

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

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

КАФЕДРА БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему: **БУДІВЛЯ АВТОСАЛОНУ У М. ХАРКІВ**

Виконав: студент 4 курсу, групи ПЦБ- 2022-1
Спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія
ОП «Промислове та цивільне будівництво»



Васюта С. І.

(підпис)

Керівник



Лугченко О. І.

(підпис)

Рецензент



Пустовойтова О. М.

Харків
2026

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

НН Інститут Будівництва, землеустрою та цивільної інженерії
Кафедра будівельних конструкцій
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
Галузь знань – 19 Архітектура та будівництво
Спеціальність – 192 Будівництво та цивільна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри БК
к.т.н., доц. Спіранде К. В.
«01» червня 2026 року



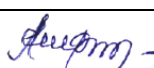
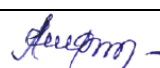
З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

ВАСЮТА СТАНІСЛАВУ ІВАНОВИЧУ

1. Тема проекту: Будівля автосалону у м. Харкові.
Керівник проекту : к.т.н., доц. Лугченко Олена Іванівна затверджені
наказом вищого навчального закладу від “ 26” травня 2026 року № 447-03
2. Строк подання студентом проекту (роботи): “ 15 ” червня 2026 року.
3. Вихідні дані до проекту (роботи) : генеральний план з прив'язкою до
місцевості, геологічні умови, основні вимоги до несучих та огорожувальних
конструкцій, проектне завдання, архітектурно-планувальне рішення
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
розробити): архітектурно-будівельна частина, розрахунково-конструктивна
частина підземної та надземної частин будівлі, розділ технології
будівельного виробництва, охорона праці на будівельному майданчику
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
архітектурно-будівельна частина: фрагмент генерального плану, фасади,
повздовжні та поперечні розрізи, план на відмітці 0.000; розрахунково-
конструктивна частина: робочі креслення основних конструктивних
елементів будівлі (фундаменти, ригелі, елементи покриття та перекриття,
колони); розділ технології будівельного виробництва: технологічна карта

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Архітектурно-будівельний	доц. Лугченко О.І.		
Розрахунково-конструктивний (підземна)	доц. Александрович В.А.		
Розрахунково-конструктивний (надземна)	доц. Лугченко О.І.		
Технологічні рішення та організація будівництва	проф. Ватуля Г. Л.		
Охорона праці	доц. Косенко Н.О.		
Нормоконтроль	доц. Пустовойтова О.М.		

7. Дата видачі завдання: 01 червня 2026 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів	Примітка
1.	Архітектурно-будівельний	01.06.26 – 10.06.26	виконано
2.	Розрахунково- конструктивний (підземна)	05.06.26 – 15.06.26	виконано
3.	Розрахунково- конструктивний (надземна)	05.06.26 – 15.06.26	виконано
4.	Технологічні рішення та організація будівництва	05.06.26 – 15.06.26	виконано
5.	Охорона праці	10.06.26 – 15.06.26	виконано
6.	Нормоконтроль	15.06.26 – 20.06.26	виконано

Студент



Васюта С. І.

Керівник проекту



Лугченко О.І.

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1	АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ	5
1.1	ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ	5
1.2	АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНА ЧАСТИНА	9
1.3	АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНЕ РІШЕННЯ	10
1.4	ЗОВНІШНЯ Й ВНУТРІШНЯ ОБРОБКА ПРИМІЩЕНЬ	12
1.5	КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	13
1.6	ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНКИ ЗОВНІШНЬОЇ СТІНИ	15
РОЗДІЛ 2	РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ	
2.1	РОЗРАХУНОК ТА ПРОЄКТУВАННЯ НАДЗЕМНОЇ ЧАСТИН ОБ'ЄКТА (СПОРУДИ)	19
2.1.1	РОЗРАХУНКИ ПОПЕРЕЧНОЇ РАМИ В ОСЯХ Б-В Й 1-4	19
2.1.2	РОЗРАХУНКИ ЗБІРНОЇ ЖБ ПН ПЛИТИ ПЕРЕКРИТТЯ	25
2.1.3	РОЗРАХУНКИ МЕТАЛЕВОЇ БАЛКИ ПЕРЕКРИТТЯ	37
2.1.4	ПРОЄКТУВАННЯ МЕТАЛЕВОЇ КОЛОНИ	45
2.2	РОЗРАХУНОК ТА ПРОЄКТУВАННЯ ПІДЗЕМНОЇ ЧАСТИН ОБ'ЄКТА (СПОРУДИ)	49
2.2.1	РОЗРАХУНКИ ФУНДАМЕНТУ ПІД КОЛОНУ	49
РОЗДІЛ 3	ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА	54
3.1	КАЛЕНДАРНИЙ ГРАФІК БУДІВНИЦТВА	54
3.2	ВИБІР МОНТАЖНОГО КРАНА	56
3.3	МЕТОДИ ПРОВАДЖЕННЯ РОБОТ	61
3.4	ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА	69
РОЗДІЛ 4	ОХОРОНА ПРАЦІ	75
4.1	ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ НА ЗАКОНОДАВЧОМУ РІВНІ	75
4.2	АНАЛІЗ УМОВ ПРАЦІ ТА ВИЯВЛЕННЯ ПОТЕНЦІЙНИХ НЕБЕЗПЕК	76
4.3	ДОСЛІДЖЕННЯ РИЗИКУ РЕАЛІЗАЦІЇ ПОТЕНЦІЙНИХ НЕБЕЗПЕК	80
4.4	РОЗРОБКА ЗАХОДІВ, СПРЯМОВАНИХ НА ПОКРАЩЕННЯ УМОВ ПРАЦІ	84
4.5	ВИСНОВКИ ЗА РОЗДІЛОМ	
	ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	92

РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

1.1 Загальні відомості

Майданчик проєктованого під будівництво будинку автосалону із продажу легкових автомобілів розташований в м. Харкові. Територія майданчика примикає до житлових мікрорайонів. Майданчик має правильну форму. Загальна площа ділянки, відведеного під забудову – 0,5 га.

Проект розроблений для будівництва в II кліматичному районі з наступними умовами: (ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливого експлуатаційного впливу, пожежі.

Будівельна кліматологія. Поправка»):

- середня температура найбільш холодної п'ятиденки - 26°C ;
забезпеченістю 0,92
- середня температура найбільш холодної доби - 29°C ;
забезпеченістю 0,92
- кліматична зона по карті температурного зонування 2;
України
- зона вологості району – нормальна;
- рельєф майданчика горизонтальний.

Ґрунти основи – наскальні однорідні, непучинисті, ґрунтові води відсутні. Характеристики й розрахункові параметри механічних властивостей ґрунтів:

- щільність нижче підшви фундаменту – $\rho = 18 \text{ кН/м}^3$;
- щільність вище підшви фундаменту – $\rho = 17 \text{ кН/м}^3$;
- кут внутрішнього тертя підстави $\varphi = 16$;
- питоме зчеплення $C = 0,16 \text{ кг/м}^2$;
- модуль деформації $E = 140 \text{ кг/м}^2$.

Інженерно-геологічні умови майданчика наступні:

- ґрунтовий шар потужністю 0,4 м;

- глина напівтверда потужністю 1,2 -2,5 м;
- супісь потужністю 1,7-6,0 м.

Вага снігового покриву на 1 м² площі горизонтальної поверхні покриття прийнята $s'' = 1,6$ кН/м², тимчасові нормативні навантаження на перекриття прийняті для:

- торговельних залів, фойє й сходів 4 кН/м²;
- побутових приміщень – 2 кН/м²;

Характеристичний швидкісний напір вітру для висоти до 10 м прийнятий 0,35кН/м²;

Інженерне устаткування:

водопровід;

каналізація;

опалення;

гаряче водопостачання;

електроосвітлення;

телефон, радіо.

1.1.1 Норми проєктування й клас будинку

Будинок автосалону по вул. Примакова в м. Харкові розроблено на підставі:

- ДБН В.2.2-28:2010 «Будинки адміністративного та побутового призначення»;

- Завдання на проєктування;

- Технічних умов міських інженерних служб;

Топогеодезичні вишукування виконані ТОВ «Інститут «Харківпроект»;

Геологічні вишукування виконані інститутом «УкрНДНТІЗ» у 2024 р.

При розробці проєкту прийняті:

клас будинку – II;

ступінь вогнестійкості – II.

Межі вогнестійкості конструкцій:

цегельних стін і перегородок – 2,5 і 5,5 години відповідно;

збірних перегородок – 2,2 години;

збірних залізобетонних конструкцій від 1,3 до 2,5 години;

металевих конструкцій каркаса від 1 до 1.8 години.

1.1.2 Функціонально – технологічні й об'ємно - планувальні вимоги

До суспільних будинків, у тому числі й до будинків культурно-побутового обслуговування, ставляться вимоги, викладені у відповідних главах ДБН В.2.2-28:2010 «Будинки адміністративного та побутового призначення». Проектом передбачається забезпечення максимального комфорту перебування відвідувачів у будівлі автосалону, оптимальний функціонально-технологічний взаємозв'язок приміщень будинку, забезпечення евакуації, пожежної охорони й інженерного встаткування будинку.

Будинок обладнаний водопроводом, каналізаційними системами з підключенням до колектора міської мережі, центральним опаленням з тепловим пунктом, гарячим водопостачанням, електроосвітленням, телефоном і радіозв'язком, а також даховою витяжною вентиляцією.

1.1.3 Санітарно-гігієнічні вимоги

При проєктуванні будинку передбачена оптимальна орієнтація головних приміщень, їх інсоляція, аерація й природна вентиляція. Для недопущення влучення холодного повітря в хол-вестибюль у тамбурах улаштовані повітряні теплові завіси з підігрівом рециркуляційного повітря.

Розрахункова температура повітря в приміщеннях для опалювального періоду прийнята:

- для холу й вестибюля +16°C;

- для торговельних залів +18°C;
- для обслуговуючих приміщень +18°C;
- для курільних кімнат і вбиралень +16°C.

1.1.4 Протипожежні вимоги

Згідно з вимогами ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» та ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2:2010. Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість (EN 1993-1-2:2005, IDT) усі застосовані несучі конструктивні елементи – неспаленні. Межа вогнестійкості інших конструкцій не менш однієї години.

Зовнішнє пожежогасіння здійснюється пожежними машинами з забором води з гідрантів кільцевої водопровідної мережі. Гідранти розташовані не більш ніж в 150 м один від одного. Є вільний доступ від однієї сходової клітини до іншої в межах кожного поверху.

Існує кілька виходів із приміщень у кожному поверсі. Евакуація людей у випадку пожежі може проводитися через будь-який поверх будинку. Об'ємно-планувальний розв'язок будинку автосалону передбачає надійну евакуацію людей у випадку виникнення пожежі. Для цього передбачається:

- відкривання дверей по ходу евакуації;
- улаштування виходів на покрівлю.

На шляхах евакуації застосовані неспалювані конструкції й матеріали. Прокладка інженерних комунікацій передбачається в каналах.

Проектом передбачається встановлення дверей з межею вогнестійкості не менш 0,75 години.

Сходи загального користування укладені в неспаленну клітку, мають марші подвійного закладення. Пропускна здатність сходів визначена з розрахунку 1 м. ширини маршу на 100 людей.

1.2. Архітектурно-планувальна частина

1.2.1 Генеральний план

Майданчик проєктованого будинку автосалону із продажу автомобілів розташована по вул. Примакова в житловому масиві. Площа ділянки 0,5 га. Конфігурація майданчика чотирикутна.

Вулиця Примакова ставиться до магістралей районного значення із шириною проїзної частини 6 м. Проїждна частина запроектована у вигляді двосхилого профілю. Радіус скруглення проїзної частини по краю тротуарів і розділовій смузі прийнято 9 м.

З північно-західної сторони проходять вулиці місцевого значення із шириною проїзної частини 7,0 м .

З північної сторони організований проїзд односмуговий шириною 3,5 м. Для відведення води поверхня проїзду прийнята односхилою у бік, протилежний будинку автосалону.

Покриття проїздної частини прийняте наступним:

- двошаровий асфальтобетон (дрібнозернистий – 4 см; грубозернистий – 5 см);
- гранітний щебень фракції 10-20 мм, оброблений грузлим бітумом по способу просочення товщиною – 6 см;
- гранітний щебень фракції 40-70 мм товщиною шару – 20 см;
- піщаний шар – 15 см.

1.2.2 Вертикальне планування

Вертикальне планування майданчика вирішене в ув'язуванні з оцінками спроектованих автодоріг. Організація проєктованого рельєфу виконана методом червоних горизонталей. Проектні горизонталі нанесено через 0,1 м. Відвід поверхневих дощових і поталих вод з майданчика забезпечується

вертикальним плануванням, поздовжніми й поперечними ухилами уздовж бордюрів проїзної частини доріг з випуском у систему дощової каналізації.

1.2.3 Благоустрій

Відповідно до існуючих нормативних вимог і положеннями майданчик озеленюється й благоустроюється.

Уздовж доріг проводиться рядова посадка дерев. Зелена зона благоустроюється також посадкою чагарників.

Добір деревних, чагарникових і квіткових порід зроблений з урахуванням кліматичних умов і зазначений у відомості елементів озеленення.

Таблиця 1.1 Техніко-економічні показники по генплану

№ п/п	Найменування	Одиниці виміру	Кількість
1	Площа будівельного майданчика в огороженні P_{nl}	Га	0,5
2	Площа забудови P_z	м ²	1650
3	Площа, займана дорогами й проїздами P_{np}	м ²	385
4	Площа плиткового мощення P_{nm}	м ²	125
5	Площа асфальтового покриття (тротуари, пішохідні доріжки) P_{nd}	м ²	455
6	Площа озеленення P_{oz}	м ²	400
Продовж. Таблиця 3.1			
7	Коефіцієнт забудови $K_z = (P_z/P_{nl}) \times 100\%$	%	41,2
8	Коефіцієнт використання будівельного майданчика $K_z = (P_z + P_{nl} + P_{oz})/P_{nd} \times 100\%$	%	65,75

1.3 Архітектурно-планувальне рішення

Будинок автосалону вирішений в одному комплексі. Розміри проєктованого будинку в плані 14,7 м х 18 м. Об'ємно-планувальний розв'язок будинку повністю задовольняє вимогам і нормам, пропонованим до проєктування культурно-побутових споруджень, а саме:

- відкрите планування;
- зручний доступ;
- вільна циркуляція;
- можливість швидкої евакуації відвідувачів;
- ізолювання відвідувачів від обслуговуючих приміщень.

Загальна планувальна схема будинку – зальна, де основними приміщеннями є торговельні та виставкові зали. До них примикають допоміжні приміщення автосалону. Основні групи приміщень, що становлять автосалон:

Таблиця 1.2 Експлікація приміщень 1-го поверху: відм. ± 0.000 м

№	Найменування	Площа, м ²
1.	Тамбур входу	6,11
2.	Виставковий зал	126,26
3.	Пункт передпродажної підготовки	64,64
4.	Підсобне приміщення	5,57
5.	Санітарний вузол	1,30
6.	Душова	1,43
7.	Приміщення персоналу	19,33
	Усього по поверхові	224.64

Таблиця 1.3 Експлікація приміщень 2-го поверху: відм. ± 2.700 м

№	Найменування	Площа, м ²
1.	Хол	11,82
2.	Приміщення менеджерів	27,09
3.	Підсобне приміщення	18,55
4.	Санітарний вузол	2,39
	Усього по поверхові	59,85

Таблиця 1.4 Експлікація приміщень 3-го поверху: відм. ± 5.400 м

№	Найменування	Площа, м ²
1.	Виставочний зал автомобільних аксесуарів і запчастин	167,44
2.	Виставочний зал автомобільних аксесуарів і запчастин	48,00
3.	Хол	11,56
4.	Санітарний вузол	1,30
5.	Санітарний вузол	1,43
	Усього по поверхові	229,73

1.4 Зовнішня й внутрішня обробка приміщень

Відповідно до паспорта зовнішньої обробки передбачається:

- зовнішні стіни й деталі фасадів - декоративна штукатурка з фарбуванням фасадними фарбами;
- цоколь і деталі стін 1-го поверху - гранітні поліровані плити;
- вікна, двері, вітражі - алюмінієві спарені плетіння;
- стелі – розшивка швів, водоемульсійне фарбування, клейова побілка;
- стіни - штукатурка з фарбуванням мастичними фарбами;
- стіни коридору - керамічна плитка на $h=1,6$ м, вище - фарбування мастичними фарбам;
- стіни вбиралень - керамічна плитка до стелі;
- по залізобетонних поверхнях виконується затірка й фарбування, мастична й кольорова клейова побілка;
- двері з поверхнею із ДВП пофарбовані олійною фарбою у два шари;
- прилади опалення, труби й металеві елементи пофарбовані масляними составами з попереднім знежиренням поверхні.

1.5 Конструктивна частина

1.5.1 Конструктивна схема будинку

Будинок запроектований відповідно до основних положень по типізації й уніфікації об'ємно-планувальних і конструктивних розв'язків.

Фундаменти розроблені відповідно до ДБН В.2.1-10-2018 «Основи й фундаменти будівель». У проєкті розроблені монолітні стовпчасті фундаменти під колони, монолітна фундаментна стрічка під стіни будинку на яку опираються бетонні блоки стін підвалу по ДСТУ Б В.2.6-108:2010 «Блоки бетонні для стін підвалів. Технічні умови». Цокольні блоки прийняті збірні бетонні по типовій серії. Фундаменти розроблені при умовно рівному рельєфі місцевості для підстав, складених на глибину рівну полуторній ширині найбільшого фундаменту з додаванням 1 метру із однорідними грубозернистими піщаними ґрунтами природньої вологості. Розміри фундаментів визначені при розрахунковому опорі на підставу $R=2.0 \text{ кгс/см}^2$. Для розрахунків фундаментів прийняті розрахункові навантаження, прикладені по геометричних осях перетинів стін і підвалу на відм. -0.040м.

Горизонтальна гідроізоляція на відм. - 0.040 м виконується із двох шарів гідроізолу або толю на мастиці. На відм. -2.140 м виконується із цементного розчину состава 1:2 товщиною 20 мм. з водостійкими добавками. На відм. -2.740 м із цементного розчину складу 1:2 товщиною 20 мм. з водостійкими добавками.

Вертикальна гідроізоляція виконується шляхом фарбування зовнішньої поверхні стін гарячим бітумом за 2 рази. Закладення бетоном по місці у фундаментних стінах, а також заповнення отворів після прокладки комунікацій виконувати бетоном марки М-100. Закладення залізобетоном між фундаментними блоками-подушками виконувати бетоном М-200 з армуванням за аналогією з поруч лежачими збірними елементами. Зворотнє засипання стін підвалу робити після пристрою перекриття над підвалом з ретельним трамбуванням ґрунту.

Зовнішні стіни будинку й перегородки виконуються цегельними. Товщина зовнішніх стін визначена теплотехнічним розрахунками й становить 380 мм. Зовні стіна утеплена плитами «Rockwool» на синтетичному сполучному. Товщина плити утеплювача 6 см. і отштукатурена вона цементно-піщаним розчином, усередині – складним розчином. Внутрішні несучі стіни проєктують товщиною 380мм. Товщина перегородок – 120 мм. Перегородки повинні задовольняти наступним вимогам: мати малу вагу, що дозволяють робити установку їх безпосередньо на перекритті; мати невелику товщину. Цегельні перегородки кладуть на цементному розчині. Цегла для перегородок застосовується суцільна.

Покрівля будинку пласка сполучена й складається з шарів гідроізоляційної бітумної мастики із пристроєм поверх неї захисного шару із гравію. Перекриття зі збірних залізобетонних багатопустотних плит.

У приміщеннях загального призначення й цокольному поверсі підлоги мозаїчні. У виставкових залах – керамічна плитка. У допоміжних і службових приміщеннях - лінолеум. У вбиральнях і курільних кімнатах – керамічна плитка.

Сходи запроектовані зі збірних залізобетонних сходових маршах і майданчиках. Сходи загального користування укладені в неспаленну клітину, мають марші подвійного закладення. Пропускна здатність сходів визначена з розрахунку 1м ширини маршу на 100 людей.

Таблиця 1.5 Техніко – економічні показники по будівлі автосалону

№ п/п	Найменування	Одиниці виміру	Кількість
1	Площа забудови P_z	м ²	264,6
2	Загальна площа $P_{заг}$	м ²	546,74
3	Корисна площа $P_{розр}$	м ²	403,5
4	Обсяг будинку $O_{буд}$	м ³	3202
5	Планувальний коефіцієнт	%	73,8

	$K_1 = \frac{\Pi_{розр}}{\Pi_{заг}} \times 100\%$		
6	Коефіцієнт обсягу $K_2 = \frac{O_{буд}}{\Pi_{розр}}$		7,93

1.6 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

Необхідно визначити товщину зовнішньої стіни будівлі автосалону із силікатної цегли для м. Харків. Вологісний режим приміщення нормальний. Розрахункова температура внутрішнього повітря $t_b = 18^\circ\text{C}$. Зовні стіна утеплена плитами «Rockwool» на синтетичному сполучному:

$$\gamma = 100 \text{ кг/м}^3; \lambda_{yt} = 0,07 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}. S = 7,9 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}.$$

Товщина плити утеплювача 6 см. і отштукатурена зовні цементно-піщаним розчином, усередині – складним розчином.

Згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливого експлуатаційного впливу, пожежі. Будівельна кліматологія. Поправка» обираємо необхідні дані щодо кліматичних умов району будівництва:

розрахункові температури зовнішнього повітря $t_{нхп} = -23^\circ\text{C}$,
температура найбільш холодної доби $t_{нхд} = -28^\circ\text{C}$.

Порядок розрахунків:

Визначаємо необхідний опір теплопередачі для умов м. Харків за формулою:

$$R_0^{\text{потр}} = \frac{(t_b - t_3) \cdot n}{\alpha_b \cdot \Delta t^H},$$

де t_3 – розрахункова зимова температура зовнішнього повітря;

n – коефіцієнт, прийнятий залежно від положення зовнішньої поверхні огороження по поверхні огороження стосовно зовнішнього повітря $n = 1$;

Δt^H – нормативний температурний період між температурою внутрішнього повітря й температурою поверхні огороження $\Delta t^H = 6^\circ\text{C}$;

α_B – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огороження, прийнятої по таблиці $\alpha_B = 8,7$.

Розрахункова зимова температура ухвалюється залежно від значення теплової інерції огороження, яку ми визначити поки не можемо, тому ухвалюємо умовно стіну середньої масивності (інерційності). У цьому

$$\text{випадку: } t_3 = \frac{t_{\text{нхд}} + t_{\text{нхп}}}{2} = \frac{-28(-23)}{2} = -25,5^\circ\text{C}.$$

Підставляємо всі дані у формулу й визначаємо $R_0^{\text{потр}}$.

$$R_0^{\text{потр}} = \frac{(18^\circ - (-25,5^\circ)) \cdot 1}{8,7 \cdot 6} = 0,814 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}.$$

За ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» опір теплопередачі зовнішньої стіни повинне бути не менш за

$$R_H^{\text{потр}} = 3,2 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}.$$

Ухвалюємо, що $R_0 = R_0^{\text{потр}}$.

R_0 визначаємо за формулою:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_B} + R_1 + R_2 + R_3 + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_B} + R_{\text{вш}} + R_k + R_{\text{ут}} + R_{\text{зш}} + \frac{1}{\alpha_3},$$

де $R_{\text{вш}}$ – опір теплопередачі шару внутрішньої штукатурки;

R_k – опір теплопередачі цегельної стіни;

$R_{\text{ут}}$ – опір теплопередачі шару утеплювача;

$R_{\text{зш}}$ – опір теплопередачі шару зовнішньої штукатурки;

α_3 – коефіцієнт теплопередачі зовнішньої поверхні огороження для зимових умов, $\alpha_3 = 23$.

Опір теплопередачі окремих шарів огороження

$$R = \frac{\delta}{\lambda},$$

де, δ – товщина шару, м.

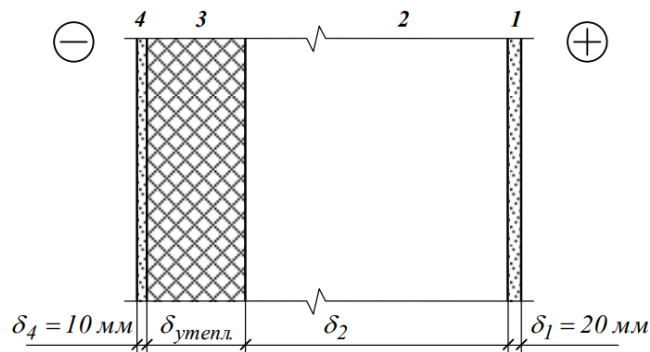


Рис. 1.1 Розрахункова схема зовнішньої стіни

Користуючись ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» та ДСТУ-Н Б В.2.6-190:2013 «Рекомендації щодо розрахунку показників термоопору та теплопоглинання огорожувальних конструкцій» виписуємо теплотехнічні показники будівельних матеріалів усіх конструктивних шарів зовнішньої стіни:

Цегла силікатна : щільність: $\gamma_0 = 1800 \text{ кг/м}^3$.

Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності: $\lambda = 0,7 \text{ Вт/м}^0\text{С}$.

Розрахунковий коефіцієнт теплосасвоєння: $S = 9,2 \text{ Вт/м}^2 \text{ }^0\text{С}$.

Цементно-піщаний розчин (складний): $\gamma_0 = 1700 \text{ кг/м}^3$.

Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності: $\lambda = 0,7 \text{ Вт/м}^0\text{С}$.

Розрахунковий коефіцієнт теплосасвоєння: $S = 8,95 \text{ Вт/м}^2 \text{ }^0\text{С}$.

Вапняно-піщаний розчин:

$\gamma_0 = 1600 \text{ кг/м}^3$.

Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності: $\lambda = 0,7 \text{ Вт/м}^0\text{С}$.

Розрахунковий коефіцієнт теплосасвоєння: $S = 8,69 \text{ Вт/м}^2 \text{ }^0\text{С}$.

Ухвалюємо в якості утеплювача плити «Rockwool» на синтетичному сполучному: $\gamma = 100 \text{ кг/м}^3$

Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності: $\lambda_{\text{ут}} = 0,07 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$.

Розрахунковий коефіцієнт теплосвоєння: $S = 7,9 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$.

Товщина плити утеплювача 6 см.

Підставляємо всі знайдені дані у формулу й визначаємо з неї необхідну товщину цегельної кладки:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_{\text{вш}}}{\lambda_{\text{вш}}} + \frac{\delta_{\text{к}}}{\lambda_{\text{к}}} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{\lambda_{\text{ут}}} + \frac{\nu_{\text{зш}}}{\lambda_{\text{зш}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}};$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,70} + \frac{0,06}{0,07} + \frac{\nu_{\text{к}}}{0,70} + \frac{1}{23} = 3,2 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$$

$$0,15 + 0,029 + \frac{\nu_{\text{к}}}{0,70} + 0,026 + 0,044 = 3,2;$$

$$\nu_{\text{к}} = 0,354 \text{ м.}$$

Ухвалюємо цегельну стіну товщиною в одну з половиною цеглини, тобто 0,38 м із шаром утеплювача «Rockwool» товщиною 6 см.

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

2.1 Розрахунок та проектування надземної частини об'єкта

2.1.1 Розрахунки поперечної рами в осях Б-В й 1-4.

В осях Б-В й 1-4 запроектований сталевий каркас будинку автосалону з наступними вихідними даними:

проліт - 15м;

довжина – 18 м;

крок колон – 4 м;

відмітка низу конструкції покриття – 7,8 м.

Район будівництва – м. Харків.

Матеріал конструкцій каркаса:

колони – сталь С 235 за ДСТУ 8539:2015 $R_y = 23 \text{ кН/см}^2$

балки – сталь С 245 за ДСТУ 8539:2015 $R_y = 24 \text{ кН/см}^2$

Визначення навантажень, що діють на поперечну раму.

Таблиця 2.1 Збір навантажень на покриття

Вид навантаження	Характерист. навантаж. кН/м^2	Коефіцієнт надійності γ_f	Експлуат. навантаж. кН/м^2
Постійні (g)			
1. Шар гравію на бітумній мастиці 0,16x9,81x0,95	0,149	1,3	0,194
2.3 шару руберойду на бітумній мастиці 0,02x8x0,95	0,152	1,3	0,198

Продовження Табл. 2.1			
3. Цементне стягування 0,15х30х0,95	0,285	1,3	0,370
4. Утеплювач – сухий керамзит 0,14 х4 х 0,95	0,532	1,3	0,692
5. Пароізоляція – 1 шар плівки ПВХ	0,038	1,3	0,049
Разом: Вага 1 м ² плити покриття	1,156 3,0	1,1	1,503 3,3
Усього:	4,156		4,803
Тимчасові: Снігова	1,0	1,6	1,6
Усього:	5,156		6,403

Погонне навантаження на ригель поперечної рами від покриття:

При кроці поперечних рам $B = 4$ м.

$$q_{noz} = (g + v)B = (4,803 + 1,6) \times 4 = 25,6 \text{ кН/м}$$

Таблиця 2.2 Збір навантажень на перекриття

Вид навантаження	Характерист. навантаж. кН/м ²	Коефіцієнт надійності γ_f	Експлуат. навантаж. кН/м ²
Постійна			
1. Лінолеум на клейовій мастиці	0,09	1,3	0,117
2. Стягування із цементно-піщаного розчину	0,54	1,3	0,702
3. Шар керамзитового гравію	0,225	1,3	0,2925

Продовження Табл. 2.2			
4. Панелі перекриття	3,0	1,1	3,3
5. Папер й мінераловатні плити	0,035	1,3	0,0455
6. Шов замонолічування	0,125	1,3	0,1625
Разом:	4,015		4,6195
Тимчасова:			
Тривала	1,6	1,3	2,08
Короткочасна	0,4	1,3	0,52
Разом:	2,0		2,6
Усього:	6,015		7,2195

Погонне навантаження на ригель поперечної рами від перекриття:

При кроці поперечних рам $B = 4$ м.

$$q_{noz} = (g + v)B = (4,62 + 2,6) \times 4 = 28,88 \text{ кН / м}$$

Визначення зусиль в елементах поперечної рами каркаса робимо за допомогою розрахункового програмного комплексу SCAD і наводимо як графічний звіт. (Рис. 2.1 – 2.5) .



Рис. 2.1 – Нумерація вузлів та елементів рами.

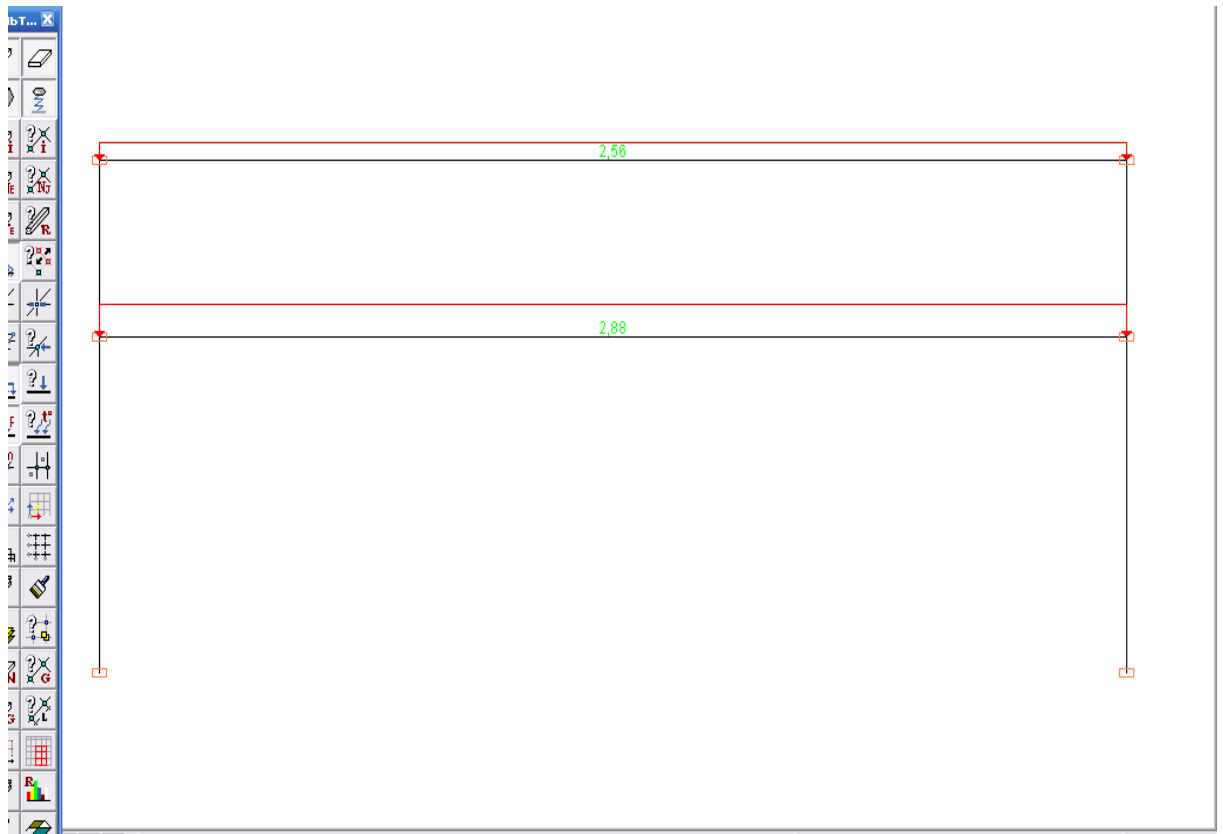


Рис. 2.2 – Розрахункова схема рами

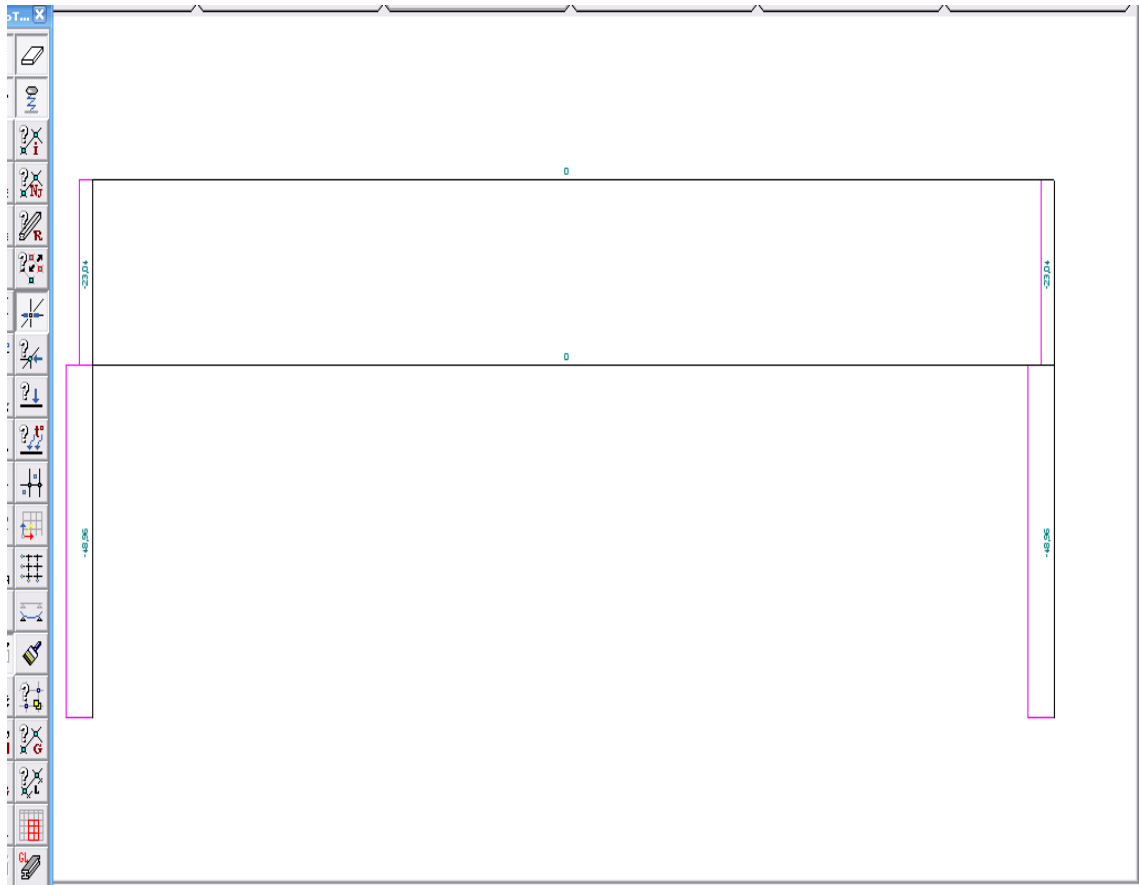


Рис. 2.3 – Продольні зусилля в елементах рами



Рис. 2.4 – Згинальні моменти в елементах рами



Рис. 2.5 – Перерізаючі зусилля в елементах рами

2.1.2. Розрахунок й конструювання попередньо напруженої панелі перекриття

2.1.2.1 Загальні принципи проектування елементів з попередньо напруженою арматурою

Зусилля попереднього напруження, що може бути прикладене до арматури

$$P = \sigma_p A_p ,$$

де σ_p – напруження в арматурі ($\sigma_{p \min} < \sigma_p < \sigma_{p \max}$);

$$\sigma_{p \min} = 0,3f_{p0,1k};$$

$$\sigma_{p \max} = (0.9 \dots 0.95)f_{p0,1k};$$

A_p – площа перерізу арматури.

Миттєві втрати (перші втрати) відбуваються залежно від методу попереднього напруження. Миттєві втрати відбуваються під час напруження арматури і при передачі попереднього напруження на бетон. До миттєвих втрат можна віднести:

втрати внаслідок короткотривалої релаксації ΔP_r ;

втрати внаслідок температурного перепаду при тепловій обробці ΔP_θ ;

втрати внаслідок пружної деформації бетону ΔP_{el} ;

втрати внаслідок тертя ΔP_μ ;

втрати внаслідок проковзування арматури в анкерних пристроях ΔP_{sl} .

Втрати, пов'язані з часом (другі втрати) – це наслідок усадки, повзучості бетону та довготривалої релаксації напруженої арматури.

Втрати від релаксації напружень для арматури класу A600, при механічному способі натягу:

$$\Delta P_r = (0.1\sigma_{p \max} - 20 \text{ МПа}) \times A_p ,$$

Втрати від теплового перепаду при тепловій обробці:

$$\Delta P_\theta = 0.5A_p E_p \alpha_c \Delta T ,$$

де, α_c – коефіцієнт лінійного температурного розширення бетону (α_c

$$= 1.2 \cdot 10^{-5} \text{ G}^{-1} ;$$

$\Delta T = (T_{\max} - T_0)$ – різниця між максимальною і початковою температурами; за відсутності точних даних приймають $\Delta T = 65^\circ\text{C}$.

Втрати від миттєвої деформації бетону

$$\Delta P_{\text{el}} = A_p E_p \left[\sum \frac{j \Delta \sigma_c(t)}{E_{\text{cm}}(t)} \right],$$

де, $\Delta \sigma_c(t)$ – зміна напруження в бетоні у центрі ваги арматури, прикладеного в момент часу t ;

j – коефіцієнт, який визначають як $j = (n-1) / 2n$;

n – кількість напружених пучків; для спрощення можна приймати $j = 0.5$.

Втрати внаслідок деформації анкерів

$$\Delta P = (\Delta l / l) E_p A_p$$

де Δl – деформація анкера або зміщення арматури в анкері (звичайно приймають $\Delta l = 2 \text{ мм}$);

l – відстань між анкерами .

Втрати внаслідок тертя арматури при напружуванні на бетон

$$\Delta P_{\mu}(x) = P_{\max} \left(1 - e^{-\mu(\theta + kx)} \right),$$

де θ – сума кутових переміщень на відстані x ;

μ – коефіцієнт тертя між арматурою та стінкою каналу;

k – випадкове кутове переміщення для внутрішньої арматури на одиницю довжини ($k = 0.005 \dots 0.01$);

x – відстань вдовж арматури від точки , де сила напруження дорівнює величини $P_{\max}$.

Втрати, що залежать від часу виникають внаслідок деформації бетону, спричиненою повзучістю і усадкою при дії постійного навантаження, а також внаслідок релаксації арматури при розтягу.

Величину втрат визначають за формулою:

$$\Delta P_{c+s+r} = A_p \Delta \sigma_{p,c+s+r} = A_p \frac{\varepsilon_{cs} E_p + 0.8 \Delta \sigma_{pr} + \frac{E_p}{E_{cm}} \varphi(t, t_0) \sigma_{c,QP}}{1 + \frac{E_p A_p}{E_{cm} A_c} \left(1 + \frac{A_c}{I_c} z_{cp}^2 \right) [1 + 0.8 \varphi(t, t_0)]},$$

де $\Delta \sigma_{p,c+s+r}$ – абсолютне значення зміни напружень в арматурі внаслідок повзучості, усадки і релаксації на відстані x в момент часу t ;

ε_{cs} – деформація усадки, що складається з деформації усадки при висиханні (ε_{cd}) і деформації внутрішньої усадки (ε_{ca}): $\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca}$; кінцеве значення повної усадки залежить від класу бетону, відносної вологості оточуючого середовища, розмірів елементу і приблизно може прийматись величиною $\varepsilon_{cs} \sim 0.00035 \dots 0.0005$;

E_p – модуль пружності напруженої арматури;

E_{cm} – середній модуль пружності бетону;

$\Delta \sigma_{pr}$ – абсолютна величина зміни напружень в арматурі на відстані x у момент часу t , викликана релаксацією арматури;

$\varphi(t, t_0)$ – коефіцієнт повзучості в момент часу t при часі прикладення навантаження t_0 ; в розрахунках можна приймати $\varphi(\infty, t_0)$;

$\sigma_{c,QP}$ – напруження в бетоні на рівні розташування напруженої арматури від дії попереднього напруження та постійних навантажень;

A_p – площа напруженої арматури на відстані x ;

A_c – площа перерізу бетону;

I_c – момент інерції перерізу бетону;

z_{cp} – відстань від центру ваги перерізу бетону до напруженої арматури.

Розрахунок міцності похилих перерізів ведуть за тим же алгоритмом, що і перерізів без попереднього напруження, але формула для визначення несучої здатності бетону має вигляд:

$$V_{Rd,c,1} = (C_{Rd,c} K^3 \sqrt{100 \rho_1 f_{cd}} + K_1 \sigma_{cp}) b_w d,$$

$$V_{Rd,c,2} = (V_{min} + K_1 \sigma_{cp}) b_w d,$$

де $\sigma_{cp} = N / A_c < 0.2 f_{cd}$;

N – сила попереднього напруження;

A_c – площа поперечного перерізу бетону;

b_w – найменша ширина поперечного перерізу у розтягнутій зоні;

$K_1 = 0.15$.

Для елементів без поперечної арматури опір поперечній силі в зонах, які не мають тріщин внаслідок згину при $\sigma_s \leq f_{ctd}$ (рис. 6.3) розраховують за формулою:

$$V_{Rd,c} = \frac{I b_w}{S} \sqrt{(f_{ctd})^2 + \alpha_1 \sigma_{cp} f_{ctd}},$$

де I – момент інерції перерізу;

b_w – ширина поперечного перерізу по центральній осі з урахуванням наявності каналів для напружуваної арматури;

S – статичний момент перерізу вище і відносно центральної осі;

$\alpha_1 = l_x / l_{pt2} \leq 1$ для арматури, напружуваної на бетон;

$\alpha_1 = 1$ для інших видів попереднього напруження;

l_x – відстань від розглядуваного перерізу до початкової точки довжини передачі;

l_{pt2} – величина верхньої межі довжини передачі для напружуваного елемента ($l_{pt2} = 1.2 l_{pt}$);

σ_{cp} – напруження стиску бетону на центральній осі від попереднього напруження;

f_{ctd} – розрахунковий опір бетону на розтяг.

Базова довжина передачі напружень

$$l_{pt} = \alpha_1^I \alpha_2 \varnothing \sigma_{pm0} / f_{bpt},$$

де $\alpha_1^I = 1.0$ – для поступового відпускання;

$\alpha_1^I = 1.25$ – для моментального відпускання;

$\alpha_2 = 0.25$ – для арматури круглого поперечного перерізу;

$\alpha_2 = 0.19$ – для канатів;

$\varnothing$ – номінальний діаметр напруженого елемента;

σ_{pm0} – напруження в напруженому елементі безпосередньо після відпускання;

f_{bpt} – постійне напруження зчеплення, що визначають за формулою:

$$f_{bpt} = \eta_{p1} \eta_1 f_{ctd}(t),$$

де, $\eta_{p1} = 2.7$ для дротів періодичного профілю;

$\eta_{p1} = 3.2$ для канатів;

$\eta_1 = 1.0$ при хороших умовах зчеплення;

$\eta_1 = 0.7$ при інших умовах зчеплення;

$f_{ctd}(t)$ – розрахунковий опір бетону на розтяг в момент відпускання напруженого елемента.

2.1.2.2 Розрахунок й конструювання попередньо напруженої панелі перекриття ПБ 60-12-8.

Плита виконана за стендовою технологією з бетону класу С32/40 під корисне розрахункове навантаження 2.0 кН/м^2 .

Плита спирається шарнірно на цегляні стіни; довжина спирання 130 мм.

1) Розрахункові характеристики бетону:

$$f_{cd} = 22 \text{ МПа}; f_{ctm} = 3.0 \text{ МПа}; f_{ctk0,05} = 2.1 \text{ МПа}; f_{ctd} = 1.615 \text{ МПа};$$

$$E_{cd} = 28500 \text{ МПа}; E_{cm} = 36000 \text{ МПа}; \varphi(\infty, t) = 1.5.$$

Розрахункові характеристики арматури:

$$f_{pk} = 1470 \text{ МПа}; f_{p0.1k} = 1335 \text{ МПа}; f_{pd} = 1335/1.2 = 1113 \text{ МПа};$$

$$E_p = 180000 \text{ МПа};$$

$$\text{коефіцієнт співвідношення модулів } \alpha = E_p / E_{cm} = 5.$$

2). Визначення необхідного армування за міцністю нормальних перерізів Підрахунок навантаження зводимо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3. Навантаження на 1м² довжини панелі

Вид навантаження	Характерист. навантаження, МПа	Коефіцієнт надійності по навантаженню, γ_f	Експлуатац. навантажен, МПа
Постійна від ваги: 1. Лінолеуму на кліючій мастиці $18\text{кН/м}^3 \cdot 0,005\text{м} = 0,09$	0.09	1,3	0,117
2. Стягування із цементно-піщаного розчину $18\text{кН/м}^3 \cdot 0,03\text{м} = 0,54$	0.54	1,3	0,702
3. Шар керамзитового гравію $5\text{кН/м}^3 \cdot 0,045\text{м} = 0,225$	0.225	1,3	0,2925
4. Панелі перекриття	3,0	1,1	3,3
5. Шар паперу й мінеральної вати	0,035	1,3	0,0455
6. Шви замонолічування	0,125	1,3	0,1625
Разом:	4,015		4,6195
Тимчасова: Тривала	1,6	1,3	2,08
Короткочасна	0,4	1,3	0,52
Разом:	2,0		2,6
Усього:	6,015		7,2195

Навантаження на 1м довжини панелі:

експлуатаційна повна $q = 7219,5 \cdot 1,2 = 8663,4 \text{ Н/м} = 8,66 \text{ кН/м}$;

характеристична повна $q_n = 6015 \cdot 1,2 = 7218 \text{ Н/м} = 7,22 \text{ кН/м}$;

Розрахункова довжина плити $l_0 = 6000 - 130 = 5870 \text{ мм}$.

Максимальний згинальний момент

$$M = ql_0^2 / 8 = 8,66 \cdot 5,87^2 / 8 = 37,86 \text{ кНм}.$$

Розрахунковий еквівалентний двотавровий переріз має розміри:

$$f_{\text{eff}} = 118 \text{ см};$$

$$b_w = 35,9 \text{ см};$$

$$h_f = 4,16 \text{ см};$$

$$d = 19,5 \text{ см}.$$

$$M_f = f_{\text{cd}} b_{\text{eff}} h_t (d - 0,5h_f) = 2,2 \cdot 118 \cdot 4,16 (19,5 - 2,08) = 16674 \text{ кНсм} =$$

$$= 166.74 \text{ кНм} > M = 37.86 \text{ кНм},$$

тобто, нейтральна вісь проходить в полиці.

$$\alpha_m = 3786 / 2.2 \times 118 \times 19.5^2 = 0.0687, \quad \zeta = 0.964,$$

необхідна кількість арматури

$$A_p = 3786 / 0.964 \times 111.3 \times 19.5 = 3.24 \text{ см}^2.$$

Приймаємо 5Ø10 A600C ($A_p = 3.624 \text{ см}^2$).

3). Геометричні параметри перерізу:

$$A_c = 118 \times 22 - 6 \times 3.14 \times 15.2^2 / 4 = 1507 \text{ см}^2;$$

$$A_{red} = 1507 + 5 \times 4.53 = 1530 \text{ см}^2;$$

$$S_{red} = 1507 \times 11 + 5 \times 4.53 \times 2.5 = 16631 \text{ см}^3;$$

координата центру ваги перерізу

$$y_0 = 16631 / 1530 = 10.9 \text{ см};$$

$$I_c = 118 \times 22^3 / 12 - 6 \times 0.05 \times 15.2^4 = 88691 \text{ см}^4;$$

$$I_{red} = 88691 + 1507 \times 0.1^2 + 5 \times 4.53 \times 8.4^2 = 90304 \text{ см}^4.$$

Тобто:

- площа бетонного поперечного перерізу $A_c = 1507 \text{ см}^2$;

- статичний момент бетонного перерізу відносно нижньої грані плити

$$S_c = 16577 \text{ см}^3;$$

- момент інерції бетонного перерізу відносно центральної осі

$$I_c = 88691 \text{ см}^4;$$

- сумарна мінімальна товщина усіх вертикальних перетинок

$$b_w = 26.8 \text{ см}.$$

Приведені характеристики перерізу:

$$- A_{red} = 1507 + 5 \times 3.624 = 1525 \text{ см}^2;$$

$$- S_{red} = 16577 + 5 \times 3.624 \times 2.5 = 16622 \text{ см}^3;$$

- відстань від нижньої грані до центру ваги $y = 16622 / 1525 = 10.9 \text{ см};$

$$- I_{red} = 88691 + 1507 \times 0.1^2 + 5 \times 3.624(10.9 - 2.5)^2 = 89985 \text{ см}^4;$$

$$- W_{red} = I_{red} / y = 89985 / 10.9 = 8255,5 \text{ см}^3;$$

$$- W_{red}^I = I_{red} / (h - y) = 89985 / (22 - 10.9) = 8107 \text{ см}^2;$$

$$- W_{pl} = 1.5 \times 8255.5 = 12383 \text{ см}^3;$$

$$- r = W_{red}^I / A_{red} = 8107 / 1525 = 5.32 \text{ см};$$

$$- r^I = W_{red} / A_{red} = 8255.5 / 1525 = 5.41 \text{ см}.$$

Ексцентриситет сили попереднього напруження

$$e_{0p} = 10.9 - 2.5 = 8.4 \text{ см}.$$

4). Визначення втрат попереднього напруження

Приймаємо первинне напруження $\sigma_p = 1100 \text{ МПа}$.

Сумарна сила первинного напруження

$$P_I = \sigma_p A_p = 110 \times 3.624 = 398.64 \text{ кН}.$$

Миттєві втрати:

$$- \Delta P_r = 3.624 (0.22 \times 110 / 133.5 - 0.1) 110 = 32.4 \text{ кН};$$

$$- \Delta P_\theta = 3.624 \times 0.5 \times 18000 \times 0.000012 \times 65 = 25.44 \text{ кН};$$

$$- \Delta P_{sl} = 3.624 \times 0.2 \times 18000 / 630 = 20.7 \text{ кН};$$

$$\Delta \sigma_p = P / A_{red} + P e_{0p}^2 / I_{red} = 398.64 / 1525 + 398.64 \times 8.4^2 / 89985 = 0.574 \text{ кН/см}^2;$$

$$- \Delta P_{el} = A_p E_p j \Delta \sigma_c / E_{cm} = 3.624 \times 18000 \times 0.375 \times 0.574 / 3600 = 3.9 \text{ кН}.$$

Сума миттєвих втрат $\Delta P = 82.44 \text{ кН};$

втрата миттєвих напружень $\Delta \sigma_I = 82.44 / 3.624 = 22.74 \text{ кН/см}^2.$

Втрати, пов'язані з часом:

$$\sigma_{c,Qp} = \Delta \sigma_c - \sigma_{cm} = \Delta \sigma_c - f_{cm} = 0.574 - 0.3 = 0.274 \text{ кН/см}^2;$$

$$\Delta \sigma_{pr} = 32.4 / 3.624 = 8.94 \text{ кН/см}^2;$$

$$\Delta P_{c,s,r} = 3.624 \frac{0.0004 \times 18000 + 0.8 \times 8.94 + 5 \times 1.5 \times 0.274}{1 + \frac{5 \times 3.624}{1524} \left(1 + \frac{1525 \times 8.4^2}{89985} \right) (1 + 0.8 \times 1.5)} = 56.22 \text{ кН}.$$

Сумарні втрати $\Delta P = 82.44 + 56.22 = 138.66 \text{ кН (34.8 \%)};$

$$\Delta \sigma = 138.66 / 3.624 = 38.26 \text{ кН/см}^2.$$

Остатні напруження в арматурі після всіх втрат

$$\sigma_p = 110 - 38.26 = 71.74 \text{ кН/см}^2 (65.2\%).$$

5). Перевірка достатності армування для забезпечення тріщиностійкості від розрахункового навантаження

Прийнявши $M_{crc} = M$, отримаємо необхідну силу напруження для забезпечення тріщиностійкості

$$P_{crc} = (M - f_{ctm} W_{pl}) / 0.652(e_{0p} + r^I) = \\ = (3786 - 0.3 \times 12383) / 0.652(8.4 + 5.41) = 341 \text{ кН}.$$

Необхідна кількість арматури $A_p = \frac{P_{crc}}{\sigma_p} = 341 / 110 = 3.1 \text{ см}^2$, що менше необхідного армування за умови міцності.

Остаточно приймаємо армування $5\varnothing 10 \text{ A600C}$ ($A_p = 3.624 \text{ см}^2$).

6). Перевірка напружень у верхній фібрі бетону під час передачі попереднього напруження на бетон

Напруження у верхній фібрі бетону

$$\sigma_c^I = -P / A_{red} + P e_{0p} y^I / I_{red} \leq f_{ctm},$$

де сила P після миттєвих втрат дорівнює

$$P = P_1 - \Delta \sigma_1 A_p = 398.64 - 22.74 \times 3.624 = 316.23 \text{ кН};$$

$$\sigma_c^I = -316.23 / 1525 + 316.23 \times 8.4 \times 11.1 / 89985 = \\ = 0.12 \text{ кН/см}^2 < f_{ctm} = 0.3 \text{ кН/см}^2.$$

Армування верхньої зони не потрібне.

7). Перевірка міцності похилих перерізів

Розрахункова поперечна сила знаходиться на відстані від грані опори на $0.5h - 0.5 \times 22 = 11 \text{ см}$ і дорівнює $V_{Ed} = 41.47 \text{ кН}$.

Для однопролітних плит, що працюють без тріщин, перевірку ведемо за умови

$$V_{Ed} \leq V_{Rdc} = \frac{I_{red} b_w}{S_1} \sqrt{f_{ctd}^2 + \alpha_1 \sigma_{cp} f_{ctd}},$$

де статичний момент перерізу вище і відносно центральної осі $S_1 = 5295 \text{ см}^3$,

$$\sigma_{cp} = P / A_c = 316.23 / 1507 = 0.21 \text{ кН/см}^2;$$

$$V_{Rdc} = \frac{89985 \times 26.8}{5295} \sqrt{0.1617^2 + 1 \times 0.21 \times 0.1617} = 111.5 \text{ кН} > E_{Ed} = 41.47 \text{ кН}.$$

Міцність похилих перерізів достатня.

8). Визначення деформативності плити від короткочасної дії навантаження

Прогин плити

$$f = \frac{5Ml_0^2}{48E_{cm}I_{red}} - \frac{Pe_{op}l_0^2}{8E_{cm}I_{red}} = \frac{5 \times 3786 \times 587^2}{48 \times 3600 \times 89985} - \frac{316.23 \times 8.4 \times 587^2}{8 \times 3600 \times 89985} = 0.437 \text{ см};$$

відносний прогин

$$f / l_0 = 0.437 / 614 = 1/1406 < [f / l] = 1/200.$$

З конструктивних міркувань у верхній частині перетину плити ухвалюю сітку рулонну С-1 марки $\frac{3B500 - (\times 200) + 150}{3B500 - 250} 1140 \times 5900 \frac{75}{20}$. У нижній частині перетину - пласкі: на приопорних ділянках сітки С-2 марки

$$\frac{3B500 - 75}{3B500 - (\times 250) + 100} 330 \times 1490 \frac{20}{15} \text{ й посередині прольоту сітка С-3 марки}$$

$$\frac{3B500 - 200}{3B500 - (\times 200) + 150} 1140 \times 430 \frac{20}{15}.$$

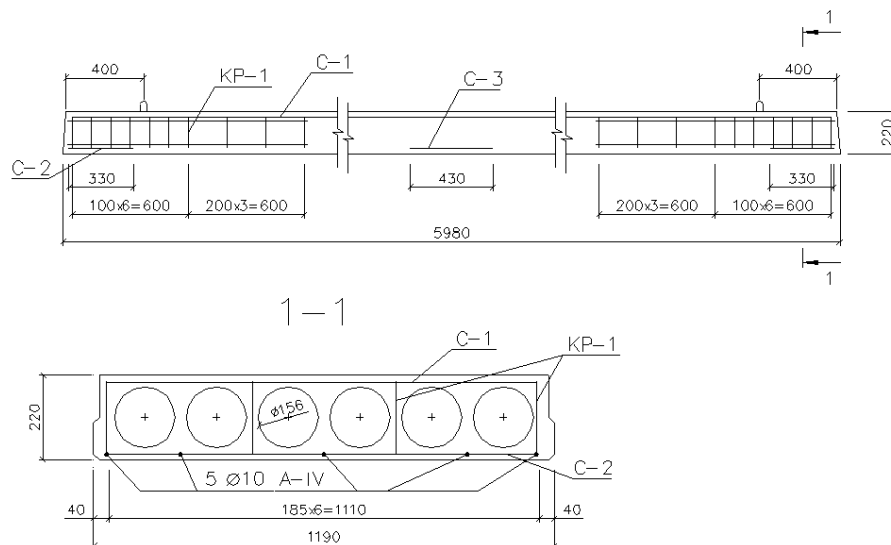


Рис 2.6. Перетин багатопустотної панелі.

Перевірка міцності панелі на зусилля, що виникають у стадії виготовлення, транспортування й монтажу.

Монтажні петлі (з арматури A240C) розташовано на відстані 0,4м від торця панелі, у ці ж місцях повинні укладатися прокладки під час перевезення панелі і її складуванні.

Навантаженням на панель є її власна вага з урахуванням коефіцієнта динамічності 1,8 і зусилля обтиснення.

Згинальний момент у перетині в петель від власної ваги:

$$M_g = \frac{3000 \cdot 1,8 \cdot 1,2 \cdot 0,4^2}{2} = 518 \text{ (Н}\cdot\text{м)}.$$

Зусилля обтиснення в граничному стані:

$$P = (\gamma_{sp} \cdot \sigma_{spl} - 330) \cdot A_{sp} = (1,15 \cdot 423,7 - 330) \cdot 10^6 \cdot 3,93 \cdot 10^{-4} = 61,8 \cdot 10^3 \text{ (Н)}.$$

Згинальний момент від цього зусилля щодо осі, що проходить через крапку додатка зусилля в розтягнутій при виготовленні, транспортуванні й монтажі арматурам:

$$M_p = P \cdot (h_0 - a') = 61,8 \cdot 10^3 \cdot (19,5 - 2,2) \cdot 10^{-2} = 10,69 \cdot 10^3 \text{ (Н}\cdot\text{м)}.$$

$$\text{Сумарний момент } M = M_g + M_p = 0,52 + 10,69 = 11,21 \text{ (кН}\cdot\text{м)}.$$

Для сприйняття цього моменту вгорі поставлена сітка, що має поздовжні стрижні 7Ø3B500. Крім того, панель має 4 каркаса з верхніми стрижнями 4Ø4B500. Таким чином, площа розтягнутої при виготовленні, транспортуванні й монтажі арматури $A_s = 0,5 + 0,502 \approx 1 \text{ см}^2$. Арматури в нижній стислій зоні складається з нижніх стрижнів приопорних каркасів 4Ø4B500 ($A'_s = 0,502 \text{ см}^2$).

Перевірку міцності перетину роблю так само, як при позацентровому стиску, ухвалюючи $\eta = 1$.

Висота стиснутої зони:

$$\chi = \frac{P + f_{cd} \cdot A_s - f_{cd}' \cdot A'_s}{f_{bp}^0 \cdot b_f} = \frac{61,8 \cdot 10^3 + (375 \cdot 0,5 + 365 \cdot 0,502) \cdot 10^2 - 365 \cdot 0,502 \cdot 10^2}{9,72 \cdot 10^6 \cdot 1,19} \approx 7 \text{ (мм)}.$$

7 мм < $h_f' = 3$ см (нейтральна вісь проходить у полку) і шукана несуча здатність:

$$N_{adm} = \frac{f_{bp}^0 \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x) + f_{cd} \cdot A_s' \cdot z_s}{e} =$$

$$= \frac{9,72 \cdot 10^6 \cdot 1,19 \cdot 10^{-3} \cdot (22 - 2,2 - 0,7) \cdot 10^{-2} + 365 \cdot 10^6 \cdot 0,502 \cdot 10^{-4} \cdot (19,5 - 2,2) \cdot 10^{-2}}{(19,5 - 2,2) \cdot 10^{-2}} = 107,7$$

$= 107,7 \cdot 10^3$ (Н) > $P = 61,8 \cdot 10^3$ (Н), тобто несуча здатність забезпечена.

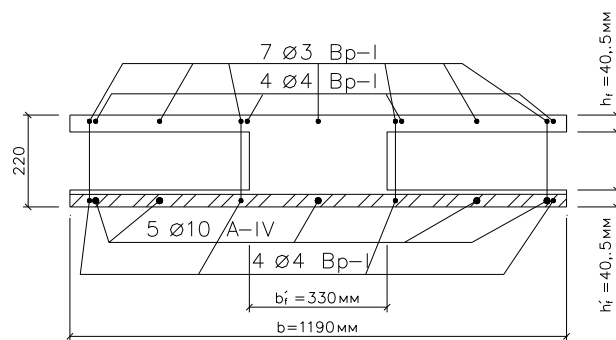


Рис 2.7. Перетин багатопустотної панелі при розрахунках на зусилля в стадії транспортування.

2.1.3 Проектування металевої балки перекриття

Матеріал конструкцій:

- матеріал балки перекриття- сталь марки С245 (ВстЗпсб-1) з

$$R_y = 240 \text{ Мпа} = 24 \text{ кН/см}^2.$$

Перевірка міцності балки по нормальних напругах проводиться на дію розрахункового навантаження q по формулі

$$\sigma = \frac{M_{max}}{c_1 W_{x,icn} \gamma_c} \leq 1$$

де, M_{max} – максимальний згинальний момент у балці від дії рівномірно розподіленої навантаження

$W_{x,icn}$ - момент опору перетину існуючої балки; визначається по сортаменту згідно із заданим номером профілю;

γ_c – коефіцієнт умов роботи;

c_1 – коефіцієнт розвитку пластичних деформацій у перетині балки.

Визначається залежно від відношення площі полки до площі стінки по таблицях ДБН В.2.6-198:2014; орієнтовно ухвалюється $c_1 \approx 1.12$;

R_y – розрахунковий опір стали вигину по межі текучості.

Міцність на зріз по дотичних напруженнях перевіряти не потрібно, тому що вона забезпечується товщиною стінки прокатного профілю.

Перевірка жорсткості допоміжної балки проводиться на дію нормативного навантаження q^n

$$\frac{f}{l} = \frac{5q^n l^3}{384 \cdot EI_{x,icn}} \leq \left[\frac{f}{l} \right]$$

де, E – модуль пружності для сталі.

Максимальний згинальний момент у перетині визначений розрахунками рами каркаса за допомогою програмного комплексу «SCAD».

$$M_{max} = 633 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

$$Q_{max} = 744 \text{ кН}$$

Далі знаходимо необхідні геометричні характеристики перетину балки:

$$W_x^{номр.} = \frac{M_{max}}{c_1 R_y \gamma_c} \leq 1$$

$$W_x^{номр.} = \frac{633 \cdot 10^2}{24 \cdot 1.12} = 693,26 \text{ см}^3$$

Згідно із сортаментом прокатної сталі попередньо для проектування балки настилу ухвалюємо два швелерні профілі №30 і визначаємо геометричні характеристики прийнятого коробчастого перетину.

Виконуємо перевірку міцності прийнятого перетину балки перекриття:

$$\sigma = \frac{M_{max}}{c W_x} = \frac{633 \times 10^2}{1.12 \times 774,7} = 22,7 \text{ кН/см}^2 < R_y = 24 \text{ кН/см}^2.$$

Умова міцності забезпечена.

Виконуємо перевірку жорсткості прийнятого перетину балки настилу:

$$\frac{f}{l} = \frac{M^n l}{10 \cdot E I_{x,ich.}} \leq \left[\frac{f}{l} \right]$$

$$\frac{f}{l} = \frac{633 \times 10^2 \times 630}{10 \cdot 2,06 \cdot 10^4 \cdot 5186} = \frac{1}{421} > \left[\frac{f}{l} \right] = \frac{1}{400}.$$

Умова жорсткості забезпечена.

Розрахунок балки верифіковано розрахунком балки в програмі Кристал (64-біт), версія: 23.1.1.3 від 24.09.2024.

2.1.3.1 Розрахунок балки в програмі Кристал

Розрахунок виконано за ДБН В.2.6-198:2014 зі зміною №1

Сталь:

з розрахунковим опором за часовим опором $R_u = 38735,984 \text{ Т/м}^2$

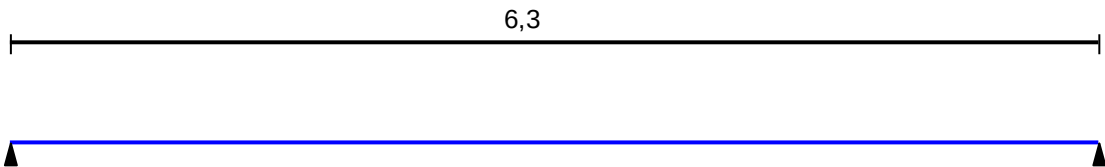
з розрахунковим опором за межею текучості $R_y = 27522,936 \text{ Т/м}^2$

Коефіцієнт надійності за відповідальністю $g_n = 1$

Коефіцієнт умов роботи 1



Конструктивне рішення



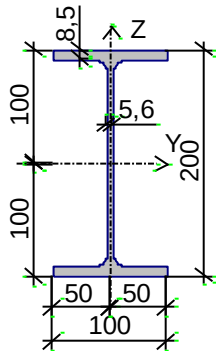
Закріплення від поперечних зміщень і поворотів

	Зліва	Справа
Зміщення вздовж Y	Закріплено	Закріплено
Зміщення вздовж Z	Закріплено	Закріплено
Поворот довкола Y		
Поворот довкола Z		

Катет швів опорного ребра 6 мм

Непружня робота перерізу не допускається

Переріз



Профіль: Двотавр нормальний (Б) за ГОСТ 26020-83 20Б1

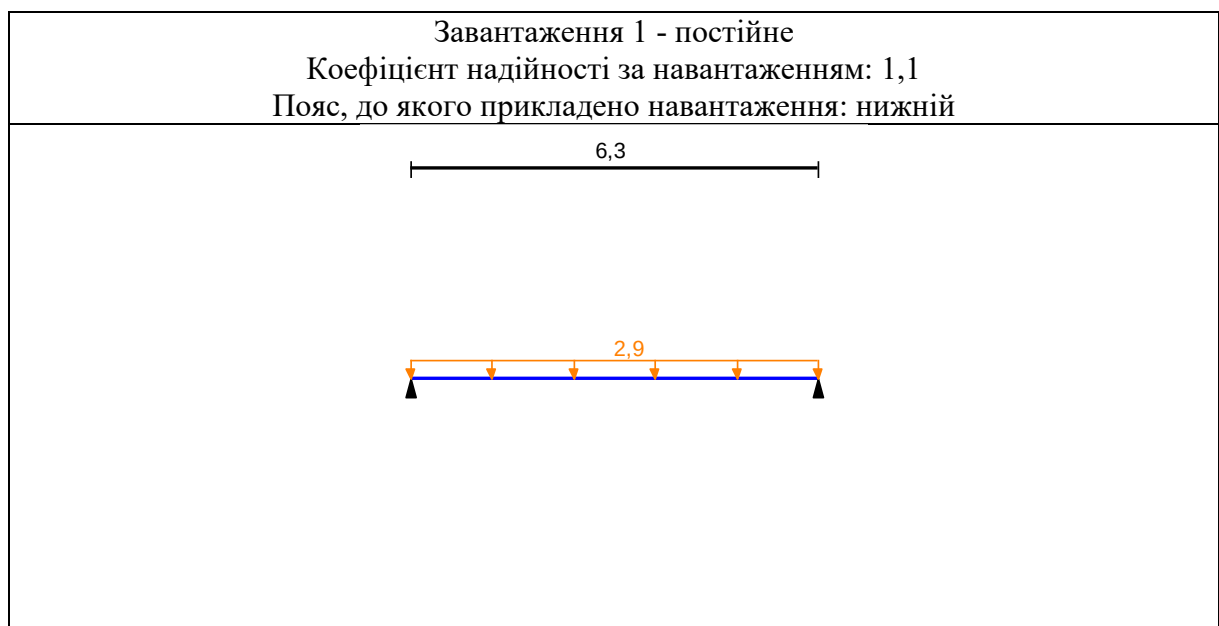
Геометричні характеристики

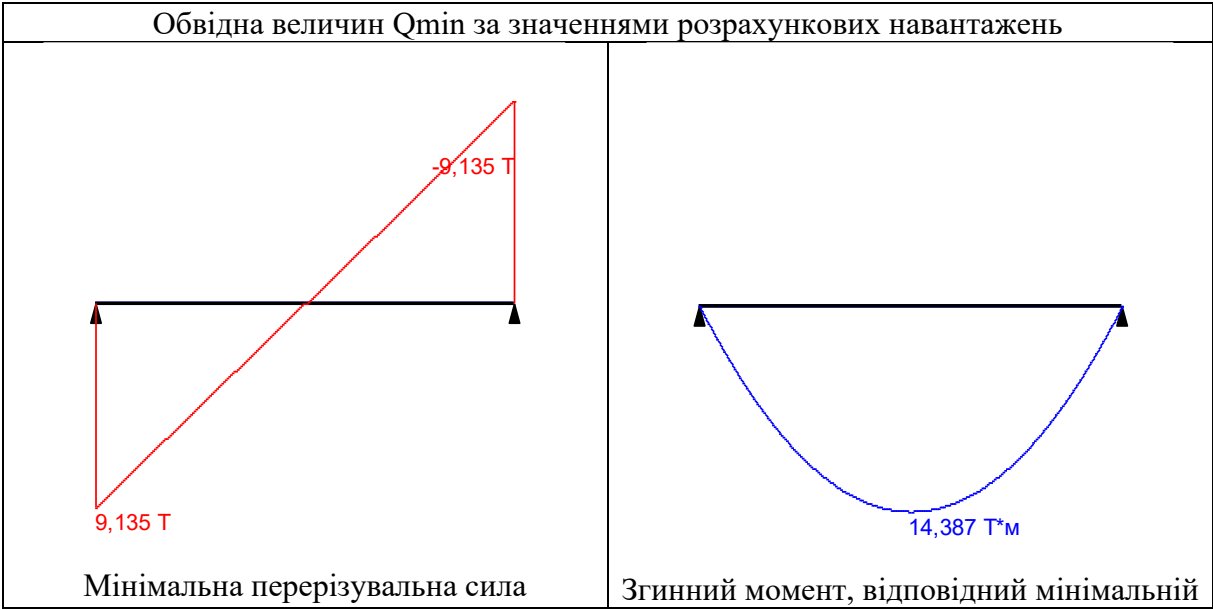
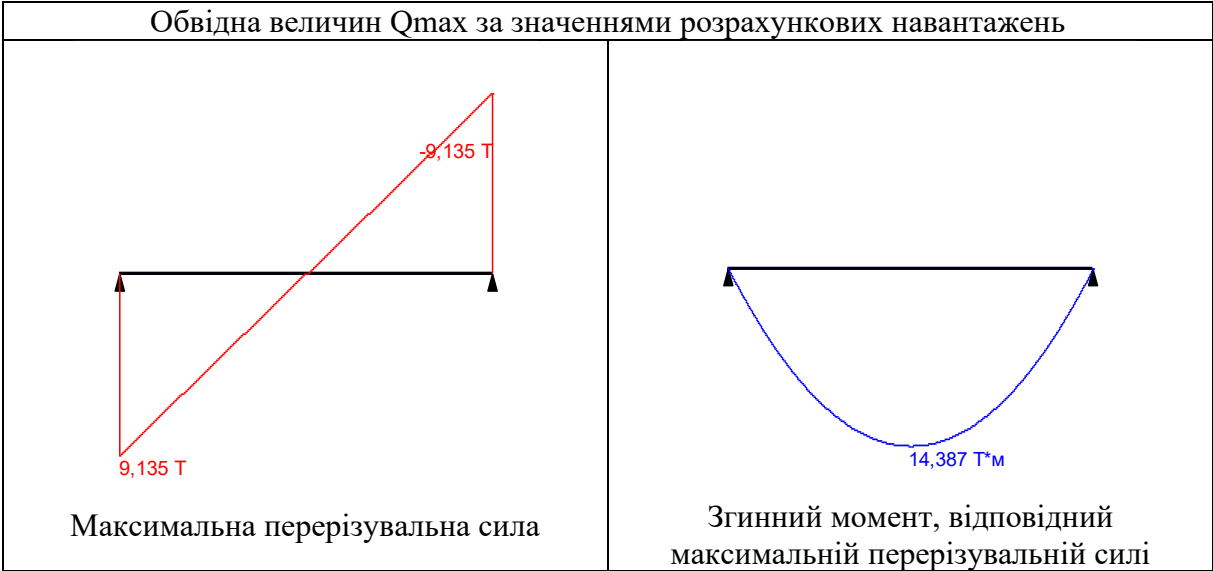
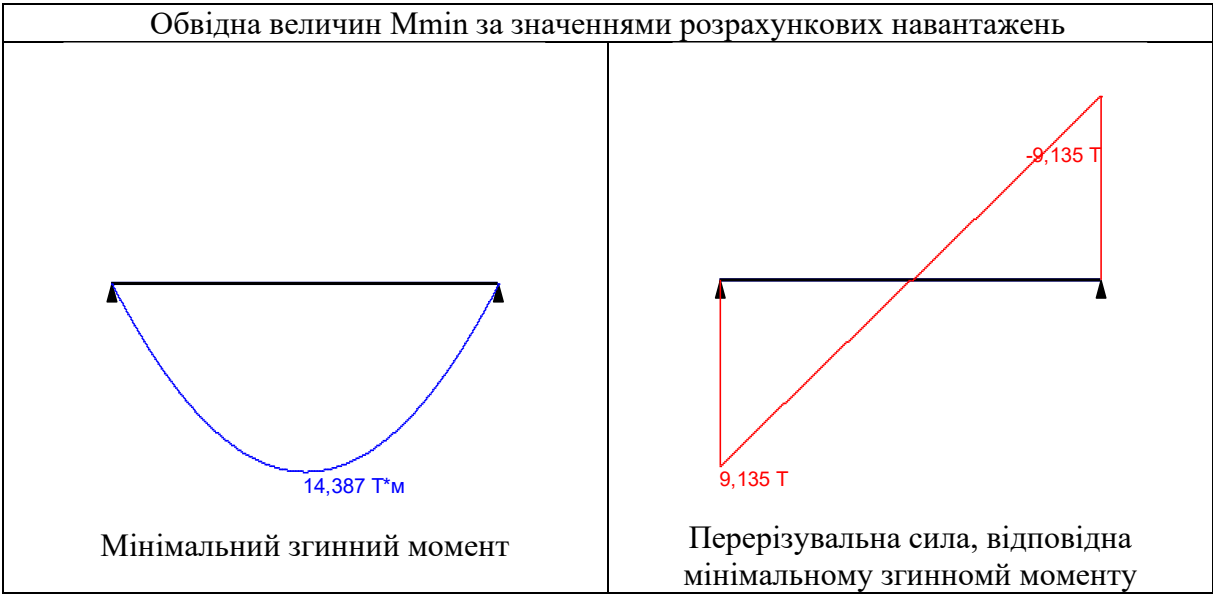
	Параметр	Значення	Одиниця вимірювання
A	Площа поперечного перерізу	28,49	см ²
A _{v,y}	Умовна площа зрізу вздовж осі U	12,059	см ²
A _{v,z}	Умовна площа зрізу вздовж осі V	10,163	см ²
a	Кут нахилу головних осей інерції	0	град
I _y	Момент інерції відносно центральної осі Y1 паралельної осі Y	1943	см ⁴
I _z	Момент інерції відносно центральної осі Z1 паралельної осі Z	142,3	см ⁴
I _t	Момент інерції за вільного крутіння	6,98	см ⁴
I _w	Секторіальний момент інерції	13046,154	см ⁶
i _y	Радіус інерції відносно осі Y1	8,258	см
i _z	Радіус інерції відносно осі Z1	2,235	см
Y _s	Відстань між центром ваги і центром зсуву вздовж осі Y	0	см
Z _s	Відстань між центром ваги і центром зсуву вздовж осі Z	0	см

	Параметр	Значення	Одиниця вимірювання
W_{u+}	Максимальний момент опору відносно осі U	194,3	см ³
W_{u-}	Мінімальний момент опору відносно осі U	194,3	см ³
W_{v+}	Максимальний момент опору відносно осі V	28,46	см ³
W_{v-}	Мінімальний момент опору відносно осі V	28,46	см ³
$W_{pl,u}$	Пластичний момент опору відносно осі U	220,639	см ³
$W_{pl,v}$	Пластичний момент опору відносно осі V	44,612	см ³
I_u	Максимальний момент інерції	1943	см ⁴
I_v	Мінімальний момент інерції	142,3	см ⁴
i_u	Максимальний радіус інерції	8,258	см
i_v	Мінімальний радіус інерції	2,235	см
a_{u+}	Ядрова відстань вздовж позитивного напрямку осі Y(U)	0,999	см
a_{u-}	Ядрова відстань вздовж негативного напрямку осі Y(U)	0,999	см
a_{v+}	Ядрова відстань вздовж позитивного напрямку осі Z(V)	6,82	см
a_{v-}	Ядрова відстань вздовж негативного напрямку осі Z(V)	6,82	см
Z_b	Координата центру згину по осі Z	10	см
P	Периметр	76,82	см
M	Маса 1 м	22,365	кг

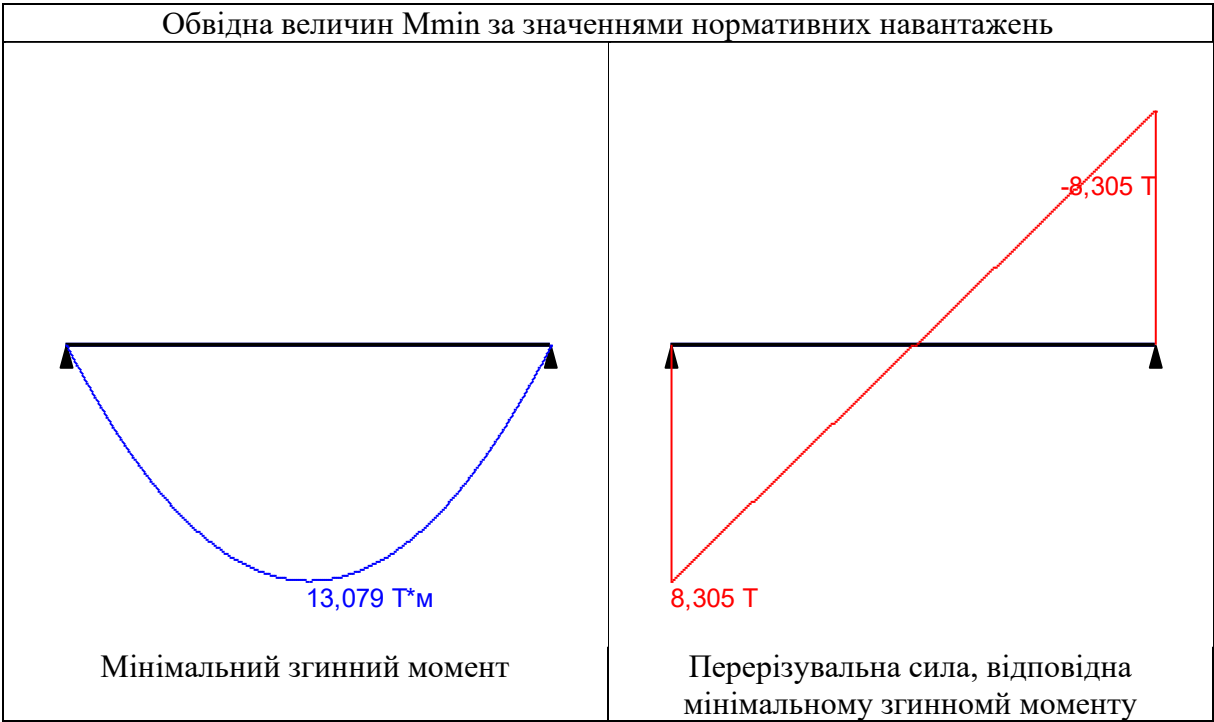
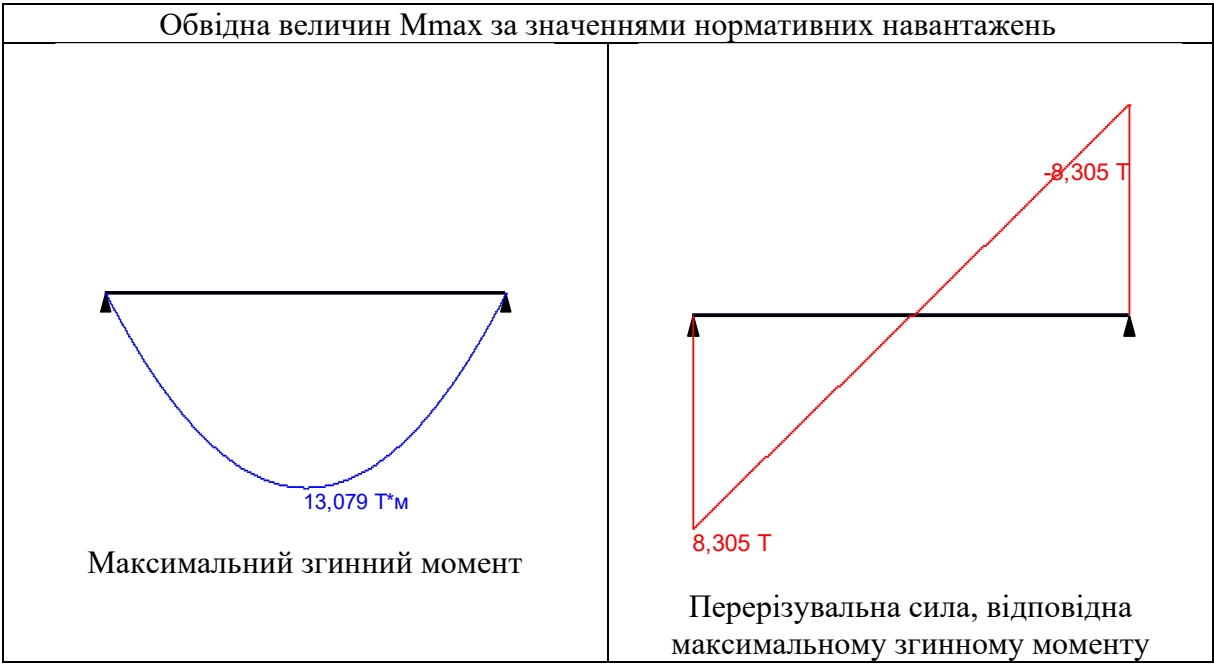
Завантаження 1 - постійне

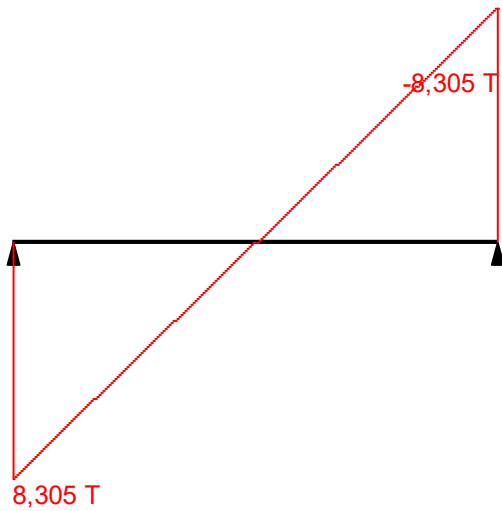
	Тип навантаження	Величина	
	довжина = 6,3 м		
		2,9	Т/м



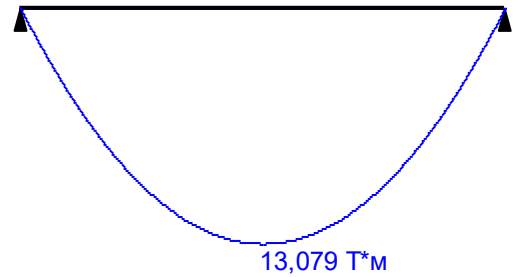
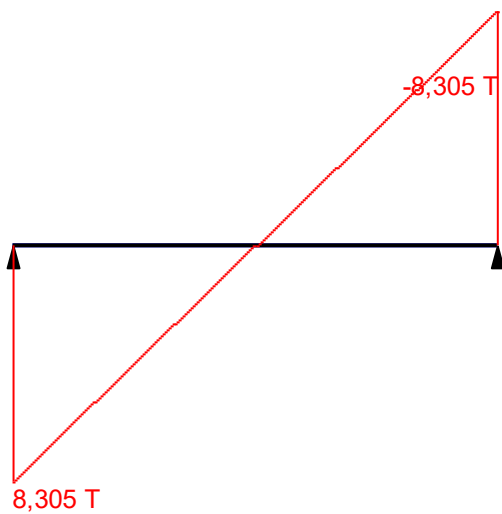


Обвідна величин Q_{min} за значеннями розрахункових навантажень	
	перерізувальній силі

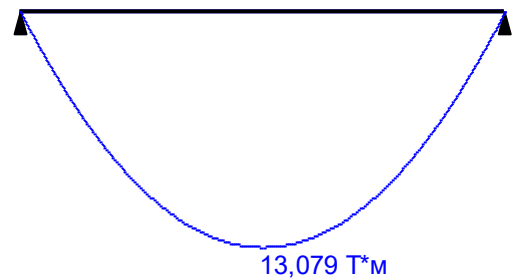


Обвідна величин $Q_{\max}$ за значеннями нормативних навантажень

Максимальна перерізувальна сила

Згинний момент, відповідний
максимальній перерізувальній силіОбвідна величин $Q_{\min}$ за значеннями нормативних навантажень

Мінімальна перерізувальна сила

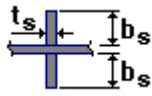
Згинний момент, відповідний мінімальній
перерізувальній силі

	Опорні реакції	
	Сила в опорі 1	Сила в опорі 2
	T	T
за критерієм $M_{\max}$	9,135	9,135
за критерієм $M_{\min}$	9,135	9,135
за критерієм $Q_{\max}$	9,135	9,135
за критерієм $Q_{\min}$	9,135	9,135

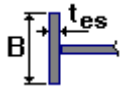
Ребра жорсткості

Проміжні ребра

Двобічні



Крок ребер 2,1 м

 $b_s = 40 \text{ мм}$ $t_s = 6 \text{ мм}$ 

Опорне ребро

 $B = 150 \text{ мм}$ $t_{es} = 10 \text{ мм}$ **Коефіцієнт використання 0,945 - Стійкість плоскої форми згину при дії моменту**

Вібрація - 33,587 1/с

Тип електроду: Э42 або Э42А

Розрахунок вогнестійкості виконано за EN 1993-1-2**Розрахунок власної межі вогнестійкості виконано за Посібником з визначення меж вонестійкості будівельних конструкцій, параметрів пожежної небезпеки матеріалів.****Порядок проектування вогнезахисту. М. 2013**

Потрібна межа вогнестійкості: 15 хв

Тип пожежі: Стандартна пожежа



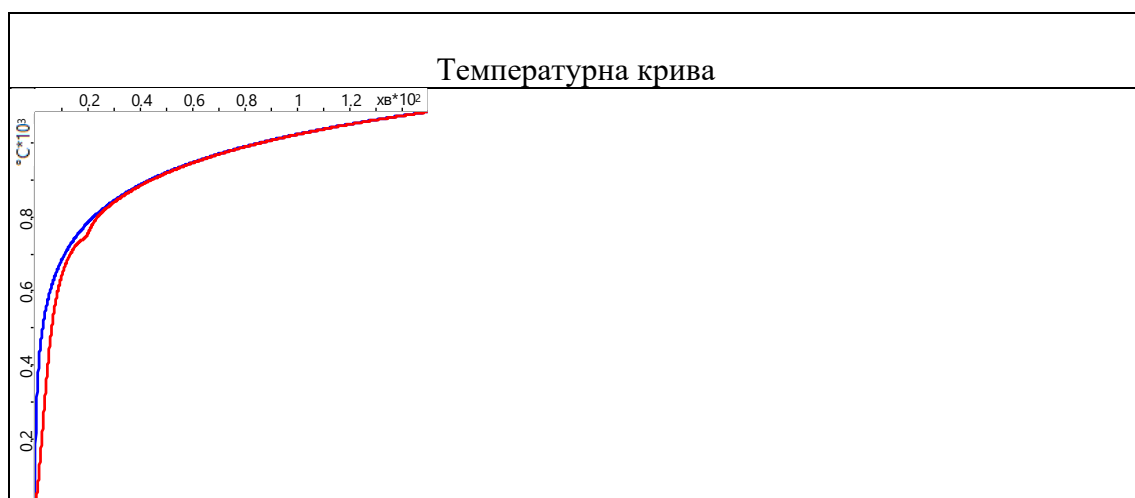
Тип вогневого діяння:

Критична температура: 1200 °C

Час досягнення: 150 хв

Зведена товщина: 3,709 мм

Власна межа вогнестійкості: 7,709 хв



Звіт сформовано 2025.10.20 22:26:19 (UTC+03:00) програмою Кристал (64-біт), версія:
23.1.1.3 від 24.09.2024

2.1.4 Проектування металевої колони

Матеріал конструкцій:

- матеріал колони- сталь марки С245 (Вст3пс6-1) з

$$R_y = 240 \text{ МПа} = 24 \text{ кН/см}^2.$$

Перевірка міцності колони по нормальних напруженнях проводиться на дію розрахункового навантаження N за формулою:

$$\sigma = \frac{N_{max}}{\phi W_{x,ich} \gamma_c R_y} \leq 1,$$

де, N_{max} – максимальна поздовжня сила в колоні;

A_{ich} - площа поперечного перерізу існуючої колони; визначається за сортаментом згідно із заданим номером профілю;

γ_c – коефіцієнт умов роботи;

ϕ – коефіцієнт поздовжнього вигину в перетині колони. Визначається залежно від гнучкості й розрахункового опору матеріалу за таблицями ДБН В.2.6-198:2014;

R_y – розрахунковий опір стали стиску по межі текучості.

Максимальна стискаюча сила в перетині визначена розрахунками рами каркаса за допомогою програмного комплексу «SCAD».

Визначаємо розрахункову довжину стрижня колони:

$$l_0 = l \chi \mu = 7.8 \times 0.7 = 5.46 \text{ м}$$

2.1.4.1 Розрахунок виконано за ДБН В.2.6-198:2014 зі зміною №1

Сталь:

з розрахунковим опором за часовим опором $R_u = 38735,984 \text{ Т/м}^2$

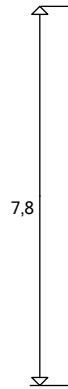
з розрахунковим опором за межею текучості $R_y = 27522,936 \text{ Т/м}^2$

Коефіцієнт надійності за відповідальністю 1

Коефіцієнт умов роботи 1

Непружня робота перерізу не допускається

Втрата стійкості стінки не допускається



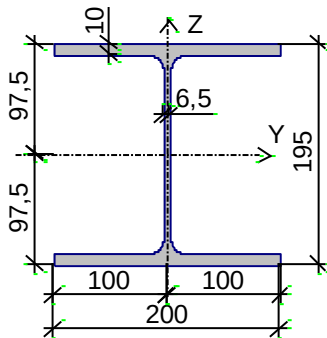
Довжина елемента 7,8 м

Відстань між розкріпленнями із площі згину 3 м

Гранична гнучкість для стиснених елементів: 180

Гранична гнучкість для розтягнутих елементів: 300

Переріз



Профіль: Двотавр колонний (К) за ГОСТ 26020-83 20K1

Геометричні характеристики

	Параметр	Значення	Одиниця вимірювання
A	Площа поперечного перерізу	52,82	см ²
A _{v,y}	Умовна площа зрізу вздовж осі U	27,576	см ²
A _{v,z}	Умовна площа зрізу вздовж осі V	11,668	см ²
a	Кут нахилу головних осей інерції	0	град
I _y	Момент інерції відносно центральної осі Y1 паралельної осі Y	3820	см ⁴
I _z	Момент інерції відносно центральної осі Z1 паралельної осі Z	1334	см ⁴
I _t	Момент інерції за вільного крутіння	17,744	см ⁴
I _w	Секторіальний момент інерції	114140,374	см ⁶
i _y	Радіус інерції відносно осі Y1	8,504	см
i _z	Радіус інерції відносно осі Z1	5,025	см
Y _s	Відстань між центром ваги і центром зсуву вздовж	0	см

	Параметр	Значення	Одиниця вимірювання
	осі Y		
Z_s	Відстань між центром ваги і центром зсуву вздовж осі Z	0	см
W_{u+}	Максимальний момент опору відносно осі U	391,795	см ³
W_{u-}	Мінімальний момент опору відносно осі U	391,795	см ³
W_{v+}	Максимальний момент опору відносно осі V	133,4	см ³
W_{v-}	Мінімальний момент опору відносно осі V	133,4	см ³
$W_{pl,u}$	Пластичний момент опору відносно осі U	432,038	см ³
$W_{pl,v}$	Пластичний момент опору відносно осі V	202,741	см ³
I_u	Максимальний момент інерції	3820	см ⁴
I_v	Мінімальний момент інерції	1334	см ⁴
i_u	Максимальний радіус інерції	8,504	см
i_v	Мінімальний радіус інерції	5,025	см
a_{u+}	Ядрова відстань вздовж позитивного напрямку осі Y(U)	2,526	см
a_{u-}	Ядрова відстань вздовж негативного напрямку осі Y(U)	2,526	см
a_{v+}	Ядрова відстань вздовж позитивного напрямку осі Z(V)	7,418	см
a_{v-}	Ядрова відстань вздовж негативного напрямку осі Z(V)	7,418	см
Z_b	Координата центру згину по осі Z	9,75	см
P	Периметр	115,468	см
M	Маса 1 м	41,464	кг

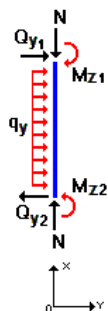


Коефіцієнт розрахункової довжини у площині XOY - 0,7



Коефіцієнт розрахункової довжини у площині XOZ - 0,7

Навантаження



Завантаження 1

Тип: постійне	
Коефіцієнт тривалої частини: 1	
N	4,157 T
M_{z1}	0 T* _M
Q_{y1}	0 T
M_{z2}	0 T* _M
Q_{y2}	0 T
Q_y	0 T/м

Коефіцієнт використання 0.925 - Гнучкість у площині ХОУ

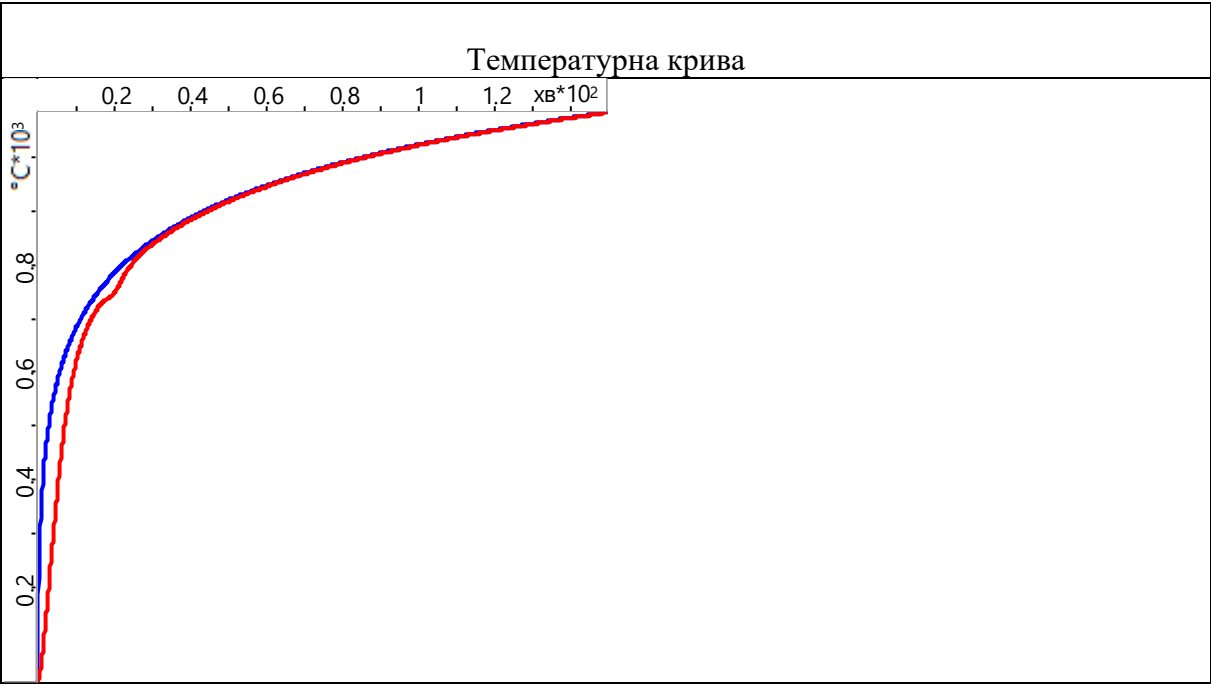
Розрахунок вогнестійкості виконано за EN 1993-1-2
Розрахунок власної межі вогнестійкості виконано за Посібником з визначення меж вонестійкості будівельних конструкцій, параметрів пожежної небезпеки матеріалів. Порядок проектування вогнезахисту. М. 2013

Потрібна межа вогнестійкості: 15 хв
Тип пожежі: Стандартна пожежа



Тип вогневого діяння:

К_{тах} (під час аналізу вогнестійкості): 0,056
Критична температура: 916,319 °C
Час досягнення: 50,298 хв
Зведена товщина: 4,574 мм
Власна межа вогнестійкості: 8,574 хв



2.2 Розрахунок та проектування підземної частини об'єкта

2.2.1 Розрахунок фундаменту під колону

2.2.1.1 Визначення розмірів підшви й армування фундаменту під колону.

Розміри фундаменту під колону визначаємо за результатами розрахунків рамного поперечника. Для стійки на рівні зрізу фундаменту отримані:

- поздовжнє зусилля $N = 41,57 \text{ тс}$
- згинальний момент $M = -33 \text{ кНм}$
- поперечна сила $Q = -17 \text{ кН}$

Таблиця 2.4 Фізико-механічні характеристики ґрунту несучого шару (ІГЕ-2)

Показник плинності I_L	0,105
Питома вага ґрунту, кН/м^3	18,4
Коефіцієнт пористості e	0,80

Таблиця 2.5 Розрахункові значення міцносних характеристик несучого шару

Кут внутрішнього тертя	φ_{II}	16°
Питоме зчеплення	c_{II}	16 кПа
Модуль деформації	E	14 МПа

Ухвалюємо попередньо фундамент під колону розміром у плані 1100 x 1100 мм.

Розрахунковий опір ґрунту R визначаємо відповідно до вказівок ДБН В.2.1-10-2018 «Основи й фундаменти споруджень» із вираження для будинку з підвалом:

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} [M_{\gamma}k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + (M_q - 1) d_b \gamma'_{II} + M_c c_{II}]$$

де $\gamma_{c1}\gamma_{c2}$ - відповідно коефіцієнти умов роботи ґрунтової основи й умов роботи будинку у взаємодії з основою (табл. 3 ДБН В.2.1-10-2018 Основи й фундаменти споруджень); ухвалюємо 1.25 і 1.0 відповідно;

k - коефіцієнт, прийнятий рівним $k=1$, якщо міцнісні характеристики ґрунту ($\varphi_{II} c_{II}$) визначені безпосередніми випробуваннями, $k=1.1$, якщо вони визначені по ДБН В.2.1-10-2018 Основи й фундаменти споруджень,

$M_{\gamma} M_q M_c$ - коефіцієнти, що залежать від значення φ_{II} ґрунту, що залягає під подошвою фундаменту (табл.4 ДБН В.2.1-10-2018), ухвалюємо при $\varphi_{II}=16^\circ$:

$$M_{\gamma} = 0,36$$

$$M_q = 2,43$$

$$M_c = 4,99$$

b - ширина подошви фундаменту;

$\gamma_{II} \gamma'_{II}$ - усереднені розрахункові значення питомої ваги ґрунтів, що залягають відповідно нижче й вище подошви фундаменту;

$$\gamma_{II} = 18,4 \text{ кН/м}^3$$

$$\gamma'_{II} = 18,4 \text{ кН/м}^3$$

$c_{II} = 16 \text{ кПа}$ - розрахункове значення питомого зчеплення ґрунту під подошвою фундаменту;

d_1 - розрахункове значення глибини закладення фундаменту - 0,7 м

d_b - глибина підвалу - 2,0 м. (ДБН В.2.1-10-2018 Основи й фундаменти споруджень)

$$R = \left(\frac{1.25 \times 1.0}{1.1} \right) [0.36 \times 1 \times 1.1 \times 18.4 + 2.43 \times 0.7 \times 18.4 + (2.43 - 1) \times 2 \times 18.4 + 4.99 \times 12] = 175.25 \text{ кПа}$$

Визначаємо вагу фундаменту

$$N_{сер} = \sigma^2 d_1 \gamma_{mt} = 1.1^2 \times 0.7 \times 20 = 31.5 \text{ кН}$$

Тут $\gamma_{mt} = 20 \text{ кН/м}^3$ - середня вага матеріалу фундаменту й ґрунту на його уступах.

Загальна вага, переданий на ґрунт

$$\sum N = N + N_{cp} = 451.6 + 31.5 = 521.1 \text{ кН}$$

Сумарний момент у перетині

$$\sum M = M + Q d_1 = 33 + 17 \times 0.7 = 44 \text{ кНм}$$

Ексцентриситет рівнодіючої

$$e = \frac{\sum M}{\sum N} = \frac{44}{521.1} = 0.1 \text{ м}$$

Перевіряємо прийнятий розмір сторони квадратного фундаменту по величині розрахункового опору:

$$\sigma = \frac{\sum N}{b^2} = \frac{521.1}{1.1^2} = 157.6 < R = 175.25 \text{ кПа}$$

Перевіряємо прийнятий розмір сторони квадратного фундаменту по величині максимального крайового тиску:

$$\sigma = \frac{\sum N}{b^2} \left(1 + \frac{6e}{b} \right) = \frac{521.1}{1.1^2} \left(1 + \frac{6 \times 0.1}{1.1} \right) = 165.80 \text{ кПа}$$

Умова σ_{max} задовольняється, тому що

$$165.80 \text{ кПа} \leq 1.2 \times 175.25 = 210.30 \text{ кПа}$$

Ухвалюємо остаточно попередньо призначені розміри фундаменту 1100x1100мм.

Висоту фундаменту визначаємо з наступних умов:

а) з умови продавлювання по піраміді, бічні сторони якої нахилено під кутом 45° :

$$h_0 = -0,25(h_c + b_c) + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{N}{R_{ctd} + p}} = -0,25(0,3 + 0,3) + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{451,6}{0,075 + 0,0227}} = 50,4$$

см.

б) висота склянки h_s з умови защемлення колони у фундаменті

$$h_s > 1,5 \cdot h_c + 5 \text{ см} = 1,5 \cdot 30 + 5 = 50 \text{ см.}$$

в) висота склянки їх умови анкерування поздовжньої арматури колони

$$h_s > 20d + 5 = 20 \cdot 1,6 + 5 = 37 \text{ см.}$$

$$h = 37 + 20 = 57 \text{ см.}$$

З перерахованих вище умов ухвалюємо висоту $h = 75$ см. Фундамент виконуємо двоступінчастим.

Перевіряємо міцність нижньої плити на продавлювання

$$N - p(a_1 + 2h_{01})^2 \leq \varphi_b \cdot f_{ctd} \cdot 4(a_1 + 2h_{01}) \cdot h_{01}$$

$$489,6 - 0,0227(110 + 2 \cdot 25)^2 = 344,4 \text{ кН}$$

$$< 1,0 \cdot 0,075 \cdot 4(110 + 2 \cdot 25)25 = 1275 \text{ кН.}$$

Міцність на продавлювання забезпечена.

2.2.1.2 Розрахунок арматури фундаменту

Площу перетину арматури підшви квадратного фундаменту визначаємо з умови розрахунків фундаменту на вигин у перетинах 1-1 і 2-2.

$$M_1 = 0,125p(a - a_1)^2 \cdot b = 0,125 \cdot 0,0227(110 - 70)^2 \cdot 110 = 4827 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

$$\begin{aligned} M_2 &= 0,125p(a - h_c)^2 \cdot b = 0,125 \cdot 0,0227(110 - 40)^2 \cdot 110 \\ &= 19306,4 \text{ кН} \cdot \text{см} \end{aligned}$$

$$A_{s1} = \frac{M_1}{0,9 \cdot h_{01} \cdot R_s} = \frac{4827}{0,9 \cdot 25 \cdot 28} = 7,66 \text{ см}^2$$

$$A_{s2} = \frac{M_2}{0,9 \cdot h_0 \cdot R_s} = \frac{19306,4}{0,9 \cdot 70 \cdot 28} = 10,9 \text{ см}^2.$$

Ухвалюємо для армування по підшві зварену сітку з робочими поздовжніми стрижнями в обох напрямках. Крок стрижнів 15 см., кількість стрижнів в одному напрямку – 14 штук.

$$\frac{A_{s2}}{14} = \frac{10,9}{14} = 0,78 \text{ см}^2. \text{ Ухвалюємо (14 A240C } A_s = 1,131 \cdot 14 = 15,83 \text{ см}^2.$$

Перевірка:

$$M_1 = 100 \frac{A_s}{a \cdot h_{01}} = 100 \frac{15,83}{210 \cdot 25} = 0,3\%, \quad 0,1\% < 0,3\% < 3\%$$

$$M_2 = 100 \frac{A_s}{a \cdot h_0} = 100 \frac{15,83}{210 \cdot 70} = 0,11\%, \quad 0,1\% < 0,11\% < 3\%.$$

Стакан фундаменту армуємо сітками конструктивно. Крок сіток 150 мм, діаметр A240C. Сітки склянки утримують у проєктному положенні стрижнями 8 мм A240C.

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

3.1 Календарний графік будівництва

Календарний графік — основний документ по організації будівництва, що встановлює технологічну послідовність виконання робіт, їх взаємне зв'язування й сполучення в часі, потреба в матеріально-технічних ресурсах. Для побудови календарного графіка використовуються раніше побудовані календарні карти процесів. Трудомісткість робіт підготовчого періоду, при обладнанні інженерних мереж, засобів зв'язку, а також по неврахованих роботах визначається у відсотковому відношенні до сумарної трудомісткості. Опалення й вентиляція становить 3%, водопостачання й каналізація — 2,5 %, електропостачання — 5,5 %, благоустрій — 1,5%, слабкострумові мережі — 0,5 %, інші невраховані роботи — 25%. Так само в календарному графіку вказуються раніше підібрані засоби механізації, їх кількості й марка.

Состав ланок робітників по професіях підбирається відповідно до нормативних даних на певний вид робіт.

При побудові календарного графіка дотримувалися наступні правила: роботи основного періоду початі тільки після закінчення підготовчих робіт;

Згідно ДСТУ Б А.3.1-22:2013 «Визначення тривалості будівництва об'єктів» нормативна тривалість будівництва: 2 місяця – підготовчий період та 12 місяців – будівництво.

Нормативні витрати праці й машинного часу на виконання робіт визначають за формулою

$$Q_H = H_B \cdot V,$$

де H_B – норма часу на одиниці об'єму робіт, чол.-год. або машино-год;
 V – обсяг робіт.

Витрати на підготовчий період і невраховані роботи ухвалюємо в розмірі 10% від трудомісткості основних робіт.

Прийняту трудомісткість визначають виходячи з нормативної з урахуванням перевиконання норм завдання на 10-20%. Передбачаються механізовані процеси в 2 зміни.

Визначення тривалості робіт:

1) тривалість механізованих процесів:

$$t = \frac{Q_H}{n \cdot a},$$

де Q_H – нормативна машиноємність процесу, машино-змін;

n – кількість змін;

a – кількість механізмів.

2) тривалість ручних процесів

$$t = \frac{Q_H}{k \cdot n \cdot m},$$

де Q_H – нормативна трудомісткість процесу, люд-день;

k – планований коефіцієнт перевиконання норми;

m – кількість людей у бригаді, визначається за нормами.

При побудові графічної частини календарного плану передбачається максимальне сполучення виконуваних робіт з урахуванням особливостей технологічної послідовності їх виробництва й вимог техніки безпеки.

При розробці календарного графіка слід передбачати рівномірне використання робочої сили. Для цього паралельно з розробкою основного календарного плану розраховується графік руху робочої сили. Для оцінки правильності використання робочої сили визначають коефіцієнт нерівномірності руху робочої сили:

$$K_n = \frac{N_{max}}{N_{сер}}$$

де N_{max} – максимальна чисельність робітників на об'єкті за графіком руху робочої сили;

$N_{сер}$ – середня чисельність робітників.

$$N_{сер} = \frac{\sum Q_{np}}{T_{\phi}} \quad \text{де}$$

$\sum Q_{np}$ – сумарна прийнята трудомісткість по всіх видах;

T_{ϕ} – фактичний строк зведення об'єкта

$$N_{сер} = \frac{890}{86} = 10.1 \approx 11 \text{людин}$$

$$K_n = \frac{18}{10.1} = 1.68$$

Коефіцієнт нерівномірності руху робочої сили задовольняє умові, перебуваючи в межах $K_n = 1,5 \div 2,0$.

Сполучення будівельно-монтажних робіт у часі й у просторі на об'єкті оцінюють коефіцієнтом сполучення робіт:

$$K_{спол} = \frac{\sum T}{T_{\phi}}$$

де $\sum T$ – загальна тривалість робіт при послідовному їхнім виконанні;

T_{ϕ} – фактичний строк будівництва об'єкта за графіком.

$$K_{спол} = \frac{237}{86} = 2.36$$

Коефіцієнт $K_{спол}$ задовольняє умові $2 \leq K_{спол} \leq 4$.

3.2 Вибір монтажного крана

При виробництві монтажних робіт при зведенні споруджень, звичайно використовується один кран, що обслуговує монтажників.

Число монтажних кранів установлюють, виходячи з організаційно-технологічних особливостей будівництва. Вибір монтажних кранів здійснюють в 2 етапи: 1 –й попередній – по технічних характеристиках та 2-й – остаточний – на основі техніко-економічного порівняння.

Вибір монтажних кранів по технічних характеристиках полягає у визначенні параметрів, якими повинен мати кран для забезпечення виробництва монтажних

робіт, виходячи з монтажних характеристик – монтажно́ї маси, монтажно́ї висоти й монтажного вильоту стріли крана.

Монтажна маса складається із суми мас монтуємого елемента й такелажного пристосування.

$$m_M = m_{el} + m_{mo}$$

Такелажні пристосування (стропи, траверси) вибирають залежно від вагових характеристик збірних конструкцій і вагових характеристик вантажозахватних пристроїв.

Таблиця 3.1

Характеристики вантажозахватних пристроїв

Найменування вантажів, що піднімаються	Маса т	Вантажозахватні пристрої, тип	Маса, т	Висота, м
Балка покриття	0,6	Траверса-захват 2т	0,8	2,2
Сходовий марш МК	0,5	Кондуктор	1,5	1
Сенвіч-панель	4,8	4-х гілковий строп	0,5	2
		2-х гілковий строп	0,2	2

$$m_M = m_{el} + m_{mo} = 4.8 + 1.5 = 6.3 \text{ т}$$

Необхідна висота підйому гака характеризується максимальною висотою гака в момент установки елемента щодо рівня стоянки крана.

$$H_{кр} = H_{on} + H_z + H_{el} + H_c$$

де H_{on} - оцінка опори, на яку встановлюють елемент щодо рівня стоянки крана;

H_z - запас на висоту, необхідний для безпечної установки елемента (0,5 - 1м);

H_{el} - висота монтуємого елемента;

H_c - висота стропування.

$$H_{кр} = H_{on} + H_z + H_{el} + H_c = 12.1 + 0.5 + 0.3 + 1.5 = 14.4 \text{ м}$$

α - кут нахилу стріли мінімальної довжини

$$\alpha = \arctg \sqrt[3]{(H_3 - h_c) / L_k}$$

L_k - відстань від зовнішньої стіни до осі, що проходить через гак

$$L_1 = L - L_2$$

$$L_2 = L_k \cdot \cos \beta$$

β - кут нахилу гуська до обрію

L_2 – відстань від осі гуська до зовнішньої стіни

Верхній кінець стріли (крапка В) повинен перебувати на висоті не менш ніж $H_m + 1,5$ м, де 1,5 м ураховують довжину поліспада крана.

Вісь стріли повинна пройти через крапки А, В, С (шарнір кріплення стріли – у наближених розрахунках $C = 1,5$ м).

Необхідний виліт стріли

$$l_{cmp} = l_1 + l_2 + l_3$$

де l_1 - відстань від осі повороту крана до шарніра кріплення гака – 1,5м;

l_2 - відстань від шарніра кріплення стріли до зовнішньої поверхні будинку;

l_3 - половина ширини монтуємого елемента.

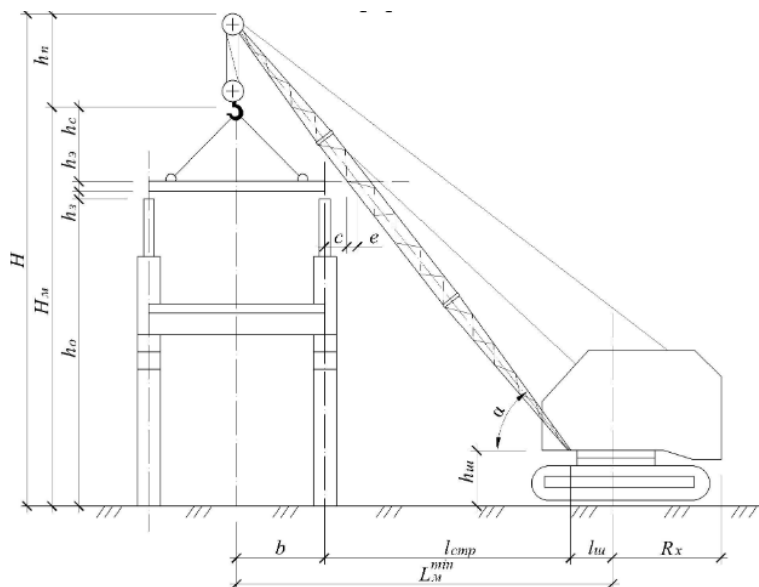


Рисунок 3.1. - Схема визначення монтажних характеристик стрілових кранів

При експлуатації кранів одним з досить важливих факторів є вибір параметрів стрілових самохідних кранів таким чином, щоб машина повністю задовольняла вимогам, пропонованим до них.

Такими параметрами є:

- $L_{\min}$ – мінімальна довжина стріли
- Відстань п'яти стріли до передньої стінки будинку R
- Перевищення головки стріли над будинком h .

$$L_{\min} = b \left[1 + \sqrt[3]{\left(\frac{h}{b}\right)^2} \right]^{\frac{3}{2}} = b(1 + \varphi^2)^{\frac{3}{2}}$$

$$R = b^3 \sqrt{\left(\frac{h}{b}\right)^2} = b\varphi^2$$

$$\Delta h = b^3 \sqrt{\frac{h}{b}} = b\varphi$$

B -ширина будинку або відстань на яку необхідно подати вантаж усередину будинку; H - висота від п'яти стріли до верху будинку;

$$\varphi = \sqrt[3]{\frac{h}{b}} \quad - \text{монтажний параметр;}$$

Параметри будинку: $B=15.0\text{м}$; $H=12.1\text{м}$; $H_0=2\text{м}$.

$$\varphi = \sqrt[3]{\frac{12.1}{15}} = 0.877$$

$$\Delta h = b\varphi = 15.0 \times 0.877 = 10.51\text{м}$$

$$R = b\varphi^2 = 15.0 \times 0.877^2 = 9.22\text{м}$$

Таблиця 3.2

Характеристики крана

Показники	МКГ-25БР	СКГ-40БР
Виліт стріли, м		
найбільший	25	23,5
найменший	4	4,5
Висота підйому, м		

Найменший найбільший	25 12,5	23 14
Вантажопідйомність, т при найбільшому вильоті при найменшому вильоті	5 25	6 40
Маса крана, т	39	47,6

Порівняння монтажних механізмів виконується за собівартістю монтажу.

$$C_{MCM} = \frac{P}{T_{год}} + \frac{E}{T_{к.кл}} + C_{т.е.},$$

де P - річні амортизаційні відрахування;

$T_{год}$ - нормативне число робочих змін у році;

E - одноразові витрати;

$C_{т.е.}$ - експлуатаційні витрати на 1 зміну.

Таблиця 3.3

Вихідні дані для визначення собівартості машино-зміни кранів.

Модель крана	Річні амортизаційні відрахунки	Одночасні витрати грн	Поточні експлуатаційні витрати грн/ км	Т рік
СКГ-40БР	11550	6200	25,6	345
МКГ-25БР	11650	6000	25,2	345

МКГ-25БР:

$$C_{MCM} = \frac{P}{T_{год}} + \frac{E}{T_{к.кл}} + C_{т.е.} = \frac{11650}{384} + \frac{6000}{345} + 25.2 = 72.92$$

СКГ-40БР

$$C_{MCM} = \frac{P}{T_{год}} + \frac{E}{T_{к.кл}} + C_{т.е.} = \frac{11550}{384} + \frac{6200}{345} + 25.6 = 73.65$$

Шляхом порівняння техніко-економічних характеристик кранів і вартості монтажу вибираємо як монтажного крана для провадження робіт по монтажу

збірних конструкцій каркаса кран МКГ-25БР. Випускається з основною стрілою довжиною 13.5м., яка подовжується секціями до 18.5; 23.5; 28.5; 33.5м.

3.3 Методи провадження робіт

Земляні роботи.

Земляні роботи містять у собі планування ділянки, зрізку рослинного шару, риття й зворотне засипання котловану й траншей під фундаменти з попередньою ручною доробкою. Для планування й зрізання рослинного шару ухвалюємо бульдозер Д-494 потужністю 90 к.с. з гідравлічним управлінням ковша. Укривку траншей і котловану робимо екскаватором зі зворотною лопатою ЕО-5015А, з ємністю ковша 0,65 м³. Для транспортування ґрунту на відстань 2 км застосовуємо автосамоскиди марки КАМАЗ-5540. Для ущільнення ґрунту після зворотного засипання фундаментів застосовуємо пневмотрамбовки ПП-5404. Розробка ґрунту ведеться методом єдиного котловану, екскаватор розробляє ґрунт способом торцевого вибою при якому екскаватор перебуває вище рівня розроблювального ґрунту. Ущільнення ґрунту проводиться пошарово.

Улаштування фундаментів.

Перед улаштуванням фундаментів ґрунт, що залишився в котловані, видаляють знімаючи шар не менш 100 мм. Поверхня ґрунту в зоні майбутнього фундаменту ретельно вирівнюється й улаштовується бетонна підготовка. Фундаменти бетонуємо в металевій розбірно-переставній опалубці. Бетонування фундаментів ведеться із технологічними перервами, горизонтальними шарами товщиною 0,3-0,4 м з ущільненням глибинними вібраторами.

Монтажні роботи.

До складу комплексного процесу монтажу будівельних конструкцій входять три групи процесів:

- транспортні (включаючи вантажно-розвантажувальні);

- підготовчі;
- монтажні (основні).

Їх виконують у певній технологічній послідовності з використанням транспортних засобів, вантажопідйомних машин, такелажного устаткування (канати, вантажозахватні пристрої, блоки, поліспасти, талі, домкрати, лебідки) і різних монтажних пристосувань. Транспортні процеси полягають у перевезенні збірних конструкцій до об'єкта й місцю установки, включаючи їх навантаження, розвантаження й складування або доставку в зону дії монтажного крана.

Підготовчими процесами є:

- перевірка стану збірних конструкцій шляхом зовнішнього огляду;
- пристрій риштування для роботи монтажників на висоті;
- перевірка й підготовка опорних поверхонь фундаментів;
- укрупнювальне складання й посилення конструкцій до їхньої установки в проектне положення;
- виконання геодезичної розбивки.

До монтажних (основних) процесів ставляться:

- установка конструкції в проектне положення;
- постійне (проектне) закріплення;
- обробка стиків (антикорозійний захист, герметизація стиків).

Провідний процес – це установка конструкції в проектне положення. З ним повинні бути вв'язані всі інші монтажні процеси. Установка конструкцій складається з комплексу послідовно виконуваних робочих операцій:

- стропування монтажних елементів;
- підйом;
- наведення й установки на опори;
- вивірка;
- тимчасове закріплення;
- розстроповка.

Монтаж колон. Вибираємо найбільш раціональний варіант організації монтажного процесу – потоковий монтаж конструкцій будинку безпосередньо із транспортних засобів. Монтаж колон починаємо після перевірки вісей, приймання фундаментів і пристрою бетонної підстави під підлоги.

Установку ведуть способом повороту. Перед установкою на колони наносять осьові риси й риси вісей підкранових балок. Потім виконують вивірку колон за допомогою теодолітів і нівелірів. Після вивірки колон, колони закріплюються анкерними болтами й нижня частина колони замоноличуються до певної відмітки.

Після монтажу колон робимо монтаж кроквяних балок. Перед підйомом балок на них навішують необхідні пристосування (колиски, сходи), установлюють розпірки, розчалювання, які сприймають зусилля при монтажі. Балки при монтажі встановлюють на столик, передбачений на колонках і закріплюються болтами в проектному положенні.

Монтаж прогонів.

Прогони монтуємо після перевірки й повного закріплення кроквяних балок. Прогони монтуємо дотримуючи симетричну завантаження ферми. Прогони звільняються від монтажних строп тільки після закріплення й приварки прогону до ферми.

Нормативні допуски при монтажі конструкцій.

Колони – зсув осей колон у нижньому перетині відносно розбивочних вісей не повинен перевищувати 5 мм, а відхилення осей колони по вертикалі верхньому перетині при висоті колони до 25м – 15 мм.

Кроквяні балки – зсув вісей елементів відносно розбивочних вісей на опорах конструкцій не повинен перевищувати 5 мм, відхилення відміток вузлів ферм 20 мм і відхилення відстані між осями ферм по верхньому поясу не більш 25 мм.

Розмічальні прогони – зсув вісей елементів відносно розбивочних елементів на опорних конструкціях 5 мм.

Кладка стін і перегородок виконується із цегли. У зв'язку із цим при улаштуванні перегородок велика увага приділяється забезпеченню правильності й стійкості кладки. Для цієї мети застосовують різні шаблони й пристосування. Кладку перегородок починають із розмітки поздовжньої осі й місця розташування прорізів, пристрою вирівняної розчинної підстави. Потім викладають перший ряд кладки й установлюють шаблон-правило для перевірки правильності установки цегли. Кладку перегородок ведуть із перев'язкою швів на розчинах марки не нижче М10. Для стійкості перегородки армують окремими стрижнями $\varnothing$ 5 мм.

Улаштування покрівель із рулонних матеріалів

Підставою під рулонну покрівлю є: монолітна залізобетонна плита покриття, поверх якої виконується цементно-піщана стяжка, що влаштовується по теплоізоляційному шару.

Цементно-піщану стяжку, що вирівнює, роблять із розчину марки не нижче М50 смугами шириною 2-4 м і товщиною до 30 мм, виконаними через одну послухоплювання розчину. Поверхню стяжки загладжують віброрейкою.

Перед наклеюю рулонного килима підстава (стяжка) повинна бути просушена, обезпилена й погрунтована. Цементно-піщану стяжку ґрунтують холодною бітумною ґрунтовкою.

Далі рулонні бітумні матеріали (руберойд, пергамін) наклеюють на бітумних мастиках Їх можуть клеїть як на гарячих, так і на холодних мастиках. Температура гарячих бітумних мастик — не нижче 160°C. Рулонні матеріали перед застосуванням очищають від посипання й перемотують у спеціальних верстатах.

Кількість основних шарів рулонних матеріалів у покрівлі прийняте - 4. У розжолобках, водостічних вирвах, примиканнях до вертикальних поверхонь приклеюють додаткові шари рулонного матеріалу.

Тому що ухил покрівлі до 15 % полотнища рулонних матеріалів розгортають і наклеюють перпендикулярно до стоку води, при цьому полотнищі перепускають на 250 мм від ковзана на протилежний скат. Рулонні матеріали наклеюються внахлест в поздовжньому й поперечному напрямках з розбежкой стиків у суміжних шарах. Нахлест по ширині полотнищ ухвалюється рівним 70-100 мм, по довжині — 100 мм (незалежно від ухилу покрівлі).

Пристрій гідроізоляційного килима починають із карнизних примикань, водостічних вирв від знижених ділянок до підвищених (знизу нагору).

Гарячі й холодні мастики доставляють на об'єкт в автогудронаторах, причіпних бітумовозних казанах або в спеціальних установках і подають на дах по трубопроводах насос, або підйомниками й легкими кранами в тарі місткістю 80 кг. На підставу мастику наносять із бачків, розрівнюючи щітками й гребінками, або напилують форсунками-розпилювачами, які працюють від спеціальних установок або насосів, що дозволяють використовувати як холодні, так і гарячі мастики.

Розкочування, розрівнювання й накочення полотнищ роблять за допомогою котків-розкатчиків. Спеціальна самохідна обклеювальна машина наносить мастику, розмотує, укладає й накочує рулонний матеріал, забезпечуючи високу якість робіт і продуктивність праці (до 1500 м²) одношарового рулонного килима в зміну.

Малярські роботи

Якість малярських робіт залежить головним чином від правильної підготовки поверхонь, якості матеріалів, дотримання рецептури фарб, ґрунтовок, шпаклівок, виконання всіх необхідних для процесу фарбування операцій, а також від

вологості, що офарблюється поверхні. Для оштукатуреної цегельної й бетонної поверхонь вона не повинна перевищувати 8 %.

При виробництві малярських робіт застосовують подмазочні пасти, шпаклівки, ґрунтовки, фарбувальні состави й лаки.

Фарбування поверхонь. До фарбування поверхонь приступають після закінчення всіх операцій по їхній підготовці. Нанесення фарбувальних составів виконують за 1, 2 або 3 рази залежно від виду фарбування.

Фарбування внутрішніх приміщень. Роботи, враховуючи висоту приміщень і види виконуваних операцій, роблять із підлоги драбин, малярських столиків і риштовання.

Вапняне фарбування — найдешевша. Наносять водно-вапняні состави в 1-3 шару вручну або механізованим способом. Фарбування виходить міцної лише в тому випадку, якщо вапно встигає карбонизуватися. А для цього необхідно щоб протягом деякого часу нанесена на поверхню вапняне фарбування зберігало вологу, необхідну для карбонізації. Тому вапняними составами найкраще офарблювати злегка вологі поверхні. Для рівномірного фарбування состав рекомендується наносити на поверхню у два приймання по двом взаємно перпендикулярним напрямкам: перший шар — у вертикальній площині; другий — у горизонтальній.

Клейове фарбування найпоширеніше. Водно-клейові барвисті состави наносять вручну або механізованим способом. Для фарбування стель застосовують состави з меншою кількістю клею. Стелі звичайно офарблюють у два приймання, спочатку на поверхню наносять рідкий крейдової состав з по міццю махової кисті, причому рух кисті повинний відповідати напрямку світла від вікна, потім, коли перший шар просохне, поверхню покривають тонким шаром водно-клейового состава з фарбопультя.

Стіни, офарблюють також у два приймання, використовуючи кисті, валики, фарбопульті; виконувати операції потрібно швидко, до схоплювання состава на

суміжних, уже пофарбованих ділянках, тому що інакше будуть з'являтися плями й смуги.

При нанесенні всіх перерахованих барвистих составів в основному використовують ручні й електричні фарбопульти.

Грузлі барвисті состави - масляні, емалеві наносять вручну або механізованим способом не менш ніж в 2 шари. Вручну красять кистями, валиками.

Усі фасадні поверхні захистити від агресії наступним составом:

- грунт ХВ –784 – один шар
- емаль ХВ-124 – один шар

Профілі сталеві для фасадів і покриття офарбити наступним составом:

- грунт ХВ-050 – один шар
- емаль ХВ-124 – два шари

Заповнення віконних і дерев'яних прорізів офарбити масляно-алпидной фарбою два рази. Зсередини сталеві конструкції офарбити наступним составом:

- грунт ХВ-050 – один шар
- емаль ХВ-124 – два шари

Штукатурні роботи

Процес оштукатурювання поверхонь полягає: з нанесення штукатурних шарів; обробки прорізів і кутів; нанесення накривки.

Допоміжні операції включають підготовку робочого місця, його прибирання й ін.

Вид штукатурного розчину вибирають залежно від матеріалу підстави й призначення приміщення. Для оштукатурювання бетонних поверхонь готують складні розчини із цементу, перевести й піску у відношенні 1:1:8.

Кам'яні поверхні штукатурять вапняно-піщаним розчином состава 1:3 з добавкою перед застосуванням 1 частини алебастру на 10 частин розчину. У приміщеннях з підвищеною вологістю застосовують цементно-піщаний розчин марок 75-100.

Товщину штукатурки призначають провешуванням стін виском. Після чого (якщо це необхідно) установлюють марки.

Установка марок залежно від матеріалу поверхні може виконуватися різними способами. Для гвоздикових поверхонь у шви цементної кладки забивають цвяхи, обмазуючи їх вапняно-алебастровим розчином трохи вище капелюшків цвяхів. Після схоплювання розчину, підріжуть у вигляді зрізаної піраміди, зачищаючи його урівень із капелюшком цвяха.

Штукатурні роботи виконуються механізованим способом: подача й нанесення розчину здійснюється за допомогою розчинонасоса. Розчин наноситься на поверхню за допомогою форсунки, механічного або пневматичної дії. Під час роботи форсунку тримають під кутом 60-90° до поверхні. товщина набризгу на оштукатурюєму поверхню не повинна перевищувати 5 мм. Кожний наступний шар наносять тільки після вирівнювання й схоплювання попереднього. Розчин розрівнюють по маякових марках вручну, правилом. Накривочний шар наносять товщиною не більш 2 мм.

Штукатурні роботи виконують поточно-розчленованим методом, при якому процеси розбивають на окремі операції. Їх виконують окремі ланки, які становлять окрему бригаду. Чисельність ланок, состав і обсяг роботи для них підбирають із умов ритмічного й безперервного виконання робіт.

3.4 ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА**УЛАШТУВАННЯ
РУЛОННОЇ ПОКРІВЛІ****1. Область застосування**

Технологічна карта розроблена на пристрій рулонної покрівлі з 3-х шарового рубероїдного килима на гарячій мастиці по залізобетонній підставі. Покрівельні роботи проводяться в 2 зміни ланкою покрівельників.

2. Техніко-економічні показники будівельного процесу

Трудомісткість процесу пристрою покрівлі	96 люд-зм.
Обсяг робіт	1380 м ²
Трудомісткість на пристрій 1м ² покрівлі	0,07 люд-зм./м ²
Виробіток на 1-го робітника в зміну	14,37 м ² /зм.

3. Організація й технологія будівельного процесу

До початку виробництва покрівельних робіт повинні бути виконані наступні роботи:

- закінчене виконання всіх робіт із забезпечення несучих здатностей каркаса будинку
- виконане планування монтажною зоною для роботи монтажного крана
- змонтована мережа для висвітлення всієї території будівництва; організовані під'їзні колії й робочі місця.
- підготовлені й установлені в зоні роботи бригади реманент, пристосування й засоби для безпечного провадження робіт.

- отримані й завезені всі необхідні матеріали, вироби й устаткування для ведення покрівельних робіт;
- розміщені на будівельному майданчику машини, матеріали й під'ємно - транспортне встаткування;
- робітники й ІТП ознайомилися з безпечними методами провадження робіт;
- установити протипожежний реманент;
- на даху повинне бути закінчене ведення всіх будівельних і монтажних робіт;
- перевірена підстава під покрівлю й прийнято по акту на приховані роботи.

Пристрій рулонної покрівлі слід виконувати з дотриманням норм і правил, передбачених главами ДБН А.3.2-2:2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення»

Покрівельні роботи впливає призводить захватками, площа яких визначається границями вододілів. Площа даної покрівлі розбита на 2 захватки, з метою збереження цілісності виконуваної покрівлі. Роботи слід починати з ділянок, найбільш вилучених від місць вступу матеріалів на покриття.

Пристрій кровлі з рулонних матеріалів

Покрівля безпосередньо сприймає атмосферні впливи, і від її якості багато в чому залежить довговічність всього спорудження. Вона повинна бути водонепроникною, водо й термостійкою, непродуваною й достатньо міцною.

До складу робіт із пристроєм плоскої рулонної покрівлі входять:

- пристрій пароізоляції;
- пристрій теплоізоляції;
- пристрій підстави під покрівлю;
- пристрій гідроізоляційного килима;
- пристрій захисного шару.

Пароізоляція: при пристрої покрівлі виконується обклеювальна пароізоляція з одного шару руберойду, що наклеюється на мастиці. Мастика нанесена суцільним шаром без розривів. Пароізоляція влаштована по рівній, очищеною від сміття й пилу поверхні зборень залізобетонних плит. Нерівності поверхні усунуті затіркою цементним розчином. У місцях примикання покрівлі до парапету зовнішньої стіни пароізоляційний шар піднято на висоту 10см.

Теплоізоляція: у якості утеплювача прийнятий керамзитовий гравій $\gamma=600\text{кг/м}^3$, товщина шару $h=80\text{мм}$. Під час провадження робіт по пристрою теплоізоляційного шару здійснюється строгий контроль над припустимою вологістю утеплювача щоб уникнути втрати їм гарантованих теплопровідних якостей.

Підстава під покрівлю: підставою під покрівлю служить цементно-піщана стяжка, що вирівнює, $h=20\text{мм}$ із розчину М50. Перед пристроєм стяжки теплоізоляційний шар був очищений і просушений. Цементно-піщану стяжку влаштовуємо смугами шириною 3м, заповнюваними через одну, після схоплювання розчину. Поверхня стяжки заправована віброрейкою й пневмовіброгладкою.

Зовнішнім шаром покрівлі служить 3-х шаровий рулонний килим. Рулонний матеріал розгортають і наклеюють на підставу перпендикулярно. Полотнища рулонного матеріалу укладають пошарово. Якщо при цьому застосовують холодну мастику, то інтервал між наклеюючою окремих шарів повинен бути не менш 12 годин. Настилення килима починають знизу від звису й ведуть до ковзана, попередньо розмічаючи місця розташування шару крейдою. Потім рулон скачують, відгинають кінець на 50 див і наносять мастику на підставу й рулон. Пригорнувши відігнутий кінець, послідовно наклеюють увесь рулон. При цьому строго витримують товщину наносимого шару мастики й напрямок розкочування рулону. Наступний шар укладають аналогічно. Але при цьому перекривають попередній у поздовжньому напрямку на 70-100 мм і в поперечному на 150 мм. рулон, що укладається на

мастичний шар, розгладжують те середини до країв, щоб запобігти утворенню повітряних міхурів. Потім шви шпаклюють мастикою. Останній шар рулонної покрівлі для поліпшення експлуатаційних якостей покриття офарблюють мастикою й посипають матеріалом, що бронює (піском, дрібним гравієм).

4. Контроль якості й приймання покрівельних робіт

Контроль якості покрівельних робіт проводиться відповідно до вимог ДСТУ 9260:2023 «Методичні рекомендації з контролю якості монтажу збірних залізобетонних та залізобетонних конструкцій» та ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва». Звертається особлива увага на якість використаних матеріалів і на правильність їх зберігання.

Поверхня підстави повинна бути рівною, міцною, сухою, не мати зيبкості. Сухість підстави перевіряють шляхом наклеювання шматка рулонного матеріалу розміром 1х1 м на гарячій мастиці з наступним відриванням його після затвердіння мастики. Мастика не повинна відставати від підстави. Просвіти між поверхнею й покладеної на неї триметровою рейкою не повинні бути більш 5 мм. Відхилення від проєктного ухилу для скатних покрівель допускаються в межах 5%. Ухил перевіряється ухиломіром.

Якість укладання рулонних матеріалів визначається шляхом відриву одного шару від іншого. Розрив повинен відбуватися по рулонному матеріалу, відшаровування не допускається. Рулонна покрівля не повинна мати повітряних мішків. Якщо такі є, їх проколюють або прорізають, обробляють мастикою й накочують котком.

Якість робіт контролюють поопераційно. Що дозволяє вчасно ліквідувати замічені недоліки. Приймання готової покрівлі оформляють актом.

5. Організація й методи праці робітників.

У технологічній карті на виробництво покрівельних робіт передбачені розбивка на захватки й ведення робіт поточно-розчленованим методом. Для цього комплексний процес розділяють на окремі прості процеси. При пристрої рулонної покрівлі комплексний процес складається з наступних простих операцій:

- підготовка підстави
- ґрунтовка поверхні
- нанесення мастики
- укладання окремих шарів покрівлі
- пристрій захисного шару

Для виконання кожного процесу виділяють окрема ланка робітників. Виходячи зі змінного виробітку ланки призначають величину захватки. Після цього розробляють схему руху ланок по захватках і будують графік виробництва покрівельних робіт. Крім цього розробляють схему організації робочого місця покрівельників і схему подачі й укладання покрівельного матеріалу. Состав ланки ухвалюють відповідно до вимог Енир на покрівельні роботи, а состав бригади – виходячи з калькуляції трудових витрат.

Склад бригади по професіях і розподіл по ланках:

№	Склад ланки по професіях	люди	Перелік робіт
1	Покрівельник 5- розряду	1	підготовка підстави
	Покрівельник 4- розряду	2	ґрунтовка поверхні
	Покрівельник 3- розряду	2	нанесення мастики
	Покрівельник 2- розряду	1	укладання окремих шарів покрівлі

9. Охорона праці при виробництві покрівельних робіт

Покрівельні роботи слід виконувати відповідно до вимог ДБН А.3.1-5-2009. Організація будівельного виробництва. Контроль якості будівельних

робіт. Роботи на даху робітники можуть виконувати тільки після перевірки справності кроків, решетування й визначення місць закріплення страхованих канатів, до яких прикріплюють запобіжні пояси покрівельників.

Покрівельники повинні мати спецодяг. Спецвзуття й запобіжне пояси. Для робіт на дахах з ухилом більш 10% покрівельників забезпечують переносними драбинами шириною не менш 30 див з нашитими планками. Драбини кріплять до кіньковим брусам.

При виробництві покрівельних робіт місця, де можливе падіння матеріалу або інструмента, обгороджують.

У зимових умовах при сильному снігопаді, ожеледі, а також улітку при зливових дощах, туманах, сильному вітрі покрівельні роботи припиняють.

При використанні гарячих мастик повинні бути передбачені запобіжні заходи від опіків. Казани з гарячими мастиками встановлюють від займистих будинків на відстані не менш 50 м. Запаси сировини й палива розміщують на відстані не менш 5м від казана. Біля казанів повинні перебувати протипожежні засоби: пінні вогнегасники, лопати, сухий пісок у ящиках. До роботи з газовими пальниками допускають робітників. Навчених по спеціальній програмі, що й одержали посвідчення на допуск до роботи.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні

Забезпечення безпечних та нешкідливих умов праці при проєктуванні будівлі автосалону в м. Харків здійснюється на основі чинної законодавчої та нормативно-правової бази України у сфері охорони праці, пожежної та техногенної безпеки, санітарного законодавства і будівельного нормування [1–10].

Правову основу становлять Конституція України [1], Кодекс законів про працю України [2], Закон України «Про охорону праці» [3], Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» [4], Закон України «Про організацію трудових відносин в умовах воєнного стану» [5].

Відповідно до Закону України «Про охорону праці» роботодавець зобов'язаний забезпечити функціонування системи управління охороною праці, створити безпечні умови праці на кожному робочому місці, організувати навчання персоналу та здійснювати постійний контроль за станом виробничого середовища [3].

Проєктні рішення приймаються з урахуванням вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва» [7], ДБН В.2.2-28:2018 «Будинки і споруди. Заклади торгівлі» [14], ДСТУ ISO 45001:2019 «Системи управління охороною праці» [8], ДСТУ 2293:2014 «Охорона праці. Терміни та визначення» [9].

Об'єкт проєктування – будівля автосалону – є багатофункціональним об'єктом, що поєднує демонстраційні, адміністративні та виробничі (сервісні) приміщення. Така функціональна структура зумовлює необхідність комплексного підходу до забезпечення безпеки, оскільки на об'єкті одночасно присутні працівники, клієнти та потенційно небезпечні виробничі процеси.

З урахуванням соціально-економічного значення об'єкта встановлено, що впровадження заходів охорони праці сприяє не лише збереженню життя і здоров'я працівників, але й підвищенню ефективності роботи підприємства,

зменшенню витрат на ліквідацію наслідків аварій та формуванню позитивного іміджу.

Основними завданнями охорони праці є:

забезпечення нормативних умов праці;
зниження рівня виробничого травматизму;
попередження аварійних ситуацій;
забезпечення пожежної безпеки;
адаптація об'єкта до умов воєнного стану.

4.2 Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек

Під час будівництва автосалону у місті Харкові на працівників будівельного майданчика впливає комплекс небезпечних та шкідливих виробничих факторів, пов'язаних із виконанням земляних, монтажних, бетонних, електромонтажних, покрівельних та оздоблювальних робіт. Особливості технологічного процесу будівництва автосалону полягають у застосуванні вантажопідіймальної техніки, виконанні робіт на висоті, використанні електроінструменту, зварювального обладнання та будівельних матеріалів, що можуть негативно впливати на безпеку працівників і виробниче середовище. [6, 10].

Відповідно до класифікації небезпечних та шкідливих виробничих факторів, на об'єкті проєктування визначено фізичні, хімічні та психофізіологічні фактори безпеки.

До основних *фізичних небезпечних факторів* на будівництві автосалону належать рухомі машини та механізми, робота вантажопідіймальних кранів, рух транспортних засобів та будівельної техніки. Дані фактори присутні під час виконання монтажу металоконструкцій, подавання будівельних матеріалів, бетонування конструкцій та влаштування фасадних систем. Причинами виникнення небезпеки є робота техніки у зоні перебування працівників, порушення правил стропування вантажів, недостатня організація небезпечних зон та можливі помилки машиністів механізмів.

Одним із найбільш небезпечних факторів є розташування робочих місць на висоті. Даний фактор виникає під час монтажу колон, балок, покрівельних конструкцій, фасадного скління та систем освітлення. Основними причинами небезпеки є відсутність або неправильне використання страхувальних систем, недостатня надійність тимчасових монтажних майданчиків, слизькі поверхні та несприятливі погодні умови. При цьому існує високий ризик падіння працівників з висоти, що може призвести до тяжких травм або летальних наслідків. [6].

На робочих місцях електрозварників присутній підвищений рівень ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання, а також небезпека ураження електричним струмом. Ці фактори виникають під час виконання зварювальних робіт при монтажі металевих конструкцій та інженерних мереж. Причинами їх появи є використання зварювального обладнання, пошкодження ізоляції кабелів, підвищена вологість робочого середовища та недотримання вимог електробезпеки. [6, 9].

Під час роботи будівельної техніки, компресорного обладнання, перфораторів, шліфувальних машин та іншого механізованого інструменту працівники зазнають впливу підвищеного рівня шуму та вібрації. Дані фактори особливо характерні для машиністів будівельної техніки, бетонників та монтажників. Тривалий вплив шуму може спричиняти втому, зниження концентрації уваги та погіршення слуху, а вібрація негативно впливає на нервову систему та опорно-руховий апарат працівників.

До фізичних небезпечних факторів також належать недостатня освітленість робочої зони та несприятливі параметри мікроклімату. Умови праці можуть погіршуватися під час виконання робіт у вечірній час, у закритих приміщеннях або за несприятливих погодних умов. У зимовий період у місті Харкові додаткову небезпеку становлять низькі температури, ожеледь та сильний вітер, що підвищують ризик переохолодження працівників та падіння на слизьких поверхнях.

До хімічних небезпечних факторів належать будівельний пил, зварювальні аерозолі, випари лакофарбових матеріалів та вихлопні гази будівельної техніки. Дані фактори присутні під час різання металу, бетонних робіт, шліфування

поверхонь, фарбування конструкцій та роботи двигунів внутрішнього згоряння. Потрапляння шкідливих речовин до організму через органи дихання може викликати подразнення слизових оболонок, алергічні реакції та професійні захворювання органів дихання. [10].

Серед *психофізіологічних факторів* на будівельному майданчику автосалону найбільш характерними є фізичні перевантаження, нервово-емоційне напруження та перевтома. Вони виникають під час виконання монтажних операцій, роботи у вимушених позах, переміщення будівельних матеріалів та необхідності постійного контролю за безпечністю виконання робіт. Особливо високий рівень нервово-емоційного навантаження характерний для машиністів кранів, монтажників металоконструкцій та електрозварників.

Зменшення рівня впливу визначених небезпечних факторів можливе шляхом впровадження комплексу організаційно-технічних заходів. До них належать використання засобів індивідуального захисту, організація безпечних зон виконання робіт, застосування страхувальних систем, нормалізація освітлення та мікроклімату, забезпечення електробезпеки, проведення інструктажів і навчання працівників з питань охорони праці.

Таким чином, проведений аналіз умов праці дозволив визначити основні джерела потенційної небезпеки на будівництві автосалону у місті Харкові та сформуванати перелік завдань для подальшого оцінювання професійних ризиків і розробки організаційно-технічних заходів щодо покращення умов праці та зниження рівня виробничого травматизму.

Аналіз умов праці виконано відповідно до гігієнічної класифікації праці [10] для основних робочих місць автосалону.

4.2.1 Робоче місце менеджера автосалону

Встановлено, що умови праці менеджера характеризуються переважно психофізіологічними навантаженнями та впливом факторів середовища офісного типу. Основними небезпечними факторами є:

недостатня або нерівномірна освітленість робочого місця (норма 300–500 лк);

тривала робота за комп'ютером;
психоемоційне напруження внаслідок взаємодії з клієнтами;
статичні навантаження.

Причинами виникнення зазначених факторів є нераціональне розташування робочих місць, недостатнє природне освітлення та інтенсивність роботи.

4.2.2 Робоче місце слюсаря СТО

Сервісна зона характеризується підвищеною небезпекою. Основні фактори:

підвищений рівень шуму (до 85 дБ при нормі 80 дБ);
загазованість повітря вихлопними газами (СО до 20 мг/м³);
фізичні навантаження;
ризик травмування при роботі з інструментом;
підвищена температура та недостатня вентиляція.

Джерелами є робота двигунів, використання обладнання та недосконалість інженерних систем.

4.2.3 Робоче місце електрика

Найбільш небезпечним фактором є електротравматизм. Встановлено такі ризики:

ураження електричним струмом;
коротке замикання;
пожежа електричного походження.

Причинами є можливі пошкодження ізоляції, порушення правил експлуатації обладнання.

Встановлено, що найбільш небезпечні умови праці характерні для сервісної зони, де одночасно діє декілька шкідливих факторів. Більшість з них можуть бути знижені шляхом впровадження технічних та організаційних заходів.

4.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на будівельному майданчику при будівництві автосалону в м. Харкові

Будівництво автосалону характеризується значною кількістю технологічних процесів, пов'язаних із виконанням земляних, монтажних, бетонних, покрівельних, фасадних, електромонтажних та оздоблювальних робіт. На будівельному майданчику одночасно функціонують вантажопідіймальні механізми, транспортні засоби, електрообладнання та ручний механізований інструмент, що створює підвищений рівень виробничої небезпеки.

Оцінювання ризику (табл. 4.1) проводиться шляхом визначення: [6].

- категорії серйозності небезпеки;
- рівня ймовірності виникнення небезпечної події;
- індексу ризику за матрицею оцінювання;
- ступеня припустимості ризику.

4.3.1 Аналіз результатів оцінювання ризиків

За результатами проведеного оцінювання встановлено, що найбільш небезпечними на будівельному майданчику при будівництві автосалону є: падіння працівників з висоти; травмування вантажами, що переміщуються вантажопідіймальними механізмами.

Для зазначених небезпек отримано індекси ризику 1В та 2В, які відповідно до матриці оцінювання належать до категорії неприпустимих (надмірних) ризиків. Такі небезпеки потребують першочергового впровадження організаційно-технічних заходів безпеки.

До небажаних (гранично допустимих) ризиків належать:

- ураження електричним струмом;
- пожежна небезпека;
- вплив пилу та зварювальних аерозолів;
- недостатня освітленість;
- нервово-емоційне перенапруження;
- несприятливі погодні умови.

Таблиця 4.1

Оцінювання ризиків реалізації потенційних небезпек на будівельному майданчику

№	Потенційна небезпека	Причина виникнення	Можливі наслідки	Категорія небезпеки	Рівень ймовірності	Індекс ризику	Класифікація ризику
1	Падіння працівників з висоти	Виконання монтажних та покрівельних робіт на висоті, відсутність страхувальних систем, слизькі поверхні	Тяжкі травми, летальні випадки	I – катастрофічна	B – можлива	1B	Неприпустимий (надмірний)
2	Травмування вантажами, що переміщуються	Робота кранів, падіння конструкцій або матеріалів, неправильне стропування	Переломи, тяжкі травми, загибель працівників	II – критична	B – можлива	2B	Неприпустимий (надмірний)
3	Ураження електричним струмом	Пошкодження кабелів, несправність електроінструменту, відсутність заземлення	Опіки, електротравми, смертельні випадки	II – критична	D – віддалена	2D	Небажаний (гранично допустимий)
4	Вплив будівельного пилу та зварювальних аерозолів	Різання металу, бетонні роботи, шліфування, зварювання	Захворювання органів дихання, подразнення слизових оболонок	III – гранична	B – можлива	3B	Небажаний (гранично допустимий)

№	Потенційна небезпека	Причина виникнення	Можливі наслідки	Категорія небезпеки	Рівень ймовірності	Індекс ризику	Класифікація ризику
5	Підвищений рівень шуму	Робота компресорів, перфораторів, будівельної техніки	Погіршення слуху, втома, зниження концентрації	III – гранична	D – віддалена	3D	Припустимий з перевіркою
6	Підвищений рівень вібрації	Робота механізованого інструменту та будівельної техніки	Захворювання опорно-рухового апарату, вібраційна хвороба	III – гранична	D – віддалена	3D	Припустимий з перевіркою
7	Недостатня освітленість робочої зони	Роботи у вечірній час, недостатнє штучне освітлення	Помилки при виконанні робіт, травмування	III – гранична	C – випадкова	3C	Небажаний (гранично допустимий)
8	Пожежа на будівельному майданчику	Проведення зварювальних робіт, коротке замикання, порушення пожежної безпеки	Опіки, задимлення, пошкодження майна	II – критична	C – випадкова	2C	Небажаний (гранично допустимий)
9	Нервово-емоційне перенапруження	Робота в умовах підвищеної відповідальності, інтенсивний темп робіт	Перевтома, помилки в роботі, зниження уваги	III – гранична	C – випадкова	3C	Небажаний (гранично допустимий)
10	Несприятливі погодні умови	Низькі температури, опади, сильний вітер у зимовий період	Переохолодження, падіння, зниження працездатності	III – гранична	B – можлива	3B	Небажаний (гранично допустимий)

Вказані фактори не можуть бути залишені без контролю та потребують систематичного моніторингу умов праці і застосування засобів колективного та індивідуального захисту.

Ризики, пов'язані з підвищеним рівнем шуму та вібрації, оцінено як припустимі з перевіркою. Це означає, що за умови дотримання санітарно-гігієнічних вимог та використання відповідних засобів захисту їх вплив може бути знижений до нормативного рівня.

Для зниження рівня виробничих ризиків на будівельному майданчику необхідно:

- забезпечити працівників засобами індивідуального захисту; [3, 6].
- організувати безпечні зони роботи вантажопідіймальної техніки;
- застосовувати страхувальні системи під час виконання висотних робіт;
- забезпечити відповідність електрообладнання вимогам електробезпеки;
- виконувати систематичний контроль стану будівельного майданчика;
- проводити навчання та інструктажі працівників з охорони праці;
- забезпечити нормативні параметри освітлення, шуму та мікроклімату.

Таким чином, проведене оцінювання ризиків дозволило визначити найбільш небезпечні виробничі фактори на будівельному майданчику при будівництві автосалону у місті Харкові та сформувавши основу для подальшої розробки організаційно-технічних і архітектурно-планувальних заходів щодо покращення умов праці та зниження рівня виробничого травматизму.

4.4 Розробка заходів, спрямованих на покращення умов праці

4.4.1 Організаційні заходи

Для забезпечення безпечних умов праці в будівлі автосалону передбачено впровадження системи управління охороною праці відповідно до вимог ДСТУ ISO 45001:2019. Система управління охороною праці включає комплекс організаційних рішень, спрямованих на попередження виробничого травматизму, професійних захворювань та аварійних ситуацій.

Одним із основних заходів є проведення навчання та інструктажів працівників. Для персоналу автосалону організовуються:

- вступний інструктаж при прийнятті на роботу;
- первинний інструктаж на робочому місці;
- повторний інструктаж;
- позаплановий та цільовий інструктажі.

Особлива увага приділяється працівникам сервісної зони, які працюють із електрообладнанням, підйомними механізмами та легкозаймистими речовинами.

З метою контролю за дотриманням вимог безпеки передбачено:

- регулярні перевірки технічного стану обладнання;
- контроль використання засобів індивідуального захисту;
- ведення журналів інструктажів та перевірки знань;
- проведення внутрішнього аудиту стану охорони праці.

Для зниження психофізіологічного навантаження встановлюються раціональні режими праці та відпочинку. Тривалість робочого часу та перерв визначається відповідно до трудового законодавства України. Для працівників, які виконують монотонну або фізично важку роботу, передбачаються технологічні перерви.

На території та у приміщеннях автосалону застосовуються знаки безпеки, попереджувальні написи та кольорове маркування небезпечних зон відповідно до вимог нормативних документів.

4.4.2 Технічні заходи

Для зниження рівня впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів передбачено комплекс технічних заходів.

Одним із найважливіших заходів є організація ефективної припливно-втяжної вентиляції у сервісній зоні автосалону. Вентиляційна система забезпечує видалення вихлопних газів та підтримання концентрації оксиду вуглецю (CO) у межах нормативних значень. Безпосередньо біля місць запуску

двигунів передбачаються локальні відсмоктувачі вихлопних газів, що дозволяє значно знизити загазованість повітря робочої зони.

Для забезпечення нормативних умов праці передбачається система природного та штучного освітлення. Освітленість робочих місць приймається у межах 300–500 лк відповідно до вимог ДБН та санітарних норм. У сервісній зоні застосовується комбіноване освітлення з використанням LED-світильників, які характеризуються низьким енергоспоживанням та рівномірним світловим потоком. Особлива увага приділяється освітленню оглядових ям, ремонтних постів та евакуаційних маршрутів.

Для зниження шумового навантаження передбачається шумоізоляція обладнання та використання сучасних механізмів із пониженим рівнем шуму. Джерела шуму розміщуються на окремих виробничих ділянках, а працівники забезпечуються засобами індивідуального захисту органів слуху. [3, 6].

З метою забезпечення електробезпеки всі електроустановки обладнуються системою захисного заземлення. Це дозволяє знизити ризик ураження електричним струмом у разі пошкодження ізоляції або виникнення аварійної ситуації.

Додатково передбачається використання пристроїв захисного відключення (ПЗВ), які автоматично вимикають електроживлення при виникненні струмів витоку або короткого замикання. Використання ПЗВ значно підвищує рівень безпеки персоналу та зменшує ймовірність виникнення пожеж електричного походження.

Для підвищення рівня пожежної безпеки встановлюються системи пожежної сигналізації, автоматичного оповіщення та первинні засоби пожежогасіння.

4.4.3 Архітектурно-планувальні рішення

Архітектурно-планувальні рішення автосалону спрямовані на забезпечення безпечної організації виробничих процесів та зниження ризику травматизму.

Одним із основних заходів є функціональне зонування приміщень. Демонстраційна зона, адміністративні приміщення та сервісна частина відокремлюються між собою, що дозволяє мінімізувати контакт відвідувачів із потенційно небезпечними виробничими процесами.

Особлива увага приділяється організації евакуаційних виходів відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2016. Кількість і ширина евакуаційних шляхів забезпечують можливість швидкої евакуації людей у разі виникнення пожежі або іншої надзвичайної ситуації. Евакуаційні виходи обладнуються світловими показниками та аварійним освітленням. [7].

Для попередження падінь у приміщеннях автосалону застосовуються неслизькі покриття підлоги, особливо у сервісній зоні та місцях можливого потрапляння води або мастильних матеріалів. На сходах передбачаються протиковзкі накладки та поручні.

Небезпечні виробничі ділянки, оглядові ями та місця розташування обладнання обладнуються захисними огороженнями. Це дозволяє запобігти випадковому потраплянню працівників або відвідувачів у небезпечну зону.

Для забезпечення безпечного руху транспорту і персоналу передбачаються окремі маршрути пересування автомобілів та пішоходів. У виробничих приміщеннях наноситься сигнальна розмітка, а місця підвищеної небезпеки позначаються попереджувальними знаками.

4.4.4 Заходи в умовах воєнного стану

У зв'язку з військовою агресією проти України та підвищеним рівнем техногенних і воєнних загроз при проєктуванні будівлі автосалону в м. Харків особлива увага приділяється забезпеченню безпеки працівників і відвідувачів в умовах воєнного стану. Запроєктовані заходи спрямовані на мінімізацію наслідків надзвичайних ситуацій, забезпечення безперервності функціонування об'єкта та організацію швидкої евакуації людей [11-13].

Укриття або забезпечення доступу до нього

Одним із головних заходів є забезпечення працівників і відвідувачів можливістю швидкого доступу до захисної споруди цивільного захисту. У разі відсутності вбудованого укриття передбачається використання найближчого сертифікованого сховища або протирадіаційного укриття, розташованого на нормативно допустимій відстані від будівлі.

Маршрути руху до укриття повинні бути:

позначені інформаційними покажчиками;
вільними від сторонніх предметів;
обладнаними аварійним освітленням.

Крім того, у приміщеннях автосалону передбачаються місця тимчасового укриття працівників під час повітряної тривоги до моменту організованої евакуації. Особлива увага приділяється забезпеченню доступності укриття для маломобільних груп населення.

Система оповіщення

Для оперативного реагування на надзвичайні ситуації на об'єкті передбачається система централізованого оповіщення персоналу та відвідувачів. Вона включає:

звукові сигнали тривоги;
мовне оповіщення;
інформаційні повідомлення через внутрішню мережу та мобільний зв'язок.

Система оповіщення повинна забезпечувати своєчасне інформування людей про:

повітряну тривогу;
пожежу;
необхідність евакуації;
аварійні ситуації техногенного характеру.

Для підвищення надійності передбачається резервне джерело живлення системи оповіщення, що забезпечує її роботу навіть у разі відключення електроенергії.

Евакуаційні маршрути

У будівлі автосалону передбачаються безпечні шляхи евакуації відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2016. Евакуаційні виходи повинні забезпечувати можливість швидкого та безпечного виходу людей із приміщення у разі надзвичайної ситуації. Маршрути евакуації: [7].

позначаються світловими покажчиками;

обладнуються аварійним освітленням;

підтримуються вільними від сторонніх предметів;

мають достатню пропускну здатність.

Для персоналу розробляються схеми евакуації та інструкції щодо дій у разі виникнення надзвичайних ситуацій. Передбачається проведення регулярних тренувань із евакуації працівників.

Резервне живлення

З метою забезпечення безперервного функціонування критично важливих систем будівлі передбачається резервне електроживлення. Для цього встановлюється дизельний або бензиновий генератор, який забезпечує роботу:

системи аварійного освітлення;

пожежної сигналізації;

системи оповіщення;

вентиляції;

засобів зв'язку.

Наявність резервного живлення дозволяє забезпечити безпечну евакуацію людей та підтримання мінімально необхідного рівня функціонування об'єкта в умовах аварійного відключення електроенергії.

Навчання персоналу

Важливим елементом забезпечення безпеки є підготовка працівників до дій у надзвичайних ситуаціях. Для цього передбачається:

проведення інструктажів щодо дій під час повітряної тривоги;

навчання користуванню засобами пожежогасіння;

відпрацювання порядку евакуації;

ознайомлення працівників із розташуванням укриттів та аварійних виходів.

Навчання проводиться регулярно з фіксацією результатів у відповідних журналах. Це дозволяє підвищити готовність персоналу до дій в умовах воєнного стану та знизити ризик паніки або неправильних дій у разі виникнення небезпеки.

4.5 Висновки за розділом

Метою розділу «Охорона праці» було забезпечення безпечних та нешкідливих умов праці при проєктуванні будівлі автосалону в м. Харків, а також зниження рівня професійних ризиків і запобігання виникненню нещасних випадків та надзвичайних ситуацій.

У ході виконання розділу було проведено аналіз законодавчої та нормативно-правової бази України у сфері охорони праці, що дозволило визначити основні вимоги до організації безпечних умов праці на об'єкті. Встановлено, що забезпечення охорони праці повинно здійснюватися комплексно, із урахуванням вимог державних будівельних норм, стандартів та галузевих нормативів.

Проведений аналіз умов праці дозволив виявити основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, характерні для автосалону, зокрема: підвищений рівень шуму, загазованість повітря, ризик ураження електричним струмом, небезпеку травмування при роботі з обладнанням, а також психофізіологічні навантаження персоналу. Визначено причини їх виникнення та зони локалізації на об'єкті.

У результаті дослідження ризиків реалізації потенційних небезпек із застосуванням матричного методу оцінювання.

На основі отриманих результатів розроблено комплекс організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на зниження рівня виробничих ризиків.

Оцінка ефективності запропонованих заходів свідчить, що їх реалізація дозволяє знизити рівень ризиків до допустимих значень, покращити умови праці, зменшити ймовірність виробничого травматизму та забезпечити відповідність об'єкта вимогам чинного законодавства України. Крім того, впровадження

зазначених рішень має позитивний соціально-економічний ефект, що проявляється у підвищенні продуктивності праці та зниженні витрат, пов'язаних із нещасними випадками.

Таким чином, поставлена мета розділу досягнута, а розроблені заходи можуть бути ефективно впроваджені при реалізації проєкту будівлі автосалону.

Перелік використаних джерел

1. Конституція України : Закон України від 28.06.1996 р.
2. Кодекс законів про працю України.
3. Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 р. № 2694-XII.
4. Про об'єкти підвищеної небезпеки : Закон України від 18.01.2001 р. № 2245-III.
5. Про організацію трудових відносин в умовах воєнного стану : Закон України від 15.03.2022 р. № 2136-IX.
6. ДБН А.3.2-2:2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2012.
7. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги – Київ : Мінрегіон України, 2017.
8. ДСТУ ISO 45001:2019. Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019.
9. ДСТУ 2293:2014. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять. – Київ : Мінекономрозвитку України, 2014.
10. Наказ МОЗ України №248 від 08.04.2014 «Про затвердження Державних санітарних норм та правил “Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу”».
11. Кодекс цивільного захисту України.
12. Про правовий режим воєнного стану : Закон України від 12.05.2015 № 389-VIII.
13. Методичні рекомендації ДСНС України щодо дій населення та організації безпеки в умовах воєнного стану [Електронний ресурс]. – Режим доступу: офіційний сайт [ДСНС України](https://dscns.gov.ua/)
14. ДБН В.2.2-28:2018 «Будинки і споруди. Заклади торгівлі» – Київ : Мінрегіон України, 2017.

Список використаних джерел

1. ДБН А.3.2-2:2009. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. – К.: Мінрегіон України, 2019. – 126 с.
2. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694-ХІІ (зі змінами станом на 2023 р.). – К.: Верховна Рада України, 2023.
3. ДСТУ ISO 45001:2019. Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 30 с.
4. ДБН А.3.1-5:2016 (зі змінами). Організація будівельного виробництва. – К.: Мінрегіон України, 2021. – 68 с.
5. ДБН В.2.2-23:2009. Будинки і споруди. Підприємства торгівлі (актуалізована редакція). – К.: Мінрегіон України, 2018. – 50 с.
6. ДБН В.1.2-14:2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. – К.: Мінрегіон України, 2018. – 36 с.
7. ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2017. Настанова з організації безпечного виконання будівельних робіт. – К.: Мінрегіон України, 2017. – 52 с.
8. НПАОП 45.2-7.03-17. Правила охорони праці під час виконання будівельних робіт. – К.: Держпраці України, 2017. – 98 с.
9. ДСТУ EN 1990:2019. Єврокод. Основи проєктування конструкцій. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 88 с.
10. ДСТУ EN 1991-1-1:2017. Єврокод 1. Дії на конструкції. Загальні навантаження. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 102 с.
11. ДСТУ EN 1993-1-1:2017. Єврокод 3. Проєктування сталевих конструкцій. Загальні правила. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 120 с.
12. ДСТУ EN 1993-1-8:2017. Єврокод 3. Проєктування сталевих конструкцій. Проєктування вузлів. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 98 с.
13. ДСТУ Б В.2.6-198:2014 (зі змінами). Сталеві конструкції. Норми проєктування. – К.: Мінрегіон України, 2019. – 140 с.

- 14.ДСТУ EN 1090-2:2018. Виконання сталевих конструкцій і алюмінієвих конструкцій. Частина 2. Технічні вимоги до сталевих конструкцій. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2018. – 160 с.
- 15.ДСТУ EN 10025-2:2019. Гарячекатаний прокат із конструкційної сталі. Технічні умови поставки. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 52 с.
- 16.ДСТУ Б В.2.6-156:2017. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – К.: Мінрегіон України, 2017. – 120 с.
- 17.ДСТУ Б В.2.7-126:2019. Суміші бетонні. Технічні умови. – К.: Мінрегіон України, 2019. – 44 с.
- 18.ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – К.: Мінрегіон України, 2021. – 78 с.
- 19.ДБН В.2.5-67:2013 (зі змінами). Опалення, вентиляція та кондиціонування. – К.: Мінрегіон України, 2018. – 141 с.
- 20.ДБН В.2.5-56:2014. Системи протипожежного захисту. – К.: Мінрегіон України, 2018. – 92 с.
- 21.ДСТУ Б В.2.7-233:2018. Матеріали гідроізоляційні. Загальні технічні умови. – К.: Мінрегіон України, 2018. – 36 с.
- 22.Кравчуновська Т. С., Кравчуновський О. В. Організація будівництва: навч. посіб. – Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка», 2018. – 156 с.
- 23.Пішінко О. М., Савйовський В. В. Технологія будівельного виробництва: підручник. – К.: Ліра-К, 2019. – 320 с.
- 24.Жарко Л. О. Охорона праці в будівництві: навч. посіб. – К.: КНУБА, 2020. – 210 с.
- 25.Білик С. І., Лавріненко О. В. Металеві конструкції: навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2021. – 240 с.
- 26.Глухов О. І. Сталеві конструкції будівель і споруд: підручник. – Харків: ХНУБА, 2019. – 300 с.