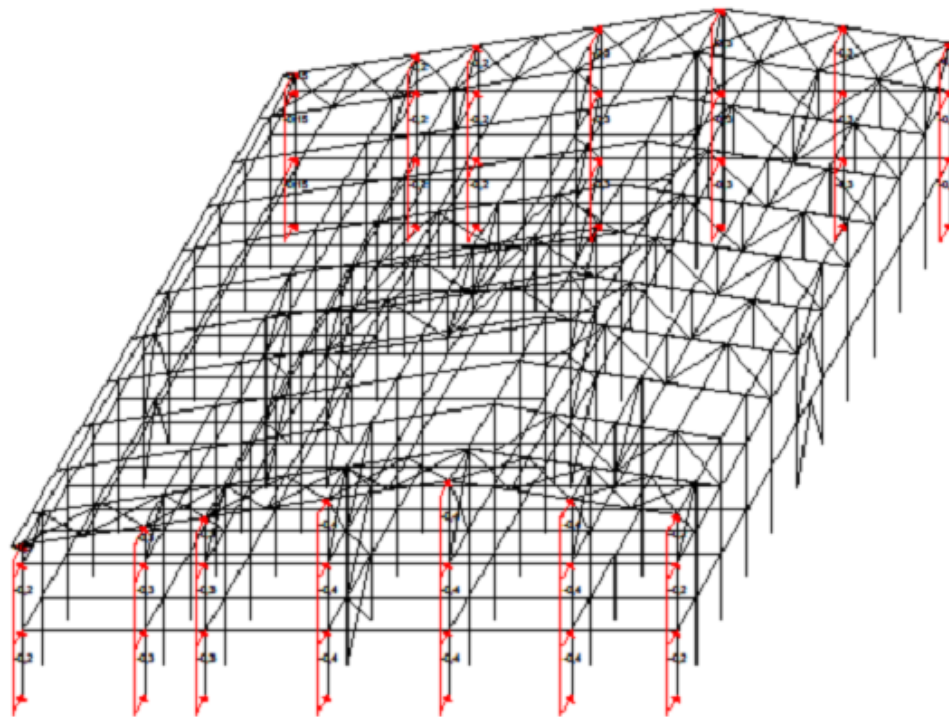


Рисунок 2.12 — Вітрове навантаження справа для крайніх рам

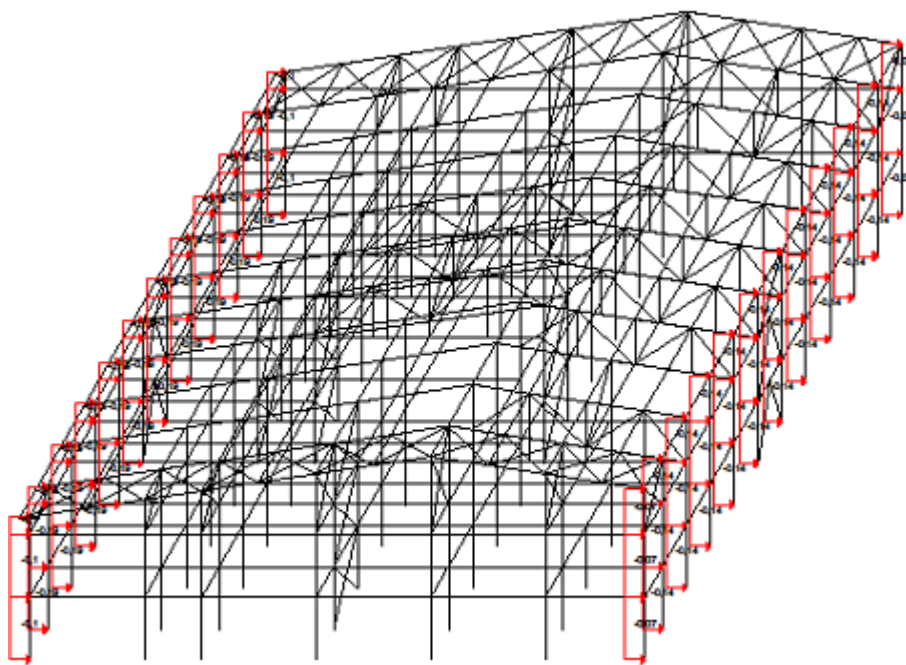


Рисунок 2.13— Вітрове навантаження спереду

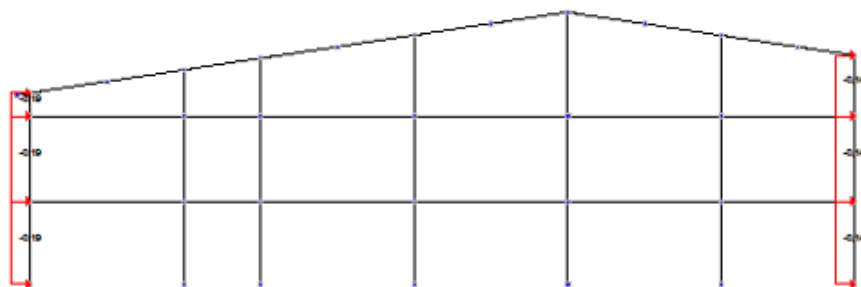


Рисунок 2.14 — Вітрове навантаження зліва для середніх рам

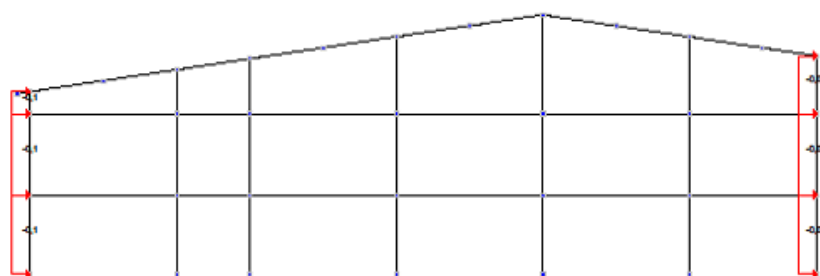


Рисунок 2.15 — Вітрове навантаження зліва для крайніх рам

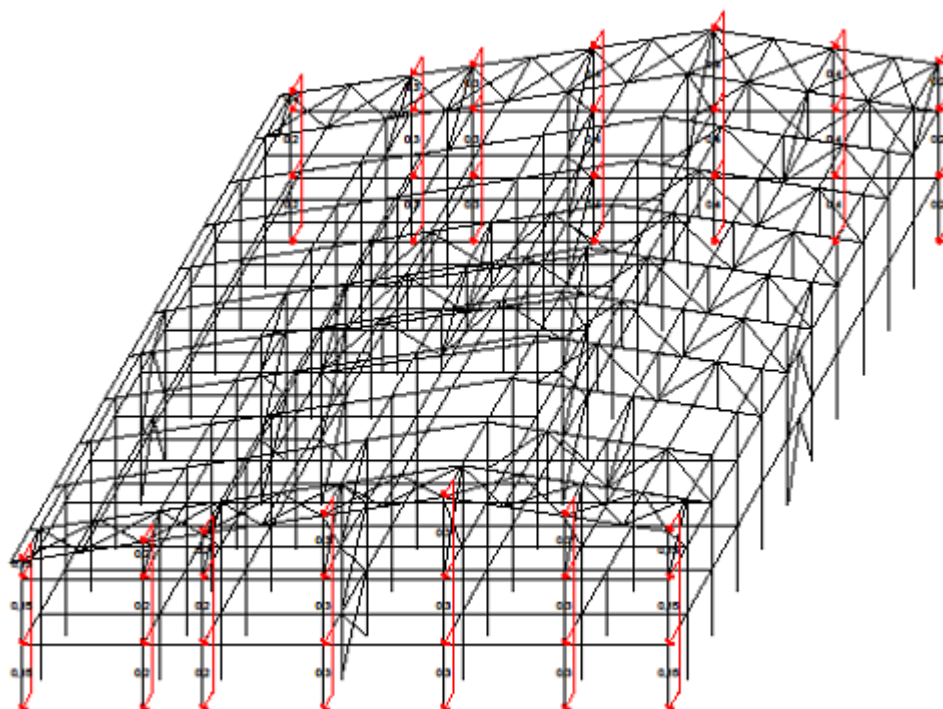


Рисунок 2.16 — Вітрове навантаження ззаду

4. Виконання лінійного розрахунку та аналіз результатів

Після завершення формування розрахункової схеми, задання жорсткісних характеристик елементів, опорних зв'язків, шарнірів і навантажень було виконано лінійний статичний розрахунок конструктивної системи в програмному комплексі SCAD.

Лінійний розрахунок виконувався з використанням методу скінченних елементів. У процесі розрахунку програмний комплекс визначає переміщення вузлів розрахункової схеми в загальній системі координат, а також внутрішні зусилля в елементах конструкції.

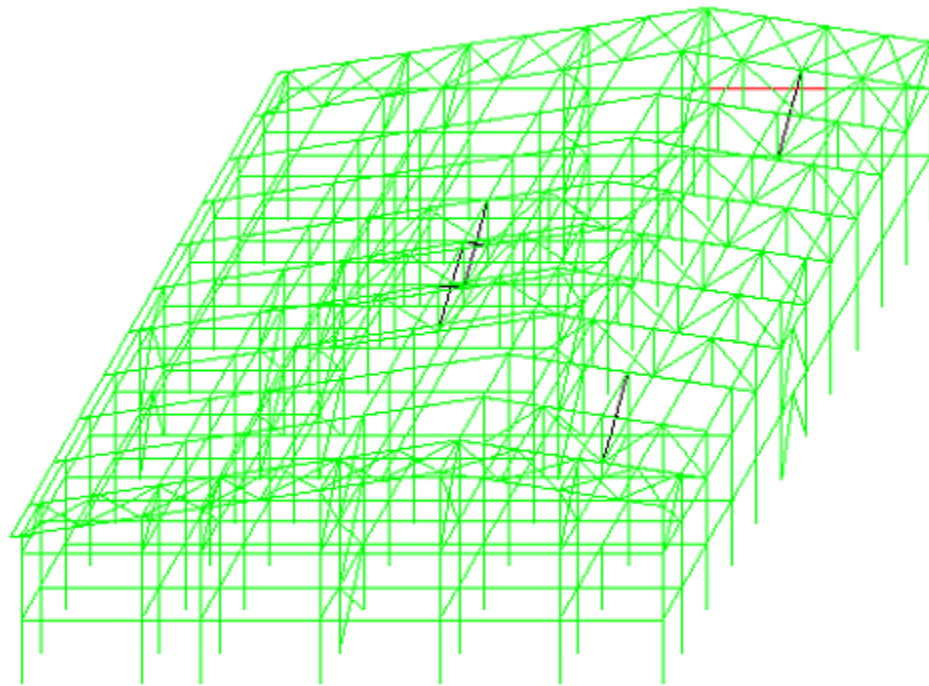


Рисунок 2.17 — Критичний коефіцієнт стійкості K_{max}

Розрахунок дозволяє отримати значення поздовжніх і поперечних сил, згинальних моментів та переміщень вузлів для кожного заданого завантаження і розрахункового сполучення навантажень. Внутрішні зусилля в стрижневих елементах визначаються у місцевій системі координат кожного елемента, що дає змогу коректно оцінити їхню роботу під дією прикладених навантажень.

Метою даного етапу є визначення напружено-деформованого стану конструктивної системи будівлі та перевірка характеру роботи її основних несучих елементів.

Після виконання лінійного розрахунку результати були проаналізовані у графічній формі. У програмному комплексі SCAD було отримано епюри внутрішніх зусиль у стрижневих елементах, зокрема епюри поздовжніх сил, поперечних сил і згинальних моментів.

Крім того, було сформовано графічне відображення переміщень вузлів розрахункової схеми. Картина переміщень дозволяє оцінити загальну деформовану форму конструкції, визначити найбільш навантажені ділянки та перевірити відповідність роботи конструктивної системи прийнятій розрахунковій моделі.

Окрім графічного подання, результати розрахунку були сформовані у вигляді таблиць. У табличній формі наведено значення внутрішніх зусиль у заданих перерізах стрижневих елементів, а також переміщення вузлів розрахункової схеми.

Таким чином, виконання лінійного розрахунку в програмному комплексі SCAD дало змогу отримати повну інформацію про напружено-деформований стан стрижневої системи, оцінити характер її роботи під дією навантажень та підготувати вихідні дані для подальшого конструювання несучих елементів.

Розділ 3. Технологія та організація будівельного виробництва

3.1 Загальні положення

Розділ «Технологія та організація будівельного виробництва» розроблено з метою обґрунтування прийнятих методів виконання будівельно-монтажних робіт під час зведення нового навчального корпусу Наталинського навчально-виховного комплексу. Основним завданням розділу є визначення раціональної послідовності виконання робіт, організації потокового будівництва, потреби в матеріально-технічних ресурсах, а також заходів із контролю якості, охорони праці та протипожежної безпеки.

Технологія будівельного виробництва розглядає методи виконання будівельних процесів на майданчику з урахуванням технічних засобів, організації праці та економічної ефективності прийнятих рішень. Будівельні процеси поділяються на заготівельні, транспортні, підготовчі та монтажно-укладальні, а за складністю — на прості та комплексні. Комплексний процес включає кілька технологічно пов'язаних простих процесів, які забезпечують одержання завершеної будівельної продукції.

Організаційно-технологічні рішення приймаються з урахуванням архітектурно-конструктивних особливостей будівлі, умов будівельного майданчика, прийнятих конструкцій, наявної механізації, вимог до якості та безпеки виконання робіт. Для проєктованого об'єкта передбачається виконання робіт поточним методом із поділом будівлі на окремі захватки та послідовним переміщенням спеціалізованих бригад по фронту робіт.

До складу організаційно-технологічних рішень входять: визначення послідовності будівництва, вибір машин і механізмів, організація робочих місць, розроблення лінійного графіка, визначення потреби в ресурсах, заходи контролю якості та безпеки виконання робіт. У складі проєкту виконання робіт

передбачаються календарні графіки, графіки постачання матеріалів, графіки руху робітників і машин, технологічні карти, схеми операційного контролю якості та рішення щодо комплексної безпеки будівництва [5, 24].

3.2 Технологія виконання монтажних робіт

Монтаж металевих конструкцій нового навчального корпусу виконується відповідно до робочих креслень марок КМ та КМД, технологічної карти, проєкту виконання робіт і вимог чинних нормативних документів. До початку монтажу повинні бути завершені роботи з улаштування фундаментів, виконана перевірка їх геометричного положення, відміток опорних поверхонь і правильності встановлення анкерних болтів.

Якість монтажу конструкцій контролюється інженерно-технічним персоналом будівельної організації. У процесі виконання робіт ведуться журнали монтажних і зварювальних робіт, а також оформлюються акти на приховані роботи та виконавчі схеми. Металеві конструкції допускається монтувати лише після перевірки готовності місць їх обпирання та відповідності фактичного положення фундаментів проєктним даним [24, 27].

Основними монтажними елементами будівлі є металеві колони, балки, ферми, прогони та елементи зв'язків. Монтаж конструкцій виконується самохідним стріловим краном КС-35721, прийнятим у попередньому підрозділі за вантажопідйомністю, монтажною висотою та вильотом стріли.

До початку монтажу колон перевіряють положення фундаментів і анкерних болтів за допомогою геодезичних приладів. На опорні частини колон наносять монтажні осі, які під час встановлення суміщають із осями, нанесеними на фундаментах або опорних плитах. Перед встановленням колони перевіряють стан анкерних болтів, різьблення очищують і змащують, а за необхідності захищають від пошкодження [27].

Монтаж колон виконується у такій послідовності: стропування колони, підйом, наведення на анкерні болти, установлення на опору, вивіряння положення в плані та по вертикалі, тимчасове й остаточне закріплення. Колону піднімають у вертикальному положенні. Після підйому на висоту 0,3–0,4 м перевіряють надійність стропування, після чого продовжують підйом і плавно встановлюють конструкцію на фундамент.

Першими монтують колони в тій частині будівлі, де передбачені постійні вертикальні зв'язки. Після встановлення першої пари колон їх закріплюють анкерними болтами, розкріплюють зв'язками та балками, після чого переходять до монтажу наступних елементів каркаса. Розстропування колон допускається лише після їх надійного закріплення.

Вертикальність установлених колон контролюють теодолітом або виском у двох взаємно перпендикулярних площинах. Остаточне вивіряння колон по висоті виконують за відмітками консолей або опорних поверхонь, які перевіряють нівеліром. Після завершення вивіряння колони остаточно закріплюють анкерними болтами або зварними з'єднаннями відповідно до проєкту.

Монтаж балок виконується після встановлення та закріплення колон. До початку підйому балок перевіряють їх маркування, стан монтажних петель або місць стропування, а також підготовленість опорних поверхонь. Процес монтажу балок включає підготовку до підйому, стропування, підйом, наведення на опори, установлення, вивіряння та остаточне закріплення.

Під час підйому балку спочатку піднімають на 10–15 см від рівня землі, перевіряють правильність стропування і стійкість елемента, після чого продовжують підйом до проєктного положення. Балки встановлюють на опори з подальшим вивірянням положення по осях і відмітках. Після вивіряння виконують остаточне закріплення болтовими або зварними з'єднаннями.

Монтаж ферм і елементів покриття виконують після остаточного закріплення колон і зв'язків. За можливості ферми укрупнюють у монтажні блоки, які складаються з ферм, прогонів і зв'язків. Це дозволяє зменшити кількість підйомів, підвищити просторову жорсткість монтажного елемента та скоротити тривалість робіт. Блоки піднімають на висоту, що перевищує рівень опори на 0,5–1,0 м, після чого плавно опускають у проєктне положення і закріплюють.

Зварні з'єднання металевих конструкцій виконуються електродами, передбаченими проєктом. Після завершення монтажу всі металеві елементи підлягають антикорозійному та вогнезахисному захисту.

3.3 Технологія виконання монолітних робіт

Монолітні роботи при зведенні навчального корпусу включають комплекс технологічних процесів, пов'язаних з улаштуванням бетонних і залізобетонних конструкцій. До їх складу входять підготовка опалубки, встановлення арматури, приймання та укладання бетонної суміші, ущільнення бетону, догляд за бетоном у період тверднення та демонтаж опалубки після досягнення бетоном необхідної міцності [24].

Процес виконання монолітних робіт складається з таких основних етапів [27]:

- підготовка робочого місця;
- встановлення та вивіряння опалубки;
- монтаж арматурних каркасів і сіток;
- перевірка геометричних розмірів і захисного шару бетону;
- приймання бетонної суміші на будівельному майданчику;
- подавання бетонної суміші до місця укладання;
- укладання та ущільнення бетону;

- догляд за бетоном;
- розпалублення конструкцій.

Для виконання робіт застосовується знімна інвентарна опалубка, яка дозволяє забезпечити необхідну геометричну точність конструкцій і може використовуватися повторно. Перед бетонуванням опалубку очищують від сміття, перевіряють її міцність, стійкість і щільність стиків. Особливу увагу приділяють закріпленню опалубки, щоб запобігти її деформації під дією тиску бетонної суміші.

Арматурні каркаси та сітки встановлюють відповідно до робочих креслень. Перед бетонуванням перевіряють діаметр, кількість і розташування арматурних стрижнів, правильність стикування, наявність фіксаторів захисного шару та міцність в'язання арматури.

Бетонну суміш доставляють на будівельний майданчик автобетонозмішувачами. Подача бетонної суміші до місця укладання виконується бетононасосом або баддею за допомогою монтажного крана. Укладання бетону здійснюють шарами з обов'язковим ущільненням глибинними вібраторами. Вібрування повинно забезпечувати повне заповнення опалубки бетонною сумішшю, видалення повітряних порожнин і щільне обволікання арматури.

Після укладання бетонної суміші забезпечують догляд за бетоном. У теплий період року відкриті поверхні захищають від швидкого висихання, періодично зволожують або вкривають плівкою. У холодний період року передбачають заходи щодо збереження температурного режиму тверднення бетону.

Розпалублення конструкцій допускається після досягнення бетоном міцності, встановленої проєктом виконання робіт. Після демонтажу опалубки

поверхню бетону оглядають, виявлені дефекти усувають, а результати контролю фіксують у відповідній виконавчій документації [27, 28].

3.4 Технологія виконання кам'яних робіт

Кам'яні роботи при зведенні навчального корпусу включають улаштування зовнішніх стін із піноблоків, внутрішніх цегляних стін та окремих перегородок. Роботи виконуються після завершення нульового циклу, монтажу основних несучих конструкцій, геодезичної розбивки осей та підготовки робочих місць.

До початку кладки повинні бути виконані:

- організація будівельного майданчика;
- улаштування під'їздів і місць складування матеріалів;
- завершення робіт нульового циклу;
- геодезична розбивка осей будівлі;
- доставка на майданчик стінових матеріалів, розчину, підмостків, інструменту та інвентарю;
- підготовка монтажного крана або інших засобів подавання матеріалів.

Стінові матеріали доставляють на будівельний майданчик пакетами на піддонах. Складування піноблоків і цегли передбачається на спланованих майданчиках у зоні дії крана, на піддонах або твердому покритті. Матеріали повинні зберігатися так, щоб не допустити їх зволоження, пошкодження та забруднення.

Подача матеріалів на робочі місця здійснюється краном із використанням спеціальних захватів або піддонів. Розчин подається в інвентарних ящиках або бункерах. Запас матеріалів на робочому місці приймається з урахуванням безперервної роботи мулярів протягом не менше двох годин.

Для виконання кладки застосовуються інвентарні підмостки та риштування. Робоче місце муляра організовується з урахуванням зони кладки,

зони складування матеріалів і проходу. Загальну ширину робочого місця приймають близько 2,5 м, у тому числі робочу зону — 0,6–0,7 м.

Кладку стін виконують по захватках і ярусах. Така організація дозволяє забезпечити потоковість робіт, рівномірне завантаження бригади та раціональне використання механізмів. До складу ланки можуть входити муляри різних розрядів, монтажник-такелажник і робітники, які виконують допоміжні операції.

Технологічна послідовність виконання кам'яних робіт включає [24]:

- підготовку робочого місця;
- установа підмостків;
- подачу та розкладання стінових матеріалів;
- установа порядовок;
- натягування причального шнура;
- приготування або подачу розчину;
- розстилання розчину;
- укладання блоків або цегли;
- перевірку горизонтальності та вертикальності кладки;
- розшивання швів за необхідності;
- перехід ланки на наступну хватку.

Під час виконання кладки муляр вищого розряду встановлює порядовки, натягує причальний шнур і веде кладку основних рядів. Муляр нижчого розряду подає та розкладає матеріали, розстиляє розчин, виконує допоміжні операції та розшивання швів. Правильність кладки контролюють рівнем, правилом, виском, рулеткою та кутником.

Особливу увагу приділяють правильності перев'язування швів, дотриманню товщини горизонтальних і вертикальних швів, положенню прорізів, простінків і перемичок. У місцях примикання стін і перегородок передбачають перев'язку або закладні елементи відповідно до проєктних рішень.

Після завершення кладки на одному ярусі виконують перестановку підмостків і переходять до наступного ярусу. Перестановка підмостків виконується за допомогою крана після стропування та перевірки надійності зачеплення. Робітники повинні перебувати поза небезпечною зоною під час переміщення підмостків.

3.5 Розрахунок потреби в матеріально-технічних ресурсах

До матеріально-технічних ресурсів належать будівельні матеріали, збірні конструкції та вироби, машини й механізми, транспортні засоби, інструменти, інвентар, енергетичні та трудові ресурси.

Для визначення потреби в основних матеріалах використовується формула:

$$Q_m = V \cdot q_m \cdot K_3 \quad (3.1)$$

де Q_m — потреба в матеріалі; V — обсяг робіт; q_m — норма витрати матеріалу на одиницю робіт; K_3 — коефіцієнт запасу або втрат матеріалу.

Визначення площі зовнішніх стін

Периметр будівлі в осях $P = 2 \cdot (66 + 60) = 252$ м. Висота зовнішніх стін двоповерхової частини $H = 3,3 \cdot 2 = 6,6$ м. Загальна площа зовнішніх стін без урахування прорізів $F_{\text{заг}} = P \cdot H = 252 \cdot 6,6 = 1663,2 \text{ м}^2$. Площу віконних і дверних прорізів приймаємо орієнтовно 25 % від загальної площі зовнішніх стін $F_{\text{пр}} = 1663,2 \cdot 0,25 = 415,8 \text{ м}^2$. Розрахункова площа зовнішніх стін $F_{\text{ст}} = 1663,2 - 415,8 = 1247,4 \text{ м}^2$.

Розрахунок потреби в піноблоках

Товщина зовнішньої стіни з піноблоків приймається $\delta = 0,30$ м. Об'єм кладки зовнішніх стін $V_{\text{пін}} = F_{\text{ст}} \cdot \delta = 1247,4 \cdot 0,30 = 374,22 \text{ м}^3$. З урахуванням 5 % запасу $V_{\text{пін}}^{\text{заг}} = 374,22 \cdot 1,05 = 392,93 \text{ м}^3$. Приймаємо потребу в піноблоках $V_{\text{пін}}^{\text{заг}} = 393,0 \text{ м}^3$.

Розрахунок потреби в мінераловатному утеплювачі фасаду

Товщина утеплювача зовнішніх стін $\delta_{\text{ут}} = 0,20$ м. Об'єм утеплювача:

$V_{\text{ут}} = F_{\text{ст}} \cdot \delta_{\text{ут}} = 1247,4 \cdot 0,20 = 249,48 \text{ м}^3$. З урахуванням 5 % запасу $V_{\text{ут}}^{\text{заг}} = 249,48 \cdot 1,05 = 261,95 \text{ м}^3$. Приймаємо $V_{\text{ут}}^{\text{заг}} = 262,0 \text{ м}^3$. Площа фасадного оздоблення з урахуванням запасу $F_{\text{фас}} = 1247,4 \cdot 1,05 = 1309,77 \text{ м}^2$. Приймаємо $F_{\text{фас}} = 1310 \text{ м}^2$.

Розрахунок потреби в матеріалах для покриття

Площа забудови прибудови становить $F_{\text{заб}} = 1412,88 \text{ м}^2$. Площу покрівлі приймаємо з коефіцієнтом 1,10, що враховує ухил покрівлі, звиси та технологічні нахлести $F_{\text{покр}} = 1412,88 \cdot 1,10 = 1554,17 \text{ м}^2$. Потреба в профільованому листі з урахуванням 7 % запасу $F_{\text{проф}} = 1554,17 \cdot 1,07 = 1662,96 \text{ м}^2$.

Приймаємо $F_{\text{проф}} = 1663 \text{ м}^2$. Об'єм утеплювача покриття при товщині 200 мм $V_{\text{ут.покр}} = 1554,17 \cdot 0,20 = 310,83 \text{ м}^3$. З урахуванням 3 % запасу $V_{\text{ут.покр}}^{\text{заг}} = 310,83 \cdot 1,03 = 320,15 \text{ м}^3$. Приймаємо $V_{\text{ут.покр}}^{\text{заг}} = 320,2 \text{ м}^3$.

Розрахунок потреби в матеріалах для підлог

Загальна площа прибудови $F_{\text{заг.приб}} = 1643,35 \text{ м}^2$. Для улаштування цементно-піщаної стяжки товщиною 50 мм $V_{\text{стяж}} = F_{\text{заг.приб}} \cdot 0,05 = 1643,35 \cdot 0,05 = 82,17 \text{ м}^3$. З урахуванням 3 % запасу $V_{\text{стяж}}^{\text{заг}} = 82,17 \cdot 1,03 = 84,63 \text{ м}^3$. Приймаємо $V_{\text{стяж}}^{\text{заг}} = 84,6 \text{ м}^3$. Площа покриття підлог керамогранітом приймається орієнтовно 70 % від загальної площі прибудови $F_{\text{кер}} = 1643,35 \cdot 0,70 = 1150,35 \text{ м}^2$. З урахуванням 5 % запасу $F_{\text{кер}}^{\text{заг}} = 1150,35 \cdot 1,05 = 1207,87 \text{ м}^2$. Приймаємо $F_{\text{кер}}^{\text{заг}} = 1208 \text{ м}^2$.

Таблиця 3.1 – Відомість потреби в основних матеріалах

№	Найменування матеріалу	Одиниця виміру	Розрахунковий обсяг	Коефіцієнт запасу	Потреба
1	Піноблоки для зовнішніх стін	м³	374,22	1,05	393,0
2	Мінераловатний утеплювач фасаду, 200 мм	м³	249,48	1,05	262,0
3	Декоративна штукатурка фасаду	м²	1247,40	1,05	1310
4	Профільований лист покриття	м²	1554,17	1,07	1663
5	Утеплювач покриття, 200 мм	м³	310,83	1,03	320,2
6	Цементно-піщана стяжка підлог	м³	82,17	1,03	84,6
7	Керамограніт для підлог	м²	1150,35	1,05	1208
8	Гіпсокартонні листи для стель і перегородок	м²	1643,35	1,05	1725,5
9	Гідроізоляційні матеріали	м²	1643,35	1,05	1725,5
10	Шпаклівка та фарбувальні матеріали	м²	1643,35	1,10	1807,7

Розрахунок потреби в машинах і механізмах

Потреба в машинах і механізмах визначається за формулою:

$$N_M = \frac{V}{\Pi_{3M} \cdot T \cdot K_B} \quad (3.2)$$

де N_M — необхідна кількість машин; V — обсяг робіт; Π_{3M} — змінна продуктивність машини; T — тривалість виконання робіт; K_B — коефіцієнт використання машини за часом.

Для монтажу та подавання матеріалів приймається один основний вантажопідіймальний механізм — автомобільний або баштовий кран.

Приймаємо $V = 393,0 \text{ м}^3$. Змінна продуктивність крана при подачі стінових матеріалів $\Pi_{\text{зм}} = 45 \text{ м}^3/\text{зм}$. Тривалість робіт $T = 12$ днів. Коефіцієнт використання крана за часом $K_{\text{в}} = 0,75$. Тоді кількість кранів:

$$N_{\text{м}} = \frac{393,0}{45 \cdot 12 \cdot 0,75} = 0,97$$

Приймаємо $N_{\text{м}} = 1$ кран.

Для бетонних робіт приймаємо застосування бетононасоса або бадді для бетонної суміші. Кількість глибинних вібраторів приймається з урахуванням одночасної роботи бетонярів $N_{\text{вібр}} = 2$ шт.

Таблиця 3.2 – Основні машини та механізми

№	Найменування машини або механізму	Кількість	Призначення
1	Екскаватор одноковшевий	1	розроблення ґрунту
2	Автосамоскид	2	вивезення або підвезення ґрунту
3	Автомобільний або баштовий кран	1	монтаж конструкцій і подавання матеріалів
4	Бетононасос або баддя для бетону	1	подавання бетонної суміші
5	Глибинний вібратор	2	ущільнення бетонної суміші
6	Зварювальний апарат	2	зварювання металевих елементів
7	Риштування та помости	комплект	фасадні й внутрішні роботи
8	Перфоратори, шуруповерти, електроінструмент	комплект	монтажні та оздоблювальні роботи
9	Компресор	1	робота пневмоінструменту
10	Засоби малої механізації	комплект	допоміжні операції

Розрахунок потреби в трудових ресурсах

Потреба в трудових ресурсах визначається за формулою:

$$N_{\text{р}} = \frac{Q_{\text{тр}}}{T \cdot n_{\text{зм}}} \quad (3.3)$$

де N_p — необхідна кількість робітників; $Q_{тр}$ — загальна трудомісткість робіт, люд.-дні; T — тривалість робіт, дні; $n_{зм}$ — кількість змін на добу.

Таблиця 3.3 – Трудомісткості для процесу улаштування зовнішніх стін і фасадного утеплення

№	Найменування процесу	Обсяг робіт	Прийнята продуктивність	Трудомісткість, люд.-дні
1	Кладка зовнішніх стін із піноблоків	374,22 м ³	3,0 м ³ /люд.-день	124,74
2	Улаштування фасадного утеплення	1247,4 м ²	8,3 м ² /люд.-день	150,29
3	Декоративне оздоблення фасаду	1247,4 м ²	12,5 м ² /люд.-день	99,79
	Разом	—	—	374,82

Загальна трудомісткість комплексного процесу:

$$Q_{тр} = 124,74 + 150,29 + 99,79 = 374,82 \text{ люд. - дні.}$$

Приймаємо тривалість виконання комплексного процесу $T = 34$ дні.

Кількість змін $n_{зм} = 1$. Середня кількість робітників:

$$N_p = \frac{374,82}{34 \cdot 1} = 11,02$$

Приймаємо $N_p = 11$ осіб.

3.6 Техніко-економічні показники комплексного процесу

Техніко-економічні показники комплексного процесу визначають ефективність прийнятих організаційно-технологічних рішень. Для розрахунку приймаємо комплексний процес зведення зовнішніх стін, улаштування фасадного утеплення та декоративного оздоблення фасадів.

Вихідні дані: $F_{ст} = 1247,4 \text{ м}^2$, $V_{пін} = 374,22 \text{ м}^3$, $Q_{тр} = 374,82 \text{ люд. - дні}$, $T = 34 \text{ дні}$, $N_{сер} = 11 \text{ осіб}$.

Таблиця 3.4 — Техніко-економічні показники комплексного процесу

№	Показник	Одиниця виміру	Значення
1	Площа зовнішніх стін без прорізів	м ²	1247,4
2	Об'єм кладки зовнішніх стін	м ³	374,22
3	Загальна трудомісткість комплексного процесу	люд.-дні	374,82
4	Тривалість виконання комплексного процесу	дні	34
5	Середня кількість робітників	осіб	11
6	Виробіток одного робітника за площею фасаду	м ² /люд.-день	3,33
7	Виробіток одного робітника за кладкою	м ³ /люд.-день	3,00
8	Питома трудомісткість за площею фасаду	люд.-дні/м ²	0,30
9	Питома трудомісткість кладки	люд.-дні/м ³	0,33
10	Машиномісткість процесу	маш.-зм	12
11	Кількість основних машин	шт.	1
12	Рівень механізації подачі матеріалів	%	100

3.7 Вибір транспортних засобів і монтажного крана

Для виконання будівельно-монтажних робіт під час реконструкції та зведення нового навчального корпусу Наталинського навчально-виховного комплексу передбачається застосування самохідного стрілового крана. Такий тип крана є доцільним для реконструкції та будівництва об'єктів невеликої та середньої поверховості, оскільки він має достатню мобільність, не потребує влаштування підкранових колій і може переміщуватися в межах будівельного майданчика відповідно до прийнятої технологічної схеми.

Вибір монтажного крана виконується за основними монтажними характеристиками: вантажопідйомністю, монтажною висотою, необхідним вильотом стріли та умовами розміщення крана на будівельному майданчику. Під час вибору крана необхідно враховувати масу елемента, що монтується, масу стропувальних пристроїв, висоту підйому гака, виліт стріли, а також техніко-економічні показники роботи крана. У навчальних матеріалах із технології зведення будівель зазначено, що вибір крана здійснюють з урахуванням ваги

монтажного елемента, стропувальних пристроїв, необхідної висоти підйому та потрібного вильоту стріли [22, 28].

Монтажна маса елемента визначається за формулою:

$$Q_M = m_E + m_{\text{стр}} = 3,152 \quad (3.4)$$

де m_E — маса елемента, що монтується, т (3,15 т); $m_{\text{стр}}$ — маса стропувального пристрою, т (0,02т).

Монтажна висота визначається за формулою:

$$H_M = h_0 + h_E + h_z + h_{\text{стр}} = 14,3 \quad (3.5)$$

де h_0 — перевищення опори елемента, що монтується, над рівнем стоянки крана, м (10,8); h_E — висота елемента в монтажному положенні, м (1,0); h_z — запас по висоті для безпечного наведення елемента, м (0,5); $h_{\text{стр}}$ — висота стропування або довжина стропувального пристрою, м (2,0).

Монтажний виліт стріли L_M визначається залежно від розташування крана відносно будівлі, габаритів конструкції, висоти підйому елемента та прийнятої схеми монтажу. Остаточний виліт стріли перевіряється за вантажною характеристикою крана.

Для стрілових самохідних кранів після визначення необхідної вантажопідйомності, висоти підйому гака та вильоту стріли марку крана приймають за таблицями або графіками вантажопідйомності.

За умовами монтажу приймаємо робочий виліт стріли в межах технічних можливостей крана $L_M \leq 22$ м.

На підставі виконаних розрахунків для монтажу елементів будівлі приймається самохідний стріловий кран КС-35721 (рис. 3.1).

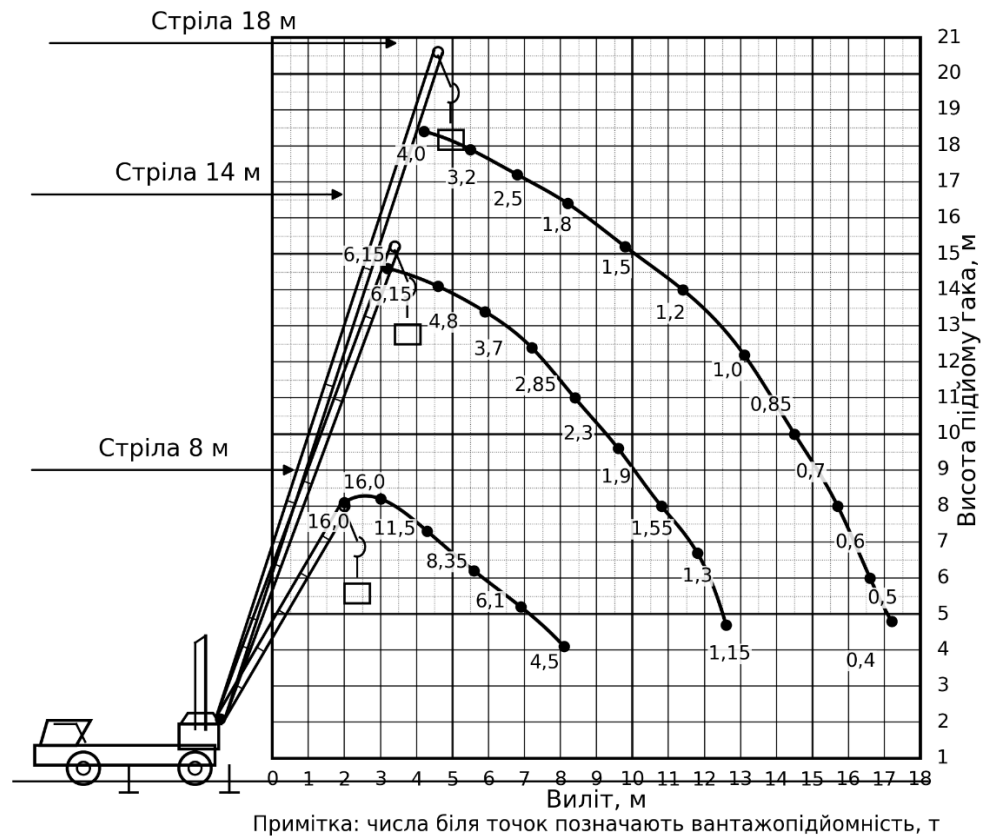


Рисунок 3.1 – Стріловий кран КС-35721

Таблиця 3.5 — Технічні характеристики крана КС-35721

Показник	Значення
Вантажопідйомність	36 т
Базове шасі	КамАЗ-6540
Колісна формула	8×4
Потужність двигуна	240 кВт / 326 к.с.
Вантажний момент	108,8 т·м
Робочий виліт стріли	3–22 м
Висота підйому з основною стрілою	29,4 м
Висота підйому з гуськом	38,7 м
Довжина основної стріли	9,6–29,1 м
Довжина гуська	9 м
Швидкість руху	до 60 км/год
Габаритні розміри у транспортному положенні	12,0 × 2,5 × 3,75 м
Повна маса з основною стрілою	31 т

Для доставки будівельних матеріалів, конструкцій і виробів на будівельний майданчик передбачається використання автомобільного транспорту. Вибір транспортних засобів здійснюється з урахуванням маси та габаритів вантажів, відстані перевезення, умов під'їзду до будівельного майданчика та можливості розвантаження матеріалів у зоні дії монтажного крана.

Таблиця 3.6 – Транспортні засоби

№	Найменування транспортного засобу	Призначення
1	Автосамоскид	Перевезення ґрунту, щебеню, піску
2	Бортовий автомобіль	Доставка піноблоків, цегли, арматури, дрібних матеріалів
3	Напівпричіп або довгомір	Перевезення металевих колон, балок, профільованого листа
4	Автобетонозмішувач	Доставка бетонної суміші
5	Спеціалізований транспорт	Доставка утеплювача, віконних блоків, дверей, оздоблювальних матеріалів

Розвантаження матеріалів передбачається безпосередньо в зоні дії крана або на спеціально відведених майданчиках складування. При визначенні стоянок крана необхідно прагнути до зменшення кількості його перестановок і довжини переміщення, а також забезпечити технологічну послідовність монтажу конструкцій і стійкість уже змонтованих елементів.

3.8 Контроль якості та безпечність виконання робіт

Контроль якості будівельно-монтажних робіт здійснюється на всіх стадіях будівництва. Основними видами контролю є вхідний, операційний і приймальний контроль.

Вхідний контроль передбачає перевірку якості матеріалів, конструкцій і виробів, що надходять на будівельний майданчик. Перевіряють наявність

сертифікатів, паспортів якості, відповідність маркування, геометричних розмірів і зовнішнього стану матеріалів.

Операційний контроль виконується безпосередньо в процесі виконання робіт. При монтажі металевих конструкцій контролюють правильність стропування, положення елементів у плані та по висоті, вертикальність колон, якість болтових і зварних з'єднань. При монолітних роботах перевіряють правильність установлення опалубки, арматури, якість бетонної суміші, ущільнення бетону та умови догляду за ним. При кам'яних роботах контролюють товщину швів, вертикальність і горизонтальність кладки, перев'язку швів, якість розчину та правильність улаштування прорізів.

Приймальний контроль здійснюється після завершення окремих етапів робіт. Результати контролю оформлюються актами, журналами робіт і виконавчими схемами.

Таблиця 3.7 – Основні контрольовані параметри

Вид робіт	Контрольований параметр	Засіб контролю
Монтаж колон	положення осей, вертикальність, відмітки опор	теодоліт, нівелір, рулетка
Монтаж балок і ферм	положення на опорах, надійність кріплення	нівелір, рулетка, візуальний контроль
Зварні з'єднання	якість шва, відсутність дефектів	візуальний контроль, за потреби неруйнівний контроль
Опалубка	геометрія, стійкість, щільність стиків	рулетка, рівень, огляд
Армування	діаметр, крок, захисний шар	рулетка, шаблон, візуальний контроль
Бетонування	рухливість суміші, ущільнення, догляд	лабораторний і візуальний контроль
Кладка стін	товщина швів, вертикальність, перев'язка	рівень, виск, правило, рулетка

Безпечне виконання робіт забезпечується дотриманням вимог охорони праці, виробничої санітарії та пожежної безпеки. До початку робіт усі працівники проходять інструктаж, забезпечуються засобами індивідуального захисту, спецодягом, касками, рукавицями та страхувальними пристроями при роботі на висоті.

Під час монтажних робіт забороняється перебування людей під піднятим вантажем. Стропування конструкцій повинно виконуватися тільки справними стропами та захватними пристроями. Під час підйому конструкцій застосовують відтяжки для запобігання розгойдуванню елементів. Розстропування дозволяється лише після остаточного або тимчасового надійного закріплення конструкції.

При бетонних роботах необхідно контролювати справність опалубки, стійкість робочих настилів, безпечність роботи з вібраторами та електроінструментом. Електрообладнання повинно бути заземлене, кабелі мають бути захищені від механічних пошкоджень.

Під час кам'яних робіт забороняється перевантажувати підмости матеріалами, виконувати кладку з випадкових підставок, перебувати під переміщуваними пакетами цегли або блоків. Робочі місця мулярів повинні бути очищені від сміття, а проходи — вільними.

Протипожежна безпека забезпечується наявністю первинних засобів пожежогасіння, справних під'їздів для пожежної техніки, дотриманням правил зберігання горючих матеріалів та виконанням вогневих робіт лише з дозволу відповідальної особи. Місця зварювання повинні бути очищені від горючих матеріалів, а поруч мають знаходитись вогнегасники або ящики з піском [15].

Розділ 4. Охорона праці

4.1 Завдання охорони праці в будівництві

Основною метою охорони праці у будівельній галузі є забезпечення безпечних умов праці для робітників, які виконують будівельно-монтажні процеси, а також захист сторонніх осіб, що можуть перебувати поблизу будівельного майданчика. Під час організації будівельного виробництва необхідно враховувати вимоги чинних нормативно-правових актів, стандартів безпеки праці, санітарно-гігієнічних норм і правил пожежної безпеки [3, 20, 18].

Нормативною основою охорони праці в Україні є Конституція України, Закон України «Про охорону праці», а також галузеві нормативні документи, що регламентують безпеку виконання будівельно-монтажних робіт. Зокрема, стаття 43 Конституції України гарантує кожній людині право на працю, а стаття 49 — право на охорону здоров'я, медичну допомогу та медичне страхування.

Вимоги щодо безпечного виконання робіт на будівельному майданчику регламентуються ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівни охорони праці та промислової безпеки під час виконання будівельних робіт.

Охорона праці являє собою систему правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності [20]. Закон України «Про охорону праці» є чинним нормативно-правовим актом, який визначає основні положення державної політики у сфері охорони праці, права працівників і обов'язки роботодавців.

Дія Закону України «Про охорону праці» поширюється на юридичних і фізичних осіб, які відповідно до законодавства використовують найману працю,

а також на всіх працівників, зайнятих на відповідних підприємствах, в установах та організаціях [20]. Умови праці на робочих місцях, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування, засобів виробництва, а також стан засобів колективного й індивідуального захисту мають відповідати вимогам нормативно-правових актів з охорони праці.

На будівельному майданчику повинні бути створені безпечні умови для виконання всіх видів робіт. Для цього необхідно передбачити огороження території, організацію безпечних проходів і проїздів, розміщення попереджувальних знаків, освітлення робочих місць, справність будівельних машин і механізмів, а також забезпечення працівників засобами індивідуального захисту [3, 6, 18].

Відповідальність за створення безпечних умов праці покладається на роботодавця. На підприємствах, в установах і організаціях, де кількість працівників становить 50 і більше осіб, створюється служба охорони праці.

На підприємствах із кількістю працівників менше 50 осіб функції служби охорони праці можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку. Якщо чисельність працівників менша ніж 20 осіб, до виконання функцій служби охорони праці можуть залучатися фахівці на договірних засадах, за умов наявності необхідної підготовки та досвіду роботи.

Керівники та спеціалісти служби охорони праці за своїм службовим становищем прирівнюються до керівників і спеціалістів основних виробничо-технічних служб підприємства. Їх основними завданнями є організація роботи з охорони праці, контроль за дотриманням вимог безпеки, участь у розробленні інструкцій, проведенні навчання, перевірки знань працівників і розслідуванні нещасних випадків.

4.2. Аналіз умов праці на об'єкті будівництва з виявленням можливого небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Забезпечення безпечних умов праці під час виконання будівельно-монтажних робіт є одним із основних завдань організації будівельного виробництва. Охорона праці у будівництві безпосередньо пов'язана з прийнятою технологією виконання робіт, застосуванням машин і механізмів, організацією робочих місць, порядком переміщення вантажів, виконанням робіт на висоті, а також дотриманням вимог виробничої санітарії та пожежної безпеки.

Вимоги щодо організації безпечного виконання будівельних робіт регламентуються ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення» [6]. Цей нормативний документ затверджено як державні будівельні норми з охорони праці та промислової безпеки у будівництві.

Правові засади охорони праці визначаються Законом України «Про охорону праці», який установлює основні положення щодо реалізації права працівників на охорону життя і здоров'я у процесі трудової діяльності [20]. Закон є чинним нормативно-правовим актом України та застосовується до всіх юридичних і фізичних осіб, які використовують найману працю.

Проект будівництва нового навчального корпусу Наталинського навчально-виховного комплексу передбачає виконання комплексу будівельно-монтажних процесів, до складу яких входять:

- земляні роботи;
- бетонні та залізобетонні роботи;
- монтаж металевих конструкцій;
- кам'яні роботи;
- покрівельні роботи;
- облицювальні та опоряджувальні роботи;

- електрозварювальні роботи;
- монтаж інженерних мереж;
- благоустрій території.

Кожен із зазначених процесів може бути потенційним джерелом небезпеки для працівників будівельного майданчика. Особливу увагу необхідно приділяти роботам, що виконуються із застосуванням вантажопідіймальних механізмів, електрозварювального обладнання, електроінструменту, а також роботам на висоті.

Будівництво об'єкта передбачається виконувати в літній період. Тривалість будівництва визначається календарним планом виконання робіт. Основні процеси виконуються в одну зміну, переважно під відкритим небом, що зумовлює необхідність урахування впливу метеорологічних факторів: підвищеної температури повітря, сонячного випромінювання, опадів, вітру та зміни вологості повітря.

Під час виконання робіт на будівельному майданчику передбачається використання таких машин, механізмів і транспортних засобів:

- екскаваторів та бульдозерів — для планування території, розроблення та переміщення ґрунту;
- автобетонозмішувачів та автобетононасосів — для доставки й подачі бетонної суміші;
- автомобілів-самоскидів — для транспортування ґрунту, піску, щебеню та інших сипких матеріалів;
- спеціалізованого транспорту — для доставки металевих колон, балок, ферм та інших конструкцій;
- автомобільного крана КС-35721 — для монтажу елементів каркаса, покриття та подачі матеріалів до робочих зон;

- електрозварювального обладнання, електроінструменту, риштувань, підмостків і засобів малої механізації.

На підставі аналізу умов виконання робіт на об'єкті визначено можливі небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які можуть діяти на працівників під час будівництва [3, 6, 18].

Фізичні небезпечні та шкідливі фактори

До фізичних факторів, які можуть виникати на будівельному майданчику, належать:

- рухомі будівельні машини та транспортні засоби;
- робочі органи машин і механізмів;
- переміщувані вантажі, будівельні конструкції, пакети цегли, блоків та матеріалів;
- можливість падіння інструментів, матеріалів і конструктивних елементів із висоти;
- робота вантажопідіймального крана в зоні монтажу;
- підвищений рівень шуму від двигунів машин, механізмів, компресорів та електроінструменту;
- вібрація під час роботи машин, бетонних вібраторів і ручного механізованого інструменту;
- підвищена запиленість повітря при земляних, кам'яних, різальних та оздоблювальних роботах;
- загазованість повітря від роботи двигунів внутрішнього згорання;
- підвищена температура повітря робочої зони у літній період;
- вплив атмосферних опадів, вітру та підвищеної вологості;
- недостатнє природне освітлення в окремих робочих зонах;
- розташування робочих місць на висоті під час монтажних, покрівельних і фасадних робіт;

- небезпечна напруга в електричних мережах, електроінструменті та зварювальному обладнанні;
- підвищена яскравість світлового випромінювання під час електрозварювальних робіт.

Найбільш небезпечними є роботи в зоні дії монтажного крана, роботи на висоті, а також операції зі стропування, підйому, переміщення та встановлення будівельних конструкцій.

Хімічні фактори

Під час виконання робіт на об'єкті можливий вплив окремих хімічних факторів, зокрема:

- цементного пилу під час роботи з сухими будівельними сумішами;
- аерозолів і газів, що утворюються під час електрозварювання;
- вихлопних газів від роботи будівельних машин і автотранспорту;
- парів лакофарбових, гідроізоляційних і антикорозійних матеріалів під час оздоблювальних та захисних робіт.

Для зниження впливу цих факторів необхідно забезпечити провітрювання робочих зон, застосування респіраторів, захисних окулярів, рукавиць, спецодягу та дотримання правил безпечної роботи з хімічними й оздоблювальними матеріалами.

Біологічні фактори

Суттєвий вплив біологічних факторів під час виконання основних будівельно-монтажних робіт не передбачається. Однак при виконанні робіт на відкритому повітрі можливий контакт із ґрунтом, пилом, рослинністю, комахами та мікроорганізмами. Для запобігання негативному впливу необхідно дотримуватися правил особистої гігієни, використовувати спецодяг і забезпечувати належний санітарно-побутовий стан будівельного майданчика.

Психофізіологічні фактори

До психофізіологічних факторів, що можуть діяти на працівників під час будівництва, належать:

- фізичне перевантаження при ручному переміщенні матеріалів;
- тривале перебування у вимушеній робочій позі;
- підвищена напруженість уваги під час монтажних і стропувальних робіт;
- відповідальність за безпечне переміщення вантажів;
- монотонність окремих операцій;
- робота на висоті, що потребує підвищеної обережності та психологічної стійкості.

Зменшення впливу психофізіологічних факторів забезпечується раціональною організацією праці, чергуванням видів робіт, дотриманням режиму праці та відпочинку, використанням засобів малої механізації і правильним доббором складу бригад.

Заходи щодо зменшення впливу небезпечних і шкідливих факторів

Для забезпечення безпечних умов праці на будівельному майданчику необхідно передбачити такі заходи:

- огороження території будівництва;
- визначення та позначення небезпечних зон;
- улаштування безпечних проходів і проїздів;
- установлення попереджувальних і заборонних знаків;
- організацію освітлення робочих місць;
- своєчасний інструктаж працівників з охорони праці;
- застосування справних машин, механізмів, стропів і захватних пристроїв;
- забезпечення працівників засобами індивідуального захисту;
- заборону перебування людей під піднятим вантажем;

- виконання електрозварювальних робіт лише підготовленими працівниками;
- перевірку справності електрообладнання та наявності заземлення;
- регулярне прибирання робочих місць від сміття та залишків матеріалів;
- дотримання правил пожежної безпеки під час виконання вогневих робіт.

Загальні вимоги до організації безпечних умов на тимчасових або мобільних будівельних майданчиках також визначені відповідним наказом Міністерства соціальної політики України, зареєстрованим у Міністерстві юстиції України у 2017 році.

4.3 Організація безпечних і нешкідливих умов праці на об'єкті будівництва

На підставі аналізу умов праці, технологічних процесів і можливих небезпечних та шкідливих виробничих факторів, визначених у попередньому підрозділі, для об'єкта будівництва нового навчального корпусу Наталинського навчально-виховного комплексу передбачаються організаційно-технічні заходи, спрямовані на забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці.

Організація безпеки праці на будівельному майданчику здійснюється відповідно до вимог Закону України «Про охорону праці», ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення», а також навчально-методичних джерел з охорони праці у будівництві [3, 6, 18, 20].

До початку виконання будівельно-монтажних робіт необхідно забезпечити підготовку будівельного майданчика, організувати безпечні під'їзди, проходи, зони складування матеріалів, місця встановлення будівельних машин і механізмів, а також визначити небезпечні зони, пов'язані з роботою монтажного

крана, переміщенням вантажів, виконанням робіт на висоті та рухом будівельного транспорту [6].

Територія будівельного майданчика повинна бути огорожена. Висота захисного огороження виробничої території приймається не менше 1,6 м, а ділянок виконання робіт — не менше 1,2 м. Огороження, що прилягають до місць можливого проходу людей, повинні мати висоту не менше 2,0 м і обладнуватися суцільним захисним козирком. Захисний козирок повинен забезпечувати захист від падіння дрібних предметів і витримувати дію розрахункових навантажень. В огороженнях не допускається влаштування несанкціонованих прорізів, крім воріт і хвірток, які контролюються протягом робочого часу та зачиняються після його завершення [6, 18].

Місця проходу людей у межах небезпечних зон повинні бути обладнані захисними огороженнями. Входи до будівлі, що зводиться, необхідно захищати зверху козирками шириною не менше 2,0 м від стіни будівлі. Кут між козирком і розташованою вище стіною приймається в межах 70–75°. Такі заходи зменшують ризик травмування працівників унаслідок падіння інструментів, матеріалів або дрібних конструктивних елементів [6].

До початку основних будівельних робіт на майданчику необхідно організувати під'їзні шляхи та внутрішньомайданчикові дороги, які забезпечують безпечний рух автотранспорту, доставку матеріалів, конструкцій і роботу будівельних машин. На об'єкті передбачається один в'їзд на будівельний майданчик. Тимчасова дорога приймається з двостороннім рухом шириною 7 м, що забезпечує можливість безпечного проїзду автосамоскидів, автобетонозмішувачів, спеціалізованого транспорту та пожежної техніки [6, 18].

Освітлення будівельного майданчика передбачається за системою загального рівномірного освітлення із застосуванням прожекторних установок. Для обмеження сліпучої дії зовнішнього освітлення висоту опор освітлення

приймають 7 м. Прожектори розміщують по периметру майданчика з орієнтовним кроком 40 м. Кількість опор освітлення приймається 11 шт. Освітлення повинно забезпечувати безпечне пересування працівників, роботу машин і механізмів, виконання вантажно-розвантажувальних операцій та охорону будівельного майданчика у темний час доби [3, 6].

На будівельному майданчику необхідно передбачити санітарно-побутові приміщення для працівників: гардеробні, приміщення для відпочинку та приймання їжі, умивальні, туалети, місця для зберігання спецодягу та засобів індивідуального захисту. Санітарно-побутові приміщення, майданчики для відпочинку працівників і пішохідні проходи слід розміщувати за межами небезпечних зон або захищати відповідними огороженнями й навісами [3, 6, 18].

На території будівництва необхідно виділити постійно діючі небезпечні зони. До них належать ділянки поблизу будівлі, що зводиться, зони переміщення будівельних машин і механізмів, місця роботи крана, ділянки під переміщуваними вантажами, місця складування конструкцій, а також робочі зони, де виконуються монтажні, зварювальні, бетонні, покрівельні та кам'яні роботи. Небезпечні зони повинні бути позначені попереджувальними знаками, сигнальними огороженнями та написами встановленої форми [6].

Працівники, зайняті на монтажних, бетонних, зварювальних, покрівельних, кам'яних та інших роботах, повинні бути забезпечені спецодягом, спецвзуттям і засобами індивідуального захисту відповідно до характеру виконуваних робіт. До таких засобів належать захисні каски, рукавиці, запобіжні пояси або страхувальні системи для робіт на висоті, захисні окуляри, щитки зварника, респіратори, сигнальні жилети та інші засоби захисту. Перебування на будівельному майданчику без захисної каски забороняється [3, 6, 18].

Будівельні машини, механізми, вантажопідіймальні пристрої та електрообладнання до початку виконання робіт повинні пройти технічний огляд.

Машиністи кранів, водії будівельного транспорту, електрозварники та інші працівники, що виконують роботи підвищеної небезпеки, повинні мати відповідну кваліфікацію, посвідчення та допуск до виконання робіт [6, 20].

Особливу увагу необхідно приділяти організації безпечної роботи автомобільного крана КС-35721. Зона повороту стріли крана повинна бути обмежена так, щоб унеможливити переміщення вантажів над проїзною частиною, місцями проходу людей, санітарно-побутовими приміщеннями та зонами складування, не призначеними для монтажу. По лінії обмеження роботи крана встановлюють заборонні знаки, а перед ними на відстані 2 м — попереджувальні знаки. Машиніст крана повинен зупиняти вантаж на відстані не менше 1 м до попереджувального знака, після чого переміщувати його на зниженій швидкості до місця встановлення [6, 18].

Під час роботи крана забороняється перебування людей під піднятим вантажем, переміщення вантажів над робочими місцями, а також виконання монтажних операцій без відповідального стропальника. Стропування конструкцій і матеріалів повинно виконуватися справними стропами, траверсами та захватними пристроями. Перед підйомом вантажу необхідно перевірити правильність стропування та надійність кріплення. Розстропування конструкцій допускається тільки після їх установлення в проєктне положення та тимчасового або остаточного закріплення [6].

Складування матеріалів, виробів і конструкцій необхідно здійснювати у спеціально відведених місцях у зоні дії крана з урахуванням технологічної послідовності монтажу. Матеріали повинні зберігатися відповідно до вимог стандартів і технічних умов на відповідні вироби. Проходи між штабелями мають бути вільними, а висота складування повинна забезпечувати стійкість матеріалів і безпечний доступ працівників [3, 6].

При виконанні бетонних робіт необхідно забезпечити стійкість опалубки, правильність улаштування робочих настилів, справність бетононасоса, бадді, вібраторів та електроінструменту. Під час ущільнення бетонної суміші глибинними вібраторами працівники повинні користуватися діелектричними рукавицями, спецвзуттям і перевіреним електрообладнанням. Забороняється працювати з несправними кабелями, пошкодженими вимикачами або незаземленим обладнанням [6, 18].

Під час кам'яних робіт робочі місця мулярів повинні бути організовані на справних підмостках або риштуваннях. Забороняється перевантажувати настили цеглою, блоками або розчином понад допустиме навантаження. Подача матеріалів на робочі місця повинна виконуватися механізованим способом із дотриманням правил стропування. Проходи на підмостках мають бути вільними, а робочі настили — очищеними від сміття, залишків розчину та сторонніх предметів [3, 6, 18].

Під час покрівельних робіт необхідно застосовувати запобіжні пояси або страхувальні системи, огороження небезпечних ділянок, трапи, настили та інші пристрої, що забезпечують безпечне переміщення працівників по покриттю. Виконання покрівельних робіт під час сильного вітру, грози, ожеледиці або інтенсивних атмосферних опадів не допускається [6].

Під час виконання електрозварювальних робіт робоче місце повинно бути очищене від горючих матеріалів. Зварники мають користуватися захисними щитками, рукавицями, спецодягом і засобами захисту органів дихання за потреби. Електрозварювальне обладнання повинно бути справним і заземленим. Поблизу місця виконання зварювальних робіт необхідно розміщувати первинні засоби пожежогасіння [6, 18].

Для забезпечення пожежної безпеки на будівельному майданчику необхідно передбачити вільний під'їзд пожежної техніки, розміщення

вогнегасників, ящиків із піском, пожежних щитів, а також дотримання правил зберігання горючих і легкозаймистих матеріалів. Вогневі роботи допускається виконувати лише після перевірки робочого місця та призначення відповідальної особи за пожежну безпеку [6].

4.4 Розрахунок небезпечної зони роботи крана

Під час виконання монтажних робіт на будівельному майданчику одним із основних джерел підвищеної небезпеки є робота вантажопідіймального крана. Небезпека виникає внаслідок переміщення вантажів, можливого падіння елементів, розгойдування конструкцій під час підйому, а також перебування працівників у зоні дії стріли крана. Тому перед початком монтажних робіт необхідно визначити межі небезпечної зони та передбачити її огороження і позначення попереджувальними знаками [3, 6, 18].

Межі небезпечних зон на будівельному майданчику встановлюються відповідно до вимог ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення» [6]. Небезпечні зони повинні бути огорожені сигнальними або захисними огороженнями, а також позначені заборонними та попереджувальними знаками. Знаки, що забороняють вхід у небезпечну зону, встановлюють по периметру огороження з кроком не більше 30 м. Відстань між стояками сигнального огороження приймають не більше 6 м [6].

Небезпечна зона під час монтажу конструкцій будівельним краном визначається радіусом, який враховує максимальний виліт стріли, половину довжини елемента, що монтується, а також мінімальну відстань можливого відльоту вантажу у разі його падіння.

Радіус небезпечної зони при підйомі конструкцій, що встановлюються у горизонтальному положенні, визначається за формулою:

$$R_{\text{оп}} = R_{\text{стр}} + 0,5l + \Delta R \quad (4.1)$$

де $R_{оп}$ — радіус небезпечної зони роботи крана, м; $R_{стр}$ — радіус повороту стріли при максимальному робочому вильоті, м; l — довжина конструкції, що монтується, м; ΔR — мінімальна відстань відльоту вантажу у разі його падіння, м.

Значення ΔR приймається залежно від висоти можливого падіння вантажу.

Таблиця 4.1 — Мінімальна відстань відльоту вантажу, що переміщується краном, у разі його падіння

Висота можливого падіння вантажу, м	Мінімальна відстань відльоту, м
До 10	4
До 20	7
До 70	10
До 120	15
До 200	20
До 300	25
До 450	30

Для умов даного об'єкта приймаємо $R_{стр} = 20$ м, $l = 6$ м. Оскільки висота можливого падіння вантажу становить до 20 м, мінімальна відстань відльоту приймається $\Delta R = 7$ м.

Тоді радіус небезпечної зони роботи крана становить:

$$R_{оп} = 20 + 0,5 \cdot 6 + 7$$

$$R_{оп} = 20 + 3 + 7 = 30 \text{ м}$$

Отже, радіус небезпечної зони при роботі автомобільного крана КС-35721 становить:

$$R_{оп} = 30 \text{ м}$$

Таким чином, під час виконання монтажних робіт територія в радіусі 30 м від осі повороту крана повинна вважатися небезпечною зоною. У межах цієї зони забороняється перебування сторонніх осіб, розміщення санітарно-побутових

приміщень, місць відпочинку працівників, постійних проходів і робочих місць, не пов'язаних із монтажними операціями.

Небезпечна зона повинна бути позначена на будівельному генеральному плані, а безпосередньо на майданчику — огорожена сигнальними огороженнями та попереджувальними знаками. У разі необхідності виконання робіт у межах небезпечної зони вони допускаються лише за нарядом-допуском, під керівництвом відповідальної особи та з дотриманням вимог охорони праці [6, 20].

Під час роботи крана необхідно дотримуватися таких вимог безпеки:

- забороняється перебування людей під піднятим вантажем;
- переміщення вантажів над місцями проходу людей, проїздами та побутовими приміщеннями не допускається;
- стропування конструкцій повинно виконуватися лише справними стропами, траверсами та захватними пристроями;
- перед підйомом вантажу необхідно перевірити правильність стропування та надійність кріплення;
- під час переміщення довгомірних конструкцій слід застосовувати відтяжки для запобігання їх розгойдуванню;
- машиніст крана повинен виконувати команди тільки призначеного сигнальника або стропальника;
- розстропування конструкцій допускається лише після їх установа в проєктне положення та тимчасового або постійного закріплення;
- робота крана при сильному вітрі, грозі, недостатній видимості або несправності обладнання не допускається.

При розробленні розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» було визначено основні небезпечні фактори, що можуть виникати під час монтажних і електрозварювальних робіт. До них належать падіння вантажів,

робота на висоті, дія електричного струму, підвищена яскравість світлового випромінювання при зварюванні, наявність рухомих машин і механізмів, а також можливість травмування під час стропування та переміщення конструкцій.

Для зниження ризику травмування працівників передбачено огороження небезпечної зони крана, застосування попереджувальних знаків, організацію безпечних проходів, контроль справності вантажозахоплювальних пристроїв, використання засобів індивідуального захисту та призначення відповідальних осіб за безпечне виконання монтажних робіт [3, 6, 18].

Отже, за результатами розрахунку радіус небезпечної зони роботи крана становить 30 м. Це значення необхідно враховувати при розробленні будівельного генерального плану, розміщенні тимчасових споруд, складів матеріалів, під'їзних шляхів і організації руху працівників на будівельному майданчику.

Список використаних джерел

1. Александрович В. А. Основи та фундаменти : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія / В. А. Александрович, Ю. І. Кобзар, О. В. Гаврилюк ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. 158 с.
2. Архітектура будівель і споруд: Навчальний посібник / З.І.Котеньова. – Харків: ХНАМГ, 2007. – 170 с.
3. Батлук В. А. Охорона праці в будівельній галузі : навчальний посібник. Львів : Афіша, 2006. 550 с.
4. Будівельні конструкції : навч. посібник / за заг. ред. Є. В. Клименка. — Київ : Центр учбової літератури, 2012. — 426 с.
5. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва. Чинний від 2017-01-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2016. 49 с.
6. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12). Чинний від 2009-01-27. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 120 с.
7. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. Чинний від 2017-06-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2016. 38 с.
8. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Чинний від 2006-07-03. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2006. 69 с.
9. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. Чинний від 2018-08-02. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. 40 с.

10. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. — Київ : Мінрегіон України, 2018.
11. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. — Київ : Мінрегіон України, 2013.
12. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. — Київ : Мінрегіон України, 2013.
13. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. — Київ : Мінрегіон України, 2013.
14. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. Чинний від 2021-09-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2022. 26 с.
15. ДСТУ 8828:2019. Пожежна безпека. Загальні положення. Чинний від 2020-01-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2020. 87 с.
16. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. Чинний від 2023-03-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2023. 63 с.
17. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. Чинний від 2017-12-16. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 127 с.
18. Жигулін О. А. Охорона праці у будівництві : навчальний посібник. Одеса, 2023.
19. Завацький С. В. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій будівель : методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи. — Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2024. — 64 с.
20. Закон України від 14.10.1992 № 2694-ХІІ Про охорону праці.
21. Кравченко В.С., Саблій Л.А., Зінич П.Л. Санітарно-технічне обладнання будинків. — К.: Кондор, 2007. — 457 с.

22. Лівінський О. М. Будівельні машини та обладнання: підручник / О. М. Лівінський, О. М. Пшінько, М. В. Савицький та ін. – Київ : Українська академія наук; «МП Леся», 2015. – 612 с.

23. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт із навчальної дисципліни «Основи та фундаменти» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія) / Харків. нац. ун-т. міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. : Ю. І. Кобзар, О. В. Гаврилюк, В. А. Александрович. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. 69 с.

24. Технологія будівельного виробництва : підручник / В. К. Черненко, М. Г. Ярмоленко, Г. М. Батура та ін. ; за ред. В. К. Черненка, М. Г. Ярмоленка. Київ : Вища школа, 2002. 430 с.

25. Електронний ресурс: <https://www.liraland.ua>

26. Електронний ресурс: <https://scadsoft.com/ua>

27. Жван В. Д. Зведення і монтаж будівель і споруд / В. Д. Жван, М. Д. Помазан, О. В. Жван ; Харків. нац. акад. міськ. госп-ва. – Харків : ХНАМГ, 2011. – 395 с.

28. Якименко О. В. Технологія будівельного виробництва : навч. посіб. / О. В. Якименко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 411 с.