

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

Факультет транспорту і будівництва
(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра будівництва урбаністики та просторового планування
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи)
освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр
(бакалавр, спеціаліст, магістр)

спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

на тему «*Будівництво комплексу технічного обслуговування легкового
автотранспорту в м. Харків*».

Виконав: студент групи МБГ- 22д

Комаров К.Є.

(прізвище, та ініціали)



(підпис)

Керівник Білошицький М.В.

(прізвище та ініціали)



(підпис)

Завідувач кафедри Татарченко Г.О.

(прізвище та ініціали)



(підпис)

Рецензент Уваров П.Є.

(прізвище та ініціали)

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯФакультет транспорту і будівництва
Кафедра будівництва урбаністики та просторового плануванняОсвітньо-кваліфікаційний рівень _____ бакалавр _____
(бакалавр, спеціаліст, магістр)
Спеціальність _____ 192 Будівництво та цивільна інженерія _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
Татарченко Г.О. _____
“ _____ ” _____ 2026 рокуЗАВДАННЯ
НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ_____ Комарову Костянтину Євгеновичу _____
(прізвище, ім'я, по батькові)**1. Тема проекту (роботи)** _ «Будівництво комплексу технічного обслуговування легкового автотранспорту в м. Харків» _____

Спец. завдання _____

Керівник проекту (роботи) _____ Білошицький М.В., к.т.н., доцент _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “12” травня 2026 року №105/16

2. Строк подання студентом проекту (роботи) __ 19,06.2026 __**3. Вихідні дані до проекту (роботи)** _ «Будівництво комплексу технічного обслуговування легкового автотранспорту в м. Харків» _____**4.Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)** _Об'ємно-планувальні, конструктивні рішення об'єкту. Вибір і обґрунтування з розрахунком конструктивних елементів. Проектування пальового фундаменту із забивних залізобетонних паль із монолітним ростверком. Розрахунки в рамках ПВР (Технологічна карта на зведення каркасу будівлі, об'єктний будівельний генеральний план) _____**5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників)**

Генеральний план. Фасади, плани. Проектування конструкцій каркасу будівлі. Проектування пальового фундаменту . Технологічна карта на зведення каркасу будівлі. Будівельний генеральний план.


6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Білошицький М.В., доцент		
2	Білошицький М.В., доцент		
3	Білошицький М.В., доцент		
4	Білошицький М.В., доцент		
5	Білошицький М.В., доцент		

7. Дата видачі завдання 12.05.26

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проектування	Строк виконання етапів	Примітка
1.	Розділ 1. Архітектурно-будівельний		
2.	Розділ 2. Розрахунково-конструктивний		
3.	Розділ 3. Основи та фундаменти		
4.	Розділ 4. Організаційно-технологічний		
5.	Розділ 5. Економіка будівництва		
6	Графічна частина.	15.06.26	
7	Оформлення пояснювальної записки.	15.06.26	
8	Подання кваліфікаційної роботи на розгляд кафедри.	19.06.26	
	Захист кваліфікаційної роботи на ЕК.		

Студент  Комаров К.Є.
(підпис) (прізвище та ініціали)Керівник проекту (роботи)  Білошицький М.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Примітки:

- 1.Форму призначено для видачі завдання студенту на виконання дипломного проекту (роботи) і контролю за ходом роботи з боку кафедри
- 2.Розробляється керівником дипломного проекту (роботи). Видається кафедрою.

РЕФЕРАТ

випускної кваліфікаційної роботи за темою «Будівництво комплексу технічного обслуговування легкового автотранспорту в м. Харків».

Випускна кваліфікаційна робота бакалавра складається з пояснювальної записки (88 с., 5 розділів, 20 рисунків, 25 таблиць, 30 джерел інформації) та графічної частини – 6 аркушів.

Ключові слова: проектування, комплекс технічного обслуговування, станція технічного обслуговування, металевий каркас, сендвіч-панель, пальовий фундамент, ростверк, технологічна карта, будівельний генеральний план, кошторисна вартість.

У кваліфікаційній роботі запроєктовано об'ємно-планувальні та конструктивні рішення об'єкта будівництва – двоповерхового комплексу технічного обслуговування легкового автотранспорту каркасної конструктивної системи з металевим каркасом та огороженням із тришарових сендвіч-панелей.

Висвітлено основні принципи проектування конструктивних рішень будівлі, включаючи її просторову схему, та наведено необхідні дані щодо вибору і розрахунку несучих сталевих конструкцій: виконано розрахунок прогону покриття та балки покриття. Запроєктовано пальовий фундамент із забивних залізобетонних паль із монолітним ростверком.

Розглянуто основні принципи організаційно-технологічного проектування зведення об'єкта будівництва. Висвітлено застосування сучасних матеріалів і будівельних технологій. Розроблено технологічну карту на монтаж металевого каркаса будівлі, у результаті якої підібрано основні засоби механізації, порядок та правила безпечної організації робіт.

Наведено всі необхідні розрахунки в рамках проєкту організації будівництва (календарне планування, об'єктний будівельний генеральний план). Висвітлено основні принципи складання проєктно-кошторисної документації.

Наведено необхідні техніко-економічні показники проєкту: площа забудови – 594,94 м²; загальна площа – 1134,59 м²; будівельний об'єм – 4405,59 м³; поверховість – 2; кошторисна вартість будівельно-монтажних робіт – 12 932,82 тис. грн; тривалість будівництва – 12 місяців.

ABSTRACT

of the final qualification work on the topic "Construction of a passenger vehicle maintenance complex in the city of Kharkiv".

The final qualification work of a bachelor consists of an explanatory note (88 p., 5 sections, 20 figures, 25 tables, 30 sources of information) and a graphic part - 6 sheets.

Keywords: DESIGN, MAINTENANCE COMPLEX, MAINTENANCE STATION, METAL FRAME, SANDWICH PANEL, PILE FOUNDATION, GRILLAGE, TECHNOLOGICAL MAP, CONSTRUCTION MASTER PLAN, ESTIMATED COST.

The qualification work designs the spatial planning and structural solutions of the construction object - a two-story passenger vehicle maintenance complex of a frame structural system with a metal frame and a fence made of three-layer sandwich panels.

The main principles of designing structural solutions for the building are highlighted, including its spatial scheme, and the necessary data on the selection and calculation of load-bearing steel structures are provided: the calculation of the span of the roof and the roof beam is performed. A pile foundation of driven reinforced concrete piles with a monolithic grillage is designed.

The main principles of organizational and technological design of the construction of the construction object are considered. The use of modern materials and construction technologies is highlighted. A technological map for the installation of the metal frame of the building is developed, as a result of which the main means of mechanization, the procedure and rules for the safe organization of work are selected.

All necessary calculations within the framework of the construction organization project are provided (calendar planning, object construction master plan). The main principles of compiling design and estimate documentation are highlighted.

The necessary technical and economic indicators of the project are provided: building area - 594.94 m²; total area - 1134.59 m²; construction volume – 4405.59 m³; number of floors – 2; estimated cost of construction and installation works – 12,932.82 thousand UAH; construction duration – 12 months.

ЗМІСТ

Вступ	10
1 Архітектурно-будівельний розділ	11
1.1 Загальні дані	12
1.1.1 Вихідні дані та умови для підготовки проєктної документації на об'єкт капітального будівництва	12
1.1.2 Відомості про функціональне призначення об'єкта капітального будівництва	12
1.1.3 Техніко-економічні показники	13
1.2 Схема планувальної організації земельної ділянки	13
1.2.1 Характеристика земельної ділянки, наданої для розміщення об'єкта капітального будівництва	13
1.2.2 Обґрунтування схем транспортних комунікацій, які забезпечують зовнішній та внутрішній під'їзд до об'єкту капітального будівництва	14
1.3 Архітектурні рішення	14
1.3.1 Опис та обґрунтування зовнішнього та внутрішнього вигляду будівлі, її просторової, планувальної та функціональної організації	14
1.3.2 Обґрунтування прийнятих об'ємно-просторових та архітектурно-художніх рішень, у тому числі щодо дотримання граничних параметрів дозволеного будівництва об'єкта капітального будівництва	15
1.3.3 Опис та обґрунтування використаних композиційних прийомів при оформленні фасадів та інтер'єрів об'єкту капітального будівництва	16
1.3.4 Опис рішень з обробки приміщень основного, допоміжного, обслуговуючого та технічного призначення	17
1.3.5 Опис архітектурних рішень, які забезпечують природне освітлення приміщень із постійним перебуванням людей	17
1.3.6 Опис архітектурно-будівельних заходів, що забезпечують захист приміщень від шуму, вібрації та іншої дії	18
1.4 Конструктивні та об'ємно-планувальні рішення	18
1.4.1 Відомості про основні природно-кліматичні умови території, на якій розташовується земельна ділянка, надана для розміщення об'єкта капітального будівництва	18

1.4.2	Опис та обґрунтування конструктивних рішень будівель та споруд, включаючи їх просторові схеми, прийняті під час виконання розрахунків будівельних конструкцій	18
1.4.3	Опис конструктивних та технологічних рішень підземної частини об'єкта капітального будівництва	19
1.4.4	Опис та обґрунтування прийнятих об'ємно-планувальних рішень будівель та споруд об'єкта капітального будівництва	19
1.5	Перелік заходів щодо охорони навколишнього середовища	20
1.5.1	Перелік заходів щодо запобігання та зниження можливого негативного впливу наміченої господарської діяльності на навколишнє середовище та раціонального використання природних ресурсів на період будівництва та експлуатації об'єкта капітального будівництва	20
1.6	Заходи щодо забезпечення пожежної безпеки	20
1.6.1	Опис системи пожежної безпеки об'єкту капітального будівництва	20
1.6.2	Опис та обґрунтування прийнятих конструктивних та об'ємно-планувальних рішень, ступеня вогнестійкості та класу конструктивної пожежної небезпеки будівельних конструкцій	21
1.6.3	Опис та обґрунтування проєктних рішень щодо забезпечення безпеки людей при виникненні пожежі	21
1.6.4	Перелік заходів щодо забезпечення безпеки підрозділів пожежної охорони під час ліквідації пожежі	22
1.6.5	Відомості про категорію будівель, споруд, приміщень, обладнання та зовнішніх установок за ознакою вибухопожежної та пожежної безпеки	22
1.6.6	Опис та обґрунтування протипожежного захисту (автоматичних установок пожежогасіння, пожежної сигналізації, оповіщення та управління евакуацією людей під час пожежі, внутрішнього протипожежного водопроводу, протидимного захисту)	23
1.7	Заходи щодо забезпечення доступу МГН	23
1.7.1	Перелік заходів щодо забезпечення доступу МГН до об'єктів	23

1.7.2 Обґрунтування прийнятих конструктивних, об'ємно-планувальних та інших технічних рішень, що забезпечують безпечне переміщення МГН на об'єктах, а також їх евакуацію у разі пожежі чи стихійного лиха	23
2 Розрахунково-конструктивний розділ	25
2.1 Компонування конструктивної схеми каркасу будівлі	26
2.1.1 Конструктивне рішення каркасу	26
2.1.2 Основні параметри каркасу	27
2.1.3 Забезпечення незмінності каркасу будівлі	27
2.2 Розрахунок прогону П1	28
2.3 Розрахунок балки покриття Б4	33
3 розділ Основи та фундаменти	38
3.1 Вихідні дані	39
3.2 Проектування пальового фундаменту із забивних паль	39
4 Організаційно-технологічний розділ	50
4.1 Технологія будівельного виробництва	51
4.1.1 Область застосування	51
4.1.2 Загальні положення	51
4.1.3 Технологія та організація виконання робіт	52
4.1.4 Вимоги до якості та приймання робіт	57
4.1.5 Матеріально-технічні ресурси	60
4.1.6 Техніка безпеки та охорона праці	65
4.1.7 Калькуляція трудових витрат та машинного часу	66
4.1.8 Техніко-економічні показники	67
4.2 Організація будівельного виробництва	67
4.2.1 Область застосування будівельного генерального плану	67
4.2.2 Визначення зон дії монтажних кранів та вантажопідйомних механізмів з урахуванням реальних умов будівництва	68
4.2.3 Проектування тимчасових проїздів та автошляхів	68
4.2.4 Проектування складського господарства та виробничих майстерень	69
4.2.5 Розрахунок автомобільного транспорту	70
4.2.6 Проектування побутового містечка: обґрунтування потреби будівництва у кадрах, тимчасових будівлях та спорудах	71

4.2.7 Розрахунок потреби у пальному, парі, кисні та стиснутому повітрі на період будівництва, вибір джерела та проектування схеми електропостачання будівельного майданчика	72
4.2.8 Розрахунок потреби у воді на період будівництва	74
4.2.9 Заходи з охорони праці та техніки безпеки	76
4.2.10 Розрахунок техніко-економічних показників будгенплану	78
4.2.11 Визначення тривалості будівництва комплексу технічного обслуговування легкового автотранспорту	79
5 розділ Економіка будівництва	80
5.1. Методика визначення кошторисної вартості будівель та споруд	81
5.2. Методика визначення кошторисної вартості у локальних та об'єктних кошторисах	81
5.3. Методика визначення кошторисної вартості у звідному кошторисному розрахунку	82
5.4. Техніко-економічні показники кваліфікаційної роботи	84
Висновки	85
Список використаних джерел	86

ВСТУП

Об'єктом будівництва у кваліфікаційній роботі є комплекс технічного обслуговування легкового автотранспорту.

Об'єкт будівництва розташований у Новобаварському районі міста Харкова – одного з найбільших промислово розвинених міст України.

За даними відкритих українських аналітичних ресурсів, загальна кількість легкових автомобілів, що активно експлуатуються в Україні, становить близько 9 млн одиниць. При цьому Харківська область входить до п'ятірки регіонів країни за обсягами купівлі як нових, так і вживаних імпортованих автомобілів.

Статистичних даних про точну кількість легкових автомобілів у Харкові в режимі реального часу немає, оскільки з 2022 року офіційна статистика не публікується у відкритому доступі в повному обсязі з міркувань безпеки.

Однак, спираючись на довоєнні дані та актуальні показники, можна виокремити ключові моменти. У довоєнний період до 2022 року в Харкові та області було зареєстровано понад 500–600 тисяч транспортних засобів, при цьому в самому місті цей показник становив близько 300–350 тисяч машин (з урахуванням міграції населення ці цифри постійно змінювалися).

На підставі викладеного можна зробити висновок, що зростання автомобільного парку міста Харкова потребує інтенсивного розвитку виробничо-технічної бази для технічного обслуговування та ремонту автомобілів і доводить актуальність будівництва проєктованого об'єкта.

РОЗДІЛ 1.
Архітектурно-будівельний

1.1 Загальні дані

1.1.1 Вихідні дані та умови для підготовки проєктної документації на об'єкт капітального будівництва

Кваліфікаційна робота на тему «Будівництво комплексу технічного обслуговування легкового автотранспорту в м. Харків» розроблена на підставі:

- виданого завдання на проєктування;
- чинних нормативних документів.

Проєктна документація виконана відповідно до вимог таких нормативних документів:

- ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій»;
- ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги»;
- ДБН В.1.2-10:2021 «Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму та вібрації»;
- ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення»;
- ДБН В.2.2-9:2018 «Громадські будинки та споруди. Основні положення»;
- ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення»;
- ДБН А.2.2-3:2014 «Склад та зміст проєктної документації на будівництво».

1.1.2 Відомості про функціональне призначення об'єкта капітального будівництва

Основним функціональним призначенням проєктованої станції технічного обслуговування є миття та технічне обслуговування автотранспорту.

1.1.3 Техніко-економічні показники

Таблиця 1.1 – Техніко-економічні показники

№ з/п	Найменування показника	Од. вим.	Величина показника
1	Площа забудови	м ²	594,94
2	Загальна площа	м ²	1134,59
3	Розрахункова площа будівлі	м ²	1042,47
4	Корисна площа будівлі	м ²	1042,47
5	Висота поверху	м	3,6
6	Будівельний об'єм	м ³	4405,59
7	Поверховість	–	2

1.2 Схема планувальної організації земельної ділянки

1.2.1 Характеристика земельної ділянки, наданої для розміщення об'єкта капітального будівництва

Ділянка, відведена для будівництва комплексу технічного обслуговування легкового автотранспорту, розташована в Новобаварському районі по вулиці Китаєнка міста Харкова. Рельєф ділянки спокійний, із загальним ухилом у південно-західному напрямку. З півночі та південного заходу від об'єкта розташовані гаражні кооперативи. Головний фасад будівлі виходить на вулицю Китаєнка, що розташована з південного сходу від будівлі.

Інженерно-геологічні умови звичайні. Підземні води не виявлені. Нормативна глибина сезонного промерзання ґрунту сягає 1,1 м. Відведена ділянка будівництва розташована на вільній території та незабудована.

1.2.2 Обґрунтування схем транспортних комунікацій, що забезпечують зовнішній і внутрішній під'їзд до об'єкта капітального будівництва

Територія ділянки має прямий зв'язок із вулицею Китаєнка. На території комплексу влаштовано автомобільну стоянку на 20 місць.

Основним видом зовнішнього та внутрішньомайданчикowego транспорту є автомобільний. Під'їзд до об'єкта можливий із вулиці Китаєнка. Пожежний проїзд до будівлі здійснюється з боку вулиці Китаєнка; крім того, передбачено внутрішньомайданчикову автомобільну мережу, завдяки чому під'їзд до будівлі забезпечено з усіх боків. На територію передбачено проїзди для автотранспорту, а також під'їзди до головного та інших входів.

1.3 Архітектурні рішення

1.3.1 Опис та обґрунтування зовнішнього і внутрішнього вигляду будівлі, її просторової, планувальної та функціональної організації

Проектований об'єкт – це будівництво комплексу технічного обслуговування легкового автотранспорту. Будівля розташована за адресою: м. Харків, вул. Китаєнка. Основним призначенням будівлі є розміщення приміщень для надання послуг клієнтам: СТО на 5 легкових автомобілів та автомийка на 4 автомобілі.

Будівлю комплексу зоновано на такі групи приміщень:

- клієнтська зона;
- мийка на 4 пости;
- ремонтна зона;
- адміністративна зона;
- склад запасних частин.

Прийняте проектне рішення відповідає вимогам ДБН В.2.2-9:2018 «Громадські будинки та споруди. Основні положення».

1.3.2 Обґрунтування прийнятих об'ємно-просторових та архітектурно-художніх рішень

Об'ємно-просторове рішення прийнято на підставі затвердженого завдання на проектування та погодженого ескізного проєкту. Станція технічного обслуговування розташовується у двоповерховій окремо розташованій будівлі на ділянці по вул. Китаєнка.

Розміри будівлі в плані: 27000 мм в осях А–Д та 21000 мм в осях 1–6. Висота будівлі до парапету – 7770 мм. Висота поверху – 3600 мм.

Об'ємно-планувальні та архітектурні рішення продиктовані прагненням створити співмасштабний навколишній забудові та функціональному призначенню будівлі об'єм. В об'ємі будівлі чітко простежується внутрішньопланувальне зонування.

Клієнтська зона вирішена як вхідний вестибюль зі стійкою адміністратора, пов'язана відкритими сходами із зоною відпочинку клієнтів на 2-му поверсі, де розміщено буфет із підсобними приміщеннями та санвузли. Завантаження буфету передбачено службовими сходами із західного боку будівлі. Зона має кутове рішення входу та відкрита на оточення великими вітражами.

Чотири пости мийки розміщено в окремих боксах. Кожен бокс має самостійний в'їзд. Виїзди передбачено через ремонтну зону на відстійну стоянку або наявним проїздом на вул. Китаєнка.

Ремонтна зона пов'язана з клієнтською. З неї передбачено вхід до гардероба персоналу та кабінету майстра. У ремонтній зоні передбачено двосвітний простір, де розміщено три підйомачі. Адміністративна зона розташована на 2-му поверсі та пов'язана з приміщеннями клієнтів спільним вестибюлем. Складська зона розміщена над ремонтною; вхід до неї передбачено з антресолі ремонтної зони.

Як зовнішні огорожувальні конструкції використано сендвіч-панелі «Металопрофіль» кольору за RAL 5012. Фасад по осі А та частину фасаду по

осі 1 виконано алюмінієвими вітражами з двокамерними склопакетами. Козирки по периметру автомийки облицьовано панелями «Алюком» кольору за RAL 5012.

1.3.3 Опис та обґрунтування використаних композиційних прийомів при оформленні фасадів та інтер'єрів об'єкта капітального будівництва

Простота й раціональність об'ємно-планувальних рішень будівель, вибір як зовнішнього оздоблення тришарових утеплених стінових і покрівельних панелей з якісним заводським оздобленням визначили зовнішній вигляд проєктованих будівель. Фасади вирішено в простих лаконічних формах з єдиним кольоровим рішенням.

Для входів до будівель передбачено вхідні майданчики зі сходами та огороженнями. Над входами передбачено козирки.

Зовнішня поверхня стін і покрівлі (переважно панелі типу «сендвіч») усіх будівель – металеві профільовані листи (металосайдинг, профнастил), що мають заводське фарбування кольоровими емалями з нанесенням у відповідних місцях логотипів (символіки) експлуатуючої організації, а також покажчиків, нанесених відповідно до вимог промислової безпеки. Колірне рішення виконано відповідно до затвердженої корпоративної кольорової палітри та символіки експлуатуючої організації.

Колірна гама зовнішнього оздоблення будівель визначається стандартами на оформлення об'єктів будівництва, прийнятими Замовником, і включає поєднання таких основних кольорів:

- блакитний (RAL 5012);
- транспортний синій (RAL 5017);
- сигнальний сірий (RAL 7004);
- сигнальний білий (RAL 9003).

Фасади блочно-модульних будівель і споруд визначено застосуванням блок-боксів з єдиним кольоровим рішенням.

1.3.4 Опис рішень з оздоблення приміщень основного, допоміжного, обслуговуючого та технічного призначення

У внутрішньому оздобленні приміщень використовуються матеріали, виходячи з призначення цих приміщень, з урахуванням естетичних, екологічних, протипожежних та інших вимог.

Стіни та перегородки: у приміщеннях з вологими процесами (санвузли) – керамічна плитка; у побутових, офісних і технічному приміщеннях – штукатурка під фарбування. Підлоги, стіни та обладнання в санвузлах і душових для службовців мають покриття з вологостійких матеріалів з гладкими поверхнями, що легко миються гарячою водою із застосуванням мийних і дезінфекційних засобів.

Підлоги: на першому поверсі – бетонні по ущільненому ґрунту; на другому поверсі в офісних приміщеннях – керамограніт; підлоги в санвузлах і душових – неглазурована керамічна плитка на клею.

Вхідні утеплені двері, внутрішні двері (санвузлів і підсобних приміщень) виконано згідно з ДСТУ EN 14351-1:2020 «Вікна та двері. Вимоги. Частина 1. Вікна та зовнішні двері». Запроектовані види оздоблення застосовано як найефективніші за санітарними вимогами.

1.3.5 Опис архітектурних рішень, що забезпечують природне освітлення приміщень з постійним перебуванням людей

Усі приміщення з постійним перебуванням людей мають природне освітлення, організоване через віконні прорізи. Об'ємно-планувальні рішення будівлі згідно з ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» передбачають природне освітлення приміщень через конструктивні світлові прорізи.

Нормовані значення коефіцієнтів природного освітлення (КПО) прийнято згідно з ДБН В.2.5-28:2018. Проектні рішення задовольняють вимоги цього документа.

1.3.6 Опис архітектурно-будівельних заходів, що забезпечують захист приміщень від шуму, вібрації та іншого впливу

Додаткового захисту від шуму, вібрації та інших впливів не потрібно.

1.4 Конструктивні та об'ємно-планувальні рішення

1.4.1 Відомості про основні природно-кліматичні умови території, на якій розташована земельна ділянка, надана для розміщення об'єкта капітального будівництва

Кліматичні умови майданчика будівництва за ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» характеризуються такими параметрами. Майданчик будівництва належить:

- за вагою снігового покриву – до I району з нормативним навантаженням 0,5 кПа;
- за тиском вітру – до III району з нормативним навантаженням 0,38 кПа;
- панівний напрямок вітру – південно-східний.

Відповідно до ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій» за фізико-географічним районуванням майданчик будівництва належить до зони III. Розрахункова зимова температура зовнішнього повітря найбільш холодної доби – -27°C , найбільш холодної п'ятиденки – -23°C . Глибина промерзання ґрунту – 1,0 м.

1.4.2 Опис та обґрунтування конструктивних рішень будівель і споруд, включно з їх просторовими схемами, прийнятими при виконанні розрахунків будівельних конструкцій

Конструктивна система будівлі – каркасна; будівельна система – металева, повнозбірна.

Проектований об'єкт – це комплекс технічного обслуговування легкового автотранспорту. Будівлю комплексу розташовано за адресою: м. Харків, вул. Китаєнка. Основним призначенням будівлі є розміщення

приміщень для надання послуг клієнтам: СТО на 5 легкових автомобілів та автомийка на 4 легкових автомобілі.

Згідно із завданням на проєктування, зовнішні стіни виконуються з тришарових сендвіч-панелей «Металопрофіль» завтовшки 200 мм. Об'ємно-планувальні рішення запроєктовано з урахуванням організації технологічного процесу, пов'язаного з призначенням об'єкта.

Технічні рішення, прийняті під час проєктування, відповідають вимогам екологічних, санітарно-гігієнічних, протипожежних та інших норм, чинних на території України, і забезпечують безпечну для життя та здоров'я людей експлуатацію об'єкта. Принципові об'ємно-планувальні рішення, обумовлені технічним завданням замовника, прийнято та погоджено.

1.4.3 Опис конструктивних і технологічних рішень підземної частини об'єкта капітального будівництва

Підземні поверхи у проєктованій станції технічного обслуговування відсутні. Фундамент представлено монолітним залізобетонним ростверком по забивних залізобетонних палях С30.30.

1.4.4 Опис та обґрунтування прийнятих об'ємно-планувальних рішень будівель і споруд об'єкта капітального будівництва

Будівля автотехцентру двоповерхова, габаритні розміри в осях 27,0×21,0 м, прямокутна в плані. Висота поверхів становить 3,6 м.

– Фундаменти – монолітний залізобетонний ростверк по забивних залізобетонних палях С30.30.

– Зовнішні стіни – сендвіч-панелі завтовшки 200 мм.

– Перекриття – монолітне залізобетонне по профнастилу Н75-600-1.0 завтовшки 150 мм.

– Колони – металеві 300×8 мм.

– Перегородки – цегляні завтовшки 120 мм.

– Конструкція вікон – однокамерний склопакет у ПВХ-плетінні.

– Дах будівлі – односхилий. Покриття покрівлі виконано з тришарових сендвіч-панелей завтовшки 150 мм.

Планувальні рішення приміщень будівель розроблено з урахуванням ДБН В.2.2-9:2018 «Громадські будинки та споруди. Основні положення». Планування ділянки виконано з урахуванням вільного пересування інвалідних візків. Усередині приміщень дотримано вимог ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення»; ширина коридорів не менше ніж 1,5 м.

Основні проїзди та тротуари виконуються з твердим покриттям з асфальтобетону. Проектом також передбачено висадку дерев і кущів; застосований асортимент зелених насаджень складається з місцевих порід, які мають високу морозостійкість і декоративність. На території комплексу влаштовується відкрита автостоянка на 20 машин.

1.5 Перелік заходів з охорони навколишнього середовища

1.5.1 Перелік заходів щодо запобігання та зниження можливого негативного впливу наміченої господарської діяльності на навколишнє середовище та раціонального використання природних ресурсів на період будівництва та експлуатації об'єкта капітального будівництва

Комплекс технічного обслуговування легкового автотранспорту не завдає шкоди навколишньому середовищу, тому розроблення особливих заходів із запобігання та зниження можливого негативного впливу на навколишнє середовище не потрібне. Для організації безпечних робочих місць у зонах можливої дії небезпечних і шкідливих виробничих факторів розроблено та прийнято рішення з охорони праці.

1.6 Заходи із забезпечення пожежної безпеки

1.6.1 Опис системи пожежної безпеки об'єкта капітального будівництва

Система забезпечення пожежної безпеки об'єкта захисту включає:

- систему запобігання пожежі;
- систему протипожежного захисту;
- комплекс організаційно-технічних заходів із забезпечення пожежної безпеки.

Запобігання пожежі досягається унеможливленням утворення горючого середовища та (або) унеможливленням утворення в горючому середовищі (чи внесення до нього) джерел запалювання.

1.6.2 Опис та обґрунтування прийнятих конструктивних і об'ємно-планувальних рішень, ступеня вогнестійкості та класу конструктивної пожежної небезпеки

- Ступінь вогнестійкості – II.
- Клас конструктивної пожежної небезпеки – С0.
- Клас функціональної пожежної небезпеки – Ф5.1 (виробничі будівлі, виробничі та лабораторні приміщення, майстерні) за ДБН В.1.1-7:2016.

1.6.3 Опис та обґрунтування проєктних рішень із забезпечення безпеки людей у разі виникнення пожежі

Для забезпечення евакуації людей з будівлі в разі виникнення пожежі передбачено використання фотолюмінесцентної евакуаційної системи для позначення:

- шляхів евакуації та евакуаційних дверей (аварійних виходів);
- небезпечних місць, розташованих уздовж шляхів евакуації;
- місць розміщення рятувальних засобів, засобів протипожежного та протиаварійного захисту, засобів зв'язку;
- об'єктів оперативного розпізнавання.

1.6.4 Перелік заходів із забезпечення безпеки підрозділів пожежної охорони під час ліквідації пожежі

Відповідно до вимог Правил пожежної безпеки в Україні (затверджених наказом МВС України від 30.12.2014 № 1417) реалізація комплексу цих заходів забезпечується:

- своєчасним прибуттям підрозділів пожежної охорони;
- улаштуванням пожежних проїздів і під'їзних шляхів для пожежної техніки, суміщених з функціональними проїздами та під'їздами;
- улаштуванням зовнішнього та внутрішнього протипожежного водопроводу;
- виконанням світлопоказчиків розташування пожежних гідрантів та вогнегасників;
- обладнанням об'єкта автоматичною установкою пожежної сигналізації, оповіщення про пожежу та аварійного освітлення.

1.6.5 Відомості про категорію будівель, споруд, приміщень, обладнання та зовнішніх установок за ознакою вибухопожежної та пожежної небезпеки

Категорія будівлі та приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою визначається за ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою».

- Ступінь вогнестійкості будівлі – II.
- Клас функціональної пожежної небезпеки – Ф5.1 (ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»).
- Клас конструктивної пожежної небезпеки – С0 (ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту»).

1.6.6 Опис та обґрунтування протипожежного захисту (автоматичних установок пожежогасіння, пожежної сигналізації, оповіщення та управління евакуацією людей під час пожежі, внутрішнього протипожежного водопроводу, протидимного захисту)

Вибір установок протипожежного захисту зроблено відповідно до вимог ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту»; вибір типу системи оповіщення людей про пожежу зроблено відповідно до вимог того самого документа. Установки протипожежного захисту призначені для своєчасного виявлення та реєстрації виникнення пожежі в приміщеннях, що захищаються, оповіщення служби охорони та чергового персоналу.

1.7 Заходи із забезпечення доступу маломобільних груп населення

1.7.1 Перелік заходів із забезпечення доступу маломобільних груп населення (МГН) до об'єктів

Створення безбар'єрного середовища з метою полегшення інтеграції МГН у суспільство передбачає усунення таких бар'єрів:

- фізичних або матеріальних (сходи, пороги, вузькі двері та проходи, відсутність ліфтів і підйомачів, недоступні туалети тощо);
- інформаційних (дрібний, нечитабельний шрифт, відсутність альтернативних форм надання інформації, відсутність інформації про доступні шляхи пересування тощо).

1.7.2 Обґрунтування прийнятих конструктивних, об'ємно-планувальних та інших технічних рішень, що забезпечують безпечне переміщення МГН на об'єктах, а також їх евакуацію у разі пожежі чи стихійного лиха Прийняті архітектурні рішення:

1. Установлення алюмінієвих утеплених безпорогових дверей шириною 1400 мм у просвіті.
2. Установлення над входом теплової завіси.

3. Улаштування окремої кабіни санвузла для МГН з оснащенням спеціальними санітарно-технічними приладами, установленням тривожної кнопки виклику, гачків для милиць та одягу, сушарки для рук, тримача для туалетного паперу та мила.

4. Ширина прорізів на шляхах евакуації для встановлення безпорогових дверей – 1100 мм у просвіті.

РОЗДІЛ 2
Розрахунково-конструктивний

2.1 Компонування конструктивної схеми каркаса будівлі

2.1.1 Конструктивне рішення каркаса

Конструктивна схема будівлі, що об'єднує несучі конструкції в єдину самостійну систему (каркас), є каркасною. За способом сприйняття горизонтальних впливів схема каркаса є рамною.

Каркас будівлі складається з колон суцільного перерізу, балок покриття та балок перекриття. Розміри в плані в крайніх осях становлять 22,5×27 м. Крок поперечних рам дорівнює 4,5 м.

Спирання колон каркаса передбачається на монолітні залізобетонні ростверки на пальовому фундаменті. Спряження балок покриття та перекриття з колонами запроєктовано шарнірним, колон з ростверками – жорстким в обох напрямках.

Перекриття залізобетонне по металевих балках з незнімною опалубкою з профнастилу. Прогони по покриттю виконано з прокатних швелерів. Конструкції покриття виконано по металевих балках.

Стійкість будівлі в поздовжньому та поперечному напрямках забезпечується за рахунок жорсткого спряження колон з ростверками, розпірок між окремими колонами у вигляді балок перекриття, покриття та ригелів фахверка, а також в'язей у покритті.

Конструкції каркаса запроєктовано зі сталі С345 за винятком в'язей і ригелів фахверка, для яких прийнято сталь С245. Балки – з прокатних двотаврів (Б1 – 60Б2, Б2 – 35Б2, Б3 – 30Б2, Б4 – 35Б2, Б5 – 30Б2, Б6 – 24У, Б7 – 27У).

Усі заводські з'єднання зварні, монтажні – болтові та зварні. Зварювання конструкцій виконувати відповідно до вимог ДБН В.2.6-198:2014 «Сталеві конструкції. Норми проектування». Матеріали для зварювання прийнято за ДСТУ EN ISO 2560:2014.

2.1.2 Основні параметри каркаса

Вертикальні розміри

Корисна висота (відстань від рівня чистої підлоги до низу покриття) змінна і становить: по осях 1–6 та осі Д – +6,935 м; по осях 1–6 та осі Б – +7,370 м.

По осях А, Б і Г повна висота колон рами (з урахуванням заглиблення бази колони) становить +7,520 м, +7,530 м та +7,080 м відповідно. Довжини колон з урахуванням заглиблення бази колони (340 мм) становлять: $H_1 = 7,275$ м в осях 1–6 та по осі Д і $H_2 = 7,710$ м в осях 1–6 та по осі Б.

Горизонтальні розміри

Розміри будівлі в осях А–Д – 27 м, в осях 1–6 – 21 м. Прогін будівлі А–Б – 6 м, Б–В – 9 м, В–Г – 9 м і Г–Д – 3 м; в осях 1–2 – 3 м, 2–3 – 4,50 м, 3–4 – 4,50 м, 4–5 – 4,50 м і 5–6 – 4,50 м.

Балки настилу розташовані з кроком 4,5 м в осях 2–6, А–Д; 3 м – в осях 1–2, В–Д; в осях 1–2, А–Б крок балок змінний від 2,70 м до 6,70 м. Прив'язка крайніх і середніх стояків рам до поздовжніх осей будівлі – нульова.

Поперечний переріз елементів каркаса: у перерізі балок перекриття та покриття – сталеві гарячекатані двотаври; колони металеві суцільного перерізу; прогони виконано з прокатних швелерів. Горизонтальні гнучкі в'язі коробчастого перерізу; вертикальні гнучкі в'язі виконано зі сталевих гарячекатаних кутиків за ДСТУ 8769:2018 «Кутики сталеві гарячекатані нерівнополічні. Сортамент». Розпірки виконано зі сталевих гнутих замкнутих зварних квадратних профілів за ДСТУ 8539:2015. Марки сталей прийнятих конструкцій зазначено у відомості елементів та на листах.

2.1.3 Забезпечення незмінюваності каркаса будівлі

Незмінюваність каркаса будівлі в поздовжньому та поперечному напрямках забезпечується в'язями по покриттю та між колонами за рахунок жорсткого спряження колон з ростверками та ригелів фахверка.

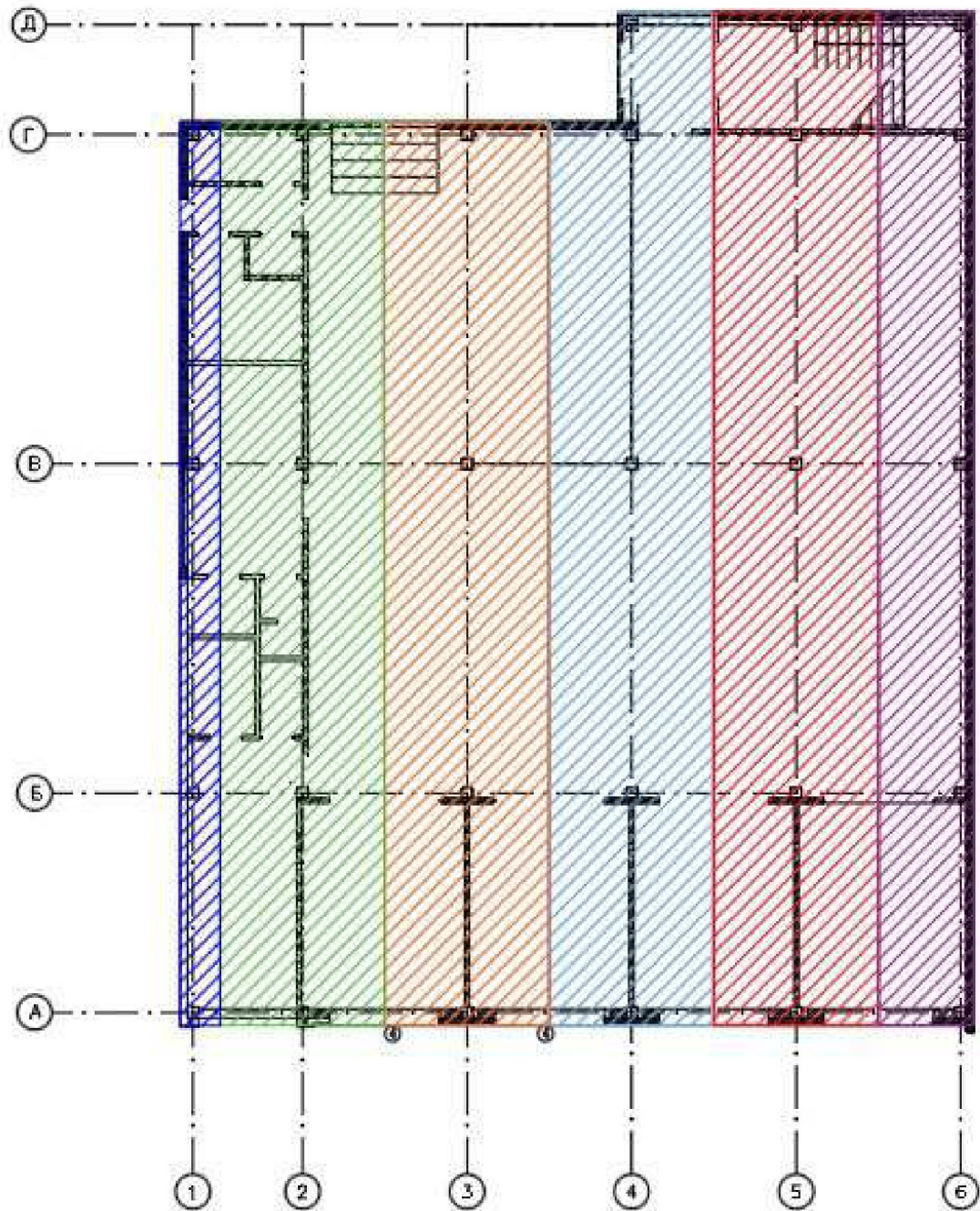


Рисунок 2.1 – Схема визначення вантажної площі балок

2.2 Розрахунок прогону ПІ

2.2.1 Вихідні дані

Прогони по покриттю – прокатні, зі швелерів. Прийнято такі вихідні дані:

- проліт $l_{pr} = 4,5$ м;
- статична схема – однопрогінна шарнірно-оперта балка;

- коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1,0$ [8, таблиця 1];
- матеріал балки – сталь С345-1; група конструкцій 2, розрахункова температура району будівництва $t = -36^\circ\text{C}$; показники з ударної в'язкості та хімічного складу згідно з таблицями В.2 і В.3 додатка В [9];
- розрахункові характеристики сталі за таблицями В.4 і В.5 додатка В [9]: $R_y = 320 \text{ Н/мм}^2$ за товщини прокату від 2 до 20 мм включно; $R_{up} = 470 \text{ Н/мм}^2$; $R_s = 0,58 \times 320 = 185,6 \text{ Н/мм}^2$; $R_p = 459 \text{ Н/мм}^2$.

Вертикальний граничний прогин прогону визначаємо методом інтерполяції: за прольоту $l = 3 \text{ м} - 1/150$, за $l = 6 \text{ м} - 1/200$, звідси для прольоту $4,5 \text{ м}$ граничний прогин $f_u = l_{\text{пр}}/175$. Збір навантажень на прогон подано в табличній формі (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Збір навантажень на прогон П1

Елементи покриття	Нормативне навантаження, кН/м ²	γ_{fi}	Розрахункове навантаження, кН/м ²
Постійні навантаження			
Мембрана ПВХ	0,04	1,3	0,05
Утеплювач Техноруп В60 – 80 мм	0,14	1,3	0,19
Утеплювач Техноруп Н30 – 150 мм	0,17	1,3	0,22
Пароізоляція	0,05	1,3	0,07
Профнастил Н114-600-1.0 – 114 мм	0,17	1,05	0,18
Власна вага прогону	0,06	1,05	0,07
РАЗОМ	0,63		0,76
Тимчасове навантаження			
Снігове навантаження	1,80	1,4	1,80
РАЗОМ	2,43		2,56

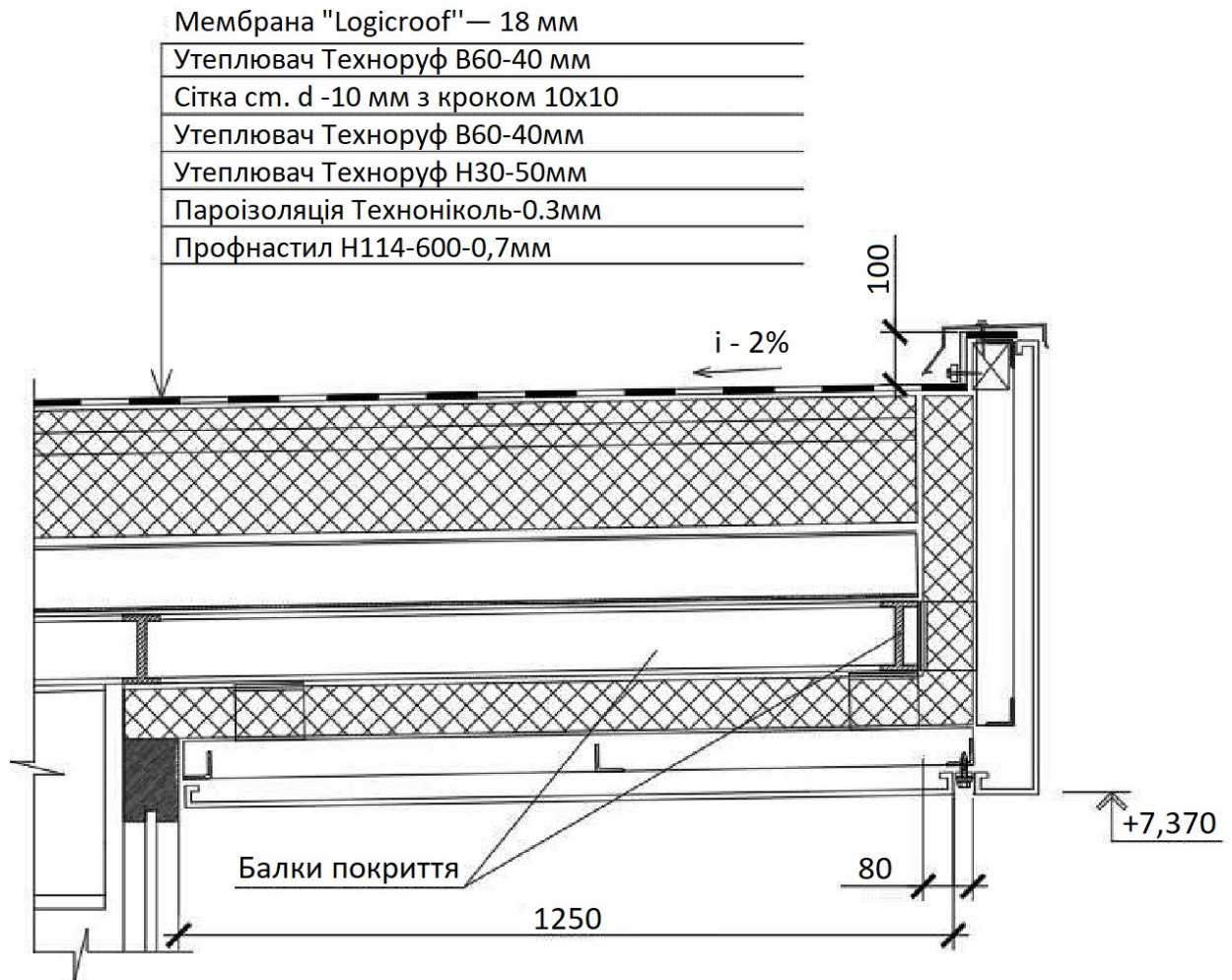


Рисунок 2.2 – Схема влаштування покрівлі

Нормативне навантаження на 1 пог. м прогону:

$$q_{n,пр} = (q_{no} + q_n) \times a, \quad (2.1)$$

де $q_{no} = 0,63 \text{ кН/м}^2$ – нормативне навантаження на прогон;

$q_n = 1,80 \text{ кН/м}$ – нормативне снігове навантаження;

$a = 2,25 \text{ м}$ – крок прогонів.

$$q_{n,пр} = (0,63 + 1,80) \times 2,25 = 5,46 \text{ кН/м.}$$

Розрахункове погонне навантаження на прогон:

$$q_{пр} = (q_o + q_n) \times a, \quad (2.2)$$

де $q_o = 0,76 \text{ кН/м}^2$ – розрахункове навантаження на прогон;

$q_n = 1,80 \text{ кН/м}$ – розрахункове снігове навантаження;

$a = 2,25 \text{ м}$ – крок прогонів.

$$q_{np} = (0,76 + 1,8) \times 2,25 = 5,76 \text{ кН/м.}$$

2.2.2 Статичний розрахунок прогону

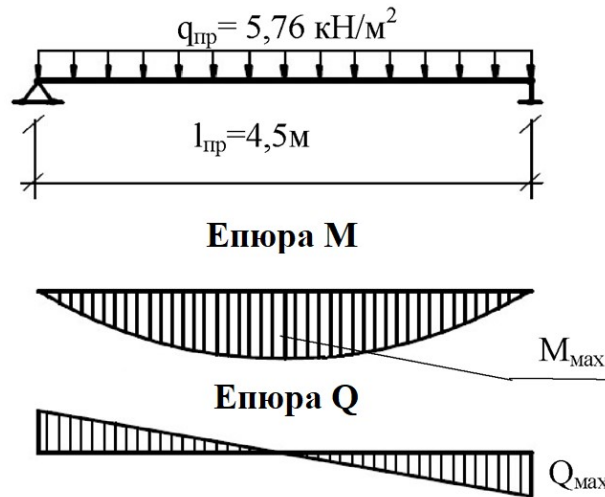


Рисунок 2.3 – Розрахункова схема прогону П1

Максимальний згинальний момент M_{\max} та поперечну силу Q_{\max} визначаємо за формулами (2.3) і (2.4):

$$M_{\max} = \frac{q_{np} \cdot l_{np}^2}{8}, \quad (2.3)$$

$$M_{\max} = \frac{5,76 \cdot 4,5^2}{8} = 14,58 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

$$Q_{\max} = \frac{q_{np} \cdot l_{np}}{2}, \quad (2.4)$$

$$Q_{\max} = \frac{5,76 \cdot 4,5}{2} = 12,96 \text{ кН.}$$

2.2.3 Конструктивний розрахунок прогону

Перевіримо міцність прогону зі швелера 16П, прийнятого за аналогом. Ця перевірка відповідає першій групі граничних станів, виконується на

розрахункові навантаження та включає перевірки на міцність, загальну стійкість прогону та місцеву стійкість елементів прогону.

Із сортаменту виписуємо геометричні характеристики:

$W_{xn} = 93,8 \text{ см}^3$; $I_x = 750 \text{ см}^4$; $S_x = 54,30 \text{ см}^3$; $h = 160 \text{ мм}$; $b_f = 64 \text{ мм}$; $t_f = 9,4 \text{ мм}$; $t_w = 5,0 \text{ мм}$; $m_{np} = 14,2 \text{ кг/м}$.

Перевірку на міцність прогону 1-го класу, що згинається в одній з головних площин, виконують так:

– у перерізах з $M = M_{\max}$ і $Q = 0$:

$$\frac{M_{\max}}{W_{n,\min} \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{14,58 \cdot 10^2}{93,8 \cdot 320 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 0,49 < 1; \quad (2.5)$$

де M_{\max} – максимальний момент;

$W_{n,\min}$ – момент опору;

R_y – розрахунковий опір на розтяг;

γ_c – коефіцієнт умов роботи;

– у перерізах з $Q = Q_{\max}$ і $M = 0$:

$$\frac{Q_{\max} \cdot S_x}{I_x \cdot t_w \cdot R_s \cdot \gamma_c} = \frac{12,96 \cdot 54,30}{750 \cdot 0,50 \cdot 185,6 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 0,10 < 1. \quad (2.6)$$

де Q_{\max} – максимальна поперечна сила;

S_x – статичний момент;

I_x – момент інерції;

t_w – товщина стінки;

R_s – розрахунковий опір на зріз.

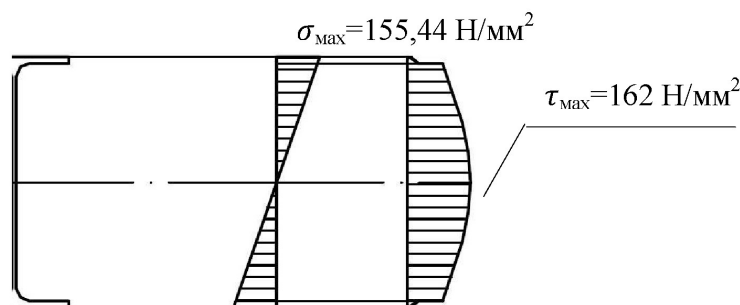


Рисунок 2.4 – Епюри напружень у прогоні П1

Міцність прогону забезпечена. Загальну стійкість прогону забезпечено профільованим настилом. Місцева стійкість елементів прокатних швелерів не перевіряється, оскільки вона забезпечена співвідношенням їх розмірів, призначених з урахуванням стійкості роботи за різних напружених станів.

Перевірка деформативності (жорсткості) прогонів належить до другої групи граничних станів і спрямована на запобігання умовам, що ускладнюють їх нормальну експлуатацію. Суть перевірки: максимальний прогин прогонів f_{\max} не повинен перевищувати граничних значень f_u , встановлених нормами проєктування; f_{\max} визначається від нормативних навантажень. Для прогону П1:

$$f_{\max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{nx} \cdot l^4}{E \cdot I_x} = \frac{5 \cdot 5,46 \cdot 10^{-2} \cdot 450^4}{384 \cdot 2,06 \cdot 10^4 \cdot 750} = 1,89 \text{ см}; \quad (2.7)$$

де q_{nx} – нормативне навантаження на 1 пог. м;

l – довжина прогону;

E – модуль деформації.

$$1,89 \text{ см} < f_u = \frac{l}{175} = 2,57 \text{ см}$$

Отже, жорсткість прогону забезпечена.

2.3 Розрахунок балки покриття Б4

2.3.1 Вихідні дані

Балки покриття – прокатні, з двотаврів, тип Б, 1-го класу. Прийнято такі вихідні дані:

– проліт $l_{np} = 9$ м;

– статична схема – однопрогінна шарнірно-оперта балка;

– коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 1$;

– матеріал балки – сталь С345-1; група конструкцій 2, розрахункова температура району будівництва $t = -40^\circ\text{C}$; показники з ударної в'язкості та хімічного складу згідно з [8];

– розрахункові характеристики сталі за таблицями В.4 і В.5 додатка В [9]: $R_y = 320 \text{ Н/мм}^2$ за товщини прокату від 2 до 20 мм включно; $R_{un} = 470 \text{ Н/мм}^2$; $R_s = 0,58 \times 320 = 185,6 \text{ Н/мм}^2$; $R_p = 459 \text{ Н/мм}^2$.

Вертикальний граничний прогин балки визначаємо методом інтерполяції: за прольоту $l = 6 \text{ м} - 1/200$, за $l = 24 \text{ м} - 1/250$, звідси для прольоту 9 м граничний прогин $f_u = l_{np} / 208$.

Таблиця 2.2 – Збір навантажень на балку покриття Б4

Елементи покриття	Нормативне навантаження, кН/м ²	γ_{fi}	Розрахункове навантаження, кН/м ²
Постійні навантаження			
Мембрана ПВХ	0,04	1,3	0,05
Утеплювач Техноруп В60 – 80 мм	0,14	1,3	0,19
Утеплювач Техноруп Н30 – 150 мм	0,17	1,3	0,22
Пароізоляція	0,05	1,3	0,07
Профнастил Н114-600-1.0 – 114 мм	0,17	1,05	0,18
Власна вага	0,06	1,05	0,07
РАЗОМ	0,72		0,86
Тимчасове навантаження			
Снігове навантаження	1,80	1,0	1,80
РАЗОМ	2,52		2,66

Нормативне навантаження на 1 пог. м балки обчислюємо за формулою (2.1):

$$q_{n,\delta} = (q_{no} + q_n) \times a = (0,72 + 1,80) \times 4,50 = 11,34 \text{ кН/м},$$

де $q_{no} = 0,72 \text{ кН/м}^2$ – нормативне навантаження на балку;

$q_n = 1,80 \text{ кН/м}^2$ – нормативне снігове навантаження;

$a = 4,50 \text{ м}$ – крок балок.

Розрахункове погонне навантаження на балку (формула 2.2):

$$q_{\delta} = (q_o + q_p) \times a = (0,86 + 1,8) \times 4,50 = 11,97 \text{ кН/м},$$

де $q_o = 0,86 \text{ кН/м}^2$ – розрахункове навантаження на балку;

$q_p = 1,80 \text{ кН/м}^2$ – розрахункове снігове навантаження;

$a = 4,50 \text{ м}$ – крок балок.

2.3.2 Статичний розрахунок балки

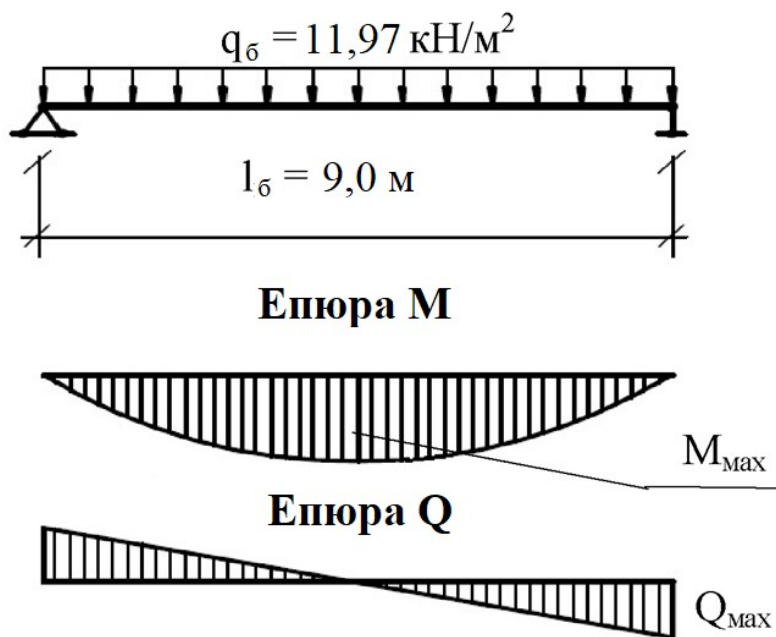


Рисунок 2.5 – Розрахункова схема балки Б4

M_{\max} та Q_{\max} визначаємо за формулами (2.3), (2.4).

$$M_{\max} = \frac{q_{np} \cdot l_{np}^2}{8} = \frac{11,97 \cdot 9^2}{8} = 121,20 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q_{\max} = \frac{q_{np} \cdot l_{np}}{8} = \frac{11,97 \cdot 9}{8} = 53,87 \text{ кН}.$$

2.3.3 Конструктивний розрахунок балки

Приймаємо для балки двотавр 35Б2 за аналогом і виконуємо перевірки. Балка покриття належить до 1-го класу та запроєктована з напружено-деформованим станом (НДС), за якого напруження по всій площі розрахункового перерізу не перевищують розрахункового опору сталі $|\sigma| \leq R_y$ (пружний стан перерізу). Для цього класу балок розрахунок на міцність виконується за вказівками [8].

Із сортаменту виписуємо геометричні характеристики двотавра 35Б2:

$W_x = 662,2 \text{ см}^3$; $I_x = 11550 \text{ см}^4$; $S_x = 373 \text{ см}^3$; $h = 349 \text{ мм}$; $b = 155 \text{ мм}$; $t = 10,0 \text{ мм}$; $s = 6,5 \text{ мм}$; $m_s = 43,31 \text{ кг/м}$.

Виконуємо перевірки на міцність балки 1-го класу, що згинається в одній з головних площин (формули 2.5, 2.6):

у перерізах з $M = M_{\max}$ і $Q = 0$;

$$\frac{M_{\max}}{W_{n,\min} \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{121,20 \cdot 10^2}{662,20 \cdot 320 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 0,57 < 1;$$

у перерізах з $Q = Q_{\max}$ і $M = 0$.

$$\frac{Q_{\max} \cdot S_x}{I_x \cdot t_w \cdot R_s \cdot \gamma_c} = \frac{53,87 \cdot 373}{11550 \cdot 1,0 \cdot 185,6 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 0,09 < 1.$$

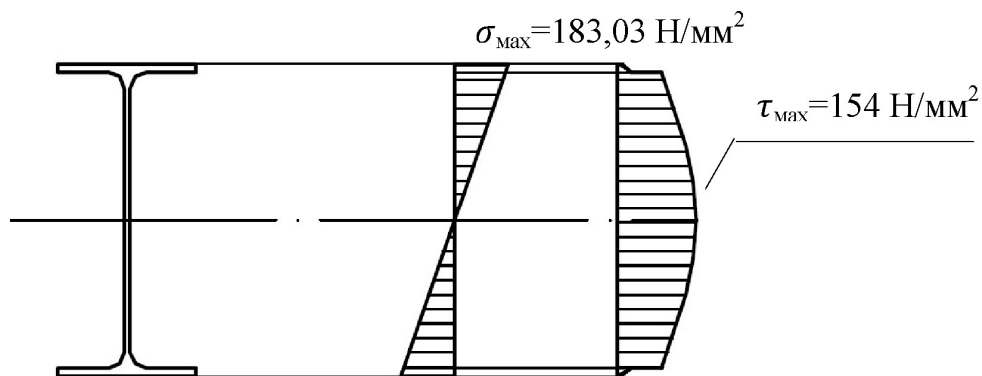


Рисунок 2.6 – Епюри напружень у балці Б4

Розрахунок за першим граничним станом має гарантувати ненастання загальної втрати стійкості. Фізично процес втрати загальної стійкості можна

увияти так. На початку прикладання навантаження балка згинається у вертикальній площині, але коли напруження в балці досягають критичних значень, вона виходить з площини згину та закручується. У поясах балки з'являються пластичні деформації, і за навантаження, що перевищує критичне, вона втрачає загальну стійкість.

Загальну стійкість балки вважаємо забезпеченою, оскільки значення умовної гнучкості стиснутого поясу балки $\lambda_b = l_{ef}/b \sqrt{R_y/E}$ не перевищує її граничних значень λ_{ub} , що визначаються для балок симетричного двотаврового перерізу:

$$\lambda_b = l_{ef}/b \sqrt{R_y/E} = 225/15,5 \sqrt{320 \cdot 10^{-1} / 2,06 \cdot 10^5 \cdot 10} = 0,06 \quad (2.8)$$

де l_{ef} – умовна довжина;

b – ширина полиці двотавра;

R_y – розрахунковий опір поясу.

$$0,06 < \lambda_{ub} = 0,35 + 0,0032b/t + (0,76 - 0,02b/t)b/h,$$

$$0,06 < \lambda_{ub} = 0,35 + 0,0032 \cdot 15,5/1 + (0,76 - 0,02 \cdot 15,5/1)15,5/34,9 = 0,6.$$

Отже, загальна стійкість балки забезпечена. Місцева стійкість елементів прокатних балок не перевіряється, оскільки вона забезпечена співвідношенням їх розмірів. Перевірка деформативності (жорсткості) балок належить до другої групи граничних станів; максимальний прогин балок f_{max} не повинен перевищувати граничних значень f_u .

Для балки Б4

$$f_{max} = \frac{1}{10} \cdot \frac{M_{max} \cdot l^2}{E \cdot I_x} = \frac{1 \cdot 121,20 \cdot 10^{-2} \cdot 900^2}{10 \cdot 2,06 \cdot 10^4 \cdot 11550} = 4,13 \text{ см};$$

$$4,13 \text{ см} < f_u = \frac{l}{208} = 4,33 \text{ см}$$

жорсткість забезпечена.

РОЗДІЛ 3
Основи та фундаменти

3.1 Вихідні дані

Інженерно-геологічні умови майданчика будівництва представлено в таблиці 3.1. Нормативна глибина сезонного промерзання цього району для ґрунтів становить 0,9–1,1 м.

Таблиця 3.1 – Ґрунтові умови та характеристики ґрунтів

Найменування ґрунту	Потужність шару, м	γ , г/см ³	e	c , кг/см ²	ϕ , град
1. Насипний ґрунт	2,3	–	–	–	–
2. Пісок середньої крупності, середньої щільності, малого ступеня водонасичення, жовто-коричневий	0,9	1,77	0,57	0,011	32
3. Гравійний ґрунт з піщаним заповнювачем жовто-коричневий, водонасичений	2,9	1,98	0,62	0	37
4. Галечниковий ґрунт з піщаним заповнювачем жовто-коричневий, водонасичений	9,4	2,10	0,62	0	39

Підземні води на майданчику до розвіданої глибини 15 м розкрито на глибині 3,1 м. Інженерно-геологічну колонку представлено на рисунку 3.1.

3.2 Проектування пальового фундаменту із забивних паль

Вибір висоти ростверку та довжини паль. Ростверк: відмітка обрізу – 0,44 м; відмітка підошви – 1,19 м; спряження паль з ростверком – жорстке. Палі: переріз паль 300×300 мм; відмітка голів паль – 0,84 м; відмітка нижніх кінців – 3,84 м; довжина паль $l = 3,0$ м.

Приймаємо забивні палі-стійки С30.30 за ДСТУ Б В.2.6-65:2008 «Конструкції будинків і споруд. Палі залізобетонні». Як несучий шар обираємо гравійний ґрунт з піщаним заповнювачем.

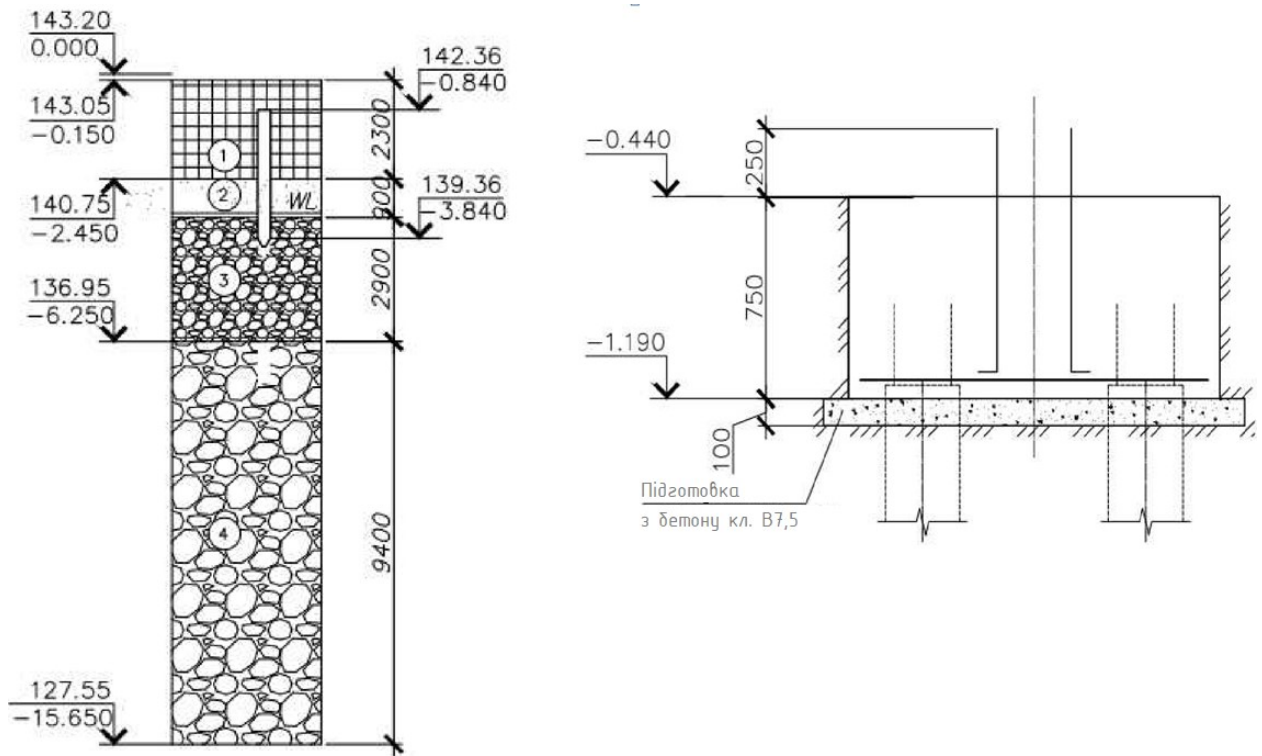


Рисунок 3.1 – Схема до визначення висоти ростверку та довжини забивних палей

Визначення несучої здатності палі

За характером роботи в ґрунті розраховуємо палю як палю-стійку. Несучу здатність палі визначаємо за формулою:

$$F_d = \gamma_{CR} \times R \times A, \quad (3.1)$$

де γ_{CR} – коефіцієнт умов роботи палі в ґрунті, прийнятий рівним 1,0;

R – розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі, кПа;

A – площа поперечного перерізу палі, м².

$$F_d = (1 \times 20000 \times 0,09) = 1800 \text{ кН.}$$

Допустиме навантаження на палю становить:

$$\frac{F_d}{\gamma_k} = \frac{1800}{1,4} = 1285,7 \text{ кН} \quad (3.2)$$

де γ_k – коефіцієнт надійності за ґрунтом (приймається рівним 1,4). Виходячи з досвіду проектування $\frac{F_d}{\gamma_k} = 600$ кН, приймаємо допустиме навантаження на палю 600 кН.

Визначення кількості палей у ростверку. Кількість палей визначаємо за формулою:

$$n = \frac{N_I}{\frac{F_d}{\gamma_k} - 0,9 \cdot d_p \cdot \gamma_{cp}} = \frac{594,4}{600 - 0,9 \cdot 0,75 \cdot 20} = 1,01 \quad (3.3)$$

де N_I – сума вертикальних навантажень на обрізі ростверку, кН;

$0,9 \cdot d_p \cdot \gamma_{cp}$ – навантаження, що припадає на одну палю від ростверку, кН (d_p – глибина закладення ростверку, м;

γ_{cp} – усереднена питома вага ростверку та ґрунту на його обрізах, прийнята 20 кН/м³). Приймаємо 3 палі в кущі.

Розстановку палей здійснюємо так, щоб відстань між осями палей становила $3d = 3 \times 300 = 900$ мм. Зважаючи на звиси за зовнішні грані палей, що дорівнюють 150 мм, розміри ростверку в плані становлять 1500×1500 мм (рисунок 3.2).

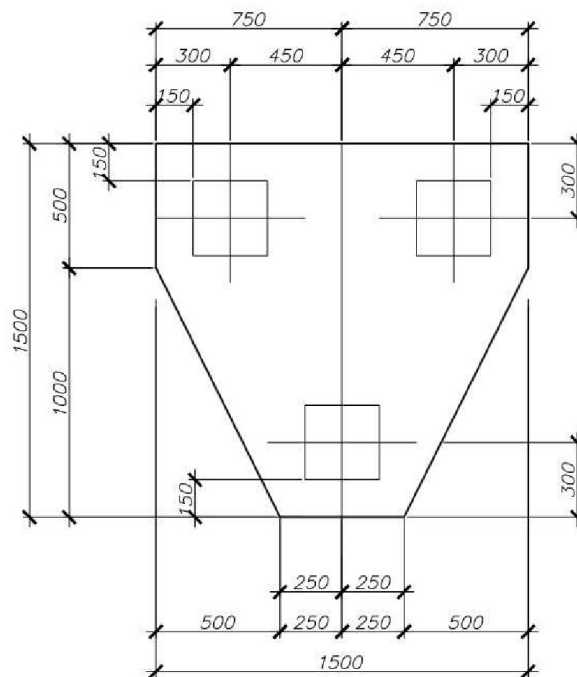


Рисунок 3.2 – Схема розташування палей

Навантаження, зведені до підшви ростверку: $Q' = 1,3$ кН,
де N' , M' , Q' - навантаження, приведені до підшви ростверку,
 N_p - навантаження від ростверку визначаємо за формулою:

$$N_p = 1,1 \cdot V_p \cdot \gamma_B = 1,1 \cdot 1,31 \cdot 25 = 36,03 \text{ кН} \quad (3.4)$$

де 1,1 – коефіцієнт надійності за навантаженням;

V_p – об'єм ростверку;

γ_B – питома вага залізобетону, прийнята 25 кН/м³.

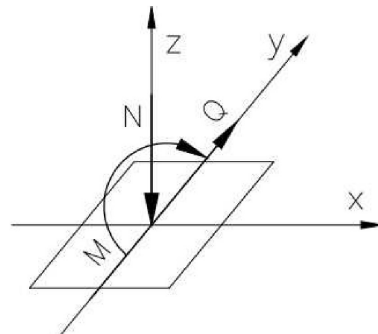


Рисунок 3.3 – Схема навантажень на ростверк

Визначення навантажень на кожен палю

Основним критерієм проектування палювих фундаментів є умова:

$$N_{CB} \leq \frac{\gamma_0 \cdot F_d}{\gamma_n \cdot \gamma_k} = 1286 \quad (3.5)$$

де γ_0 – коефіцієнт умов роботи, що враховує підвищення однорідності ґрунтових умов при застосуванні палювих фундаментів (при кушовому розташуванні палю приймається рівним 1,15);

γ_n – коефіцієнт надійності за призначенням (відповідальністю) будівлі (для будівель II рівня відповідальності приймається рівним 1,15).

Навантаження на палю $N_{\text{пал}}$ при дії моментів в одному напрямку:

$$N_{CB} = \frac{N}{n} + \frac{M_x \cdot y}{\sum (y_i^2)}, \quad (3.6)$$

де y – відстань від осі пальового куща до осі палі, в якій визначається зусилля, м;

y_i – відстань від осі куща до осі кожної палі, м.

$N_{CB}^{кр}$ – навантаження на палю крайнього ряду

$$N_{CB}^1 = \frac{630,43}{3} - \frac{24,6 \cdot 0,45}{0,45^2 \cdot 1} = 155,47 \text{ кН};$$

$$N_{CB}^2 = \frac{630,43}{3} + \frac{24,6 \cdot 0,45}{0,45^2 \cdot 1} = 264,81 \text{ кН};$$

$$N_{CB}^3 = \frac{623,22}{3} = 210,14 \text{ кН},$$

Умова (3.5) виконується для всіх палей.

Конструювання ростверку

Параметри ростверку представлено на рисунку 3.4.

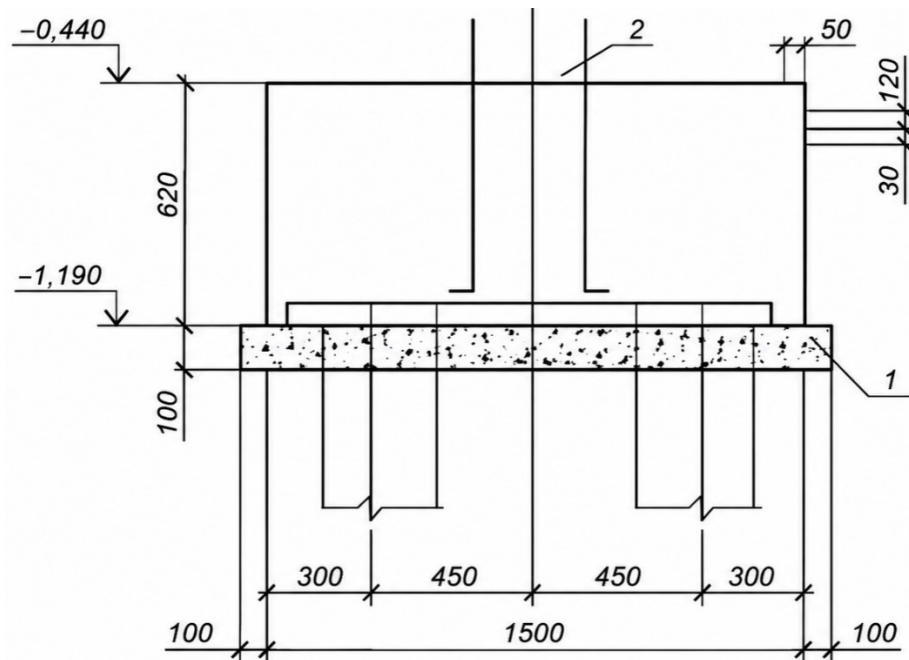


Рисунок 3.4 – Конструктивне рішення ростверку монолітного: 1 – сітка арматурна С1; 2 – болти анкерні

Виконаємо розрахунки конструкції ростверку: на продавлення колоною; на згин плитної частини.

Розрахунок на продавлювання ростверку колоною

Схему продавлювання зображено на рисунку 3.5. Піраміда продавлювання утворюється площинами, проведеними від кінця колони під кутом 45° до центра робочої арматури плити (на 70 мм вище від підосви ростверку); оскільки в її межах опиняються палі, площини проводяться до граней палей. Перевірка здійснюється за формулою:

$$F \leq \frac{2R_{bt}h_{op}}{\alpha} \left[\frac{h_{op}}{c_1} (b_c + c_2) + \frac{h_{op}}{c_2} (l_c + c_1) \right], \quad (3.7)$$

де F – розрахункова продавлювальна сила, кН, що дорівнює подвоєній сумі навантажень на палі, розташовані з одного більш навантаженого боку від осі колони ($F = 2(N_{св2} + N_{св2})$);

R_{bt} – розрахунковий опір бетону розтягу, кПа, для бетону класу В15 – 750 кПа;

h_{op} – робоча висота перерізу ростверку, м, $h_{op} = 0,68$ м;

α – коефіцієнт, що враховує часткову передачу поздовжньої сили N :

$$\alpha = 1 - \frac{0,4 \cdot R_{bt} \cdot A_c}{N_k}, \quad (3.8)$$

де A_c – площа бічної поверхні колони в межах її закладення у стакан; оскільки ростверк розраховується під металеву колону, $A_c = 0$.

$$F = 2(264,81 + 210,14) = 949,9 \text{ кН.}$$

$$\alpha = 1.$$

$$949,9 < \frac{2 \cdot 750 \cdot 0,68}{1} \left[\frac{0,68}{0,15} (0,3 + 0,2) + \frac{0,68}{0,2} (0,3 + 0,15) \right] = 3876 \text{ кН.}$$

Умова (3.7) задовольняється, отже, прийнята висота ростверку достатня. Виконуємо розрахунок ростверку на згин (рисунк 3.6). Моменти в перерізах визначаємо за формулами (3.9) і (3.10):

$$M_{xi} = N_{сви} \times x_i, \quad (3.9)$$

$$M_{yi} = N_{сви} \times y_i, \quad (3.10)$$

де $N_{сви}$ – розрахункове навантаження на палю, кН;

x_i, y_i – відстань від центра кожної палі в межах згинаної консолі до розглядуваного перерізу, м.

За величиною моменту та висотою перерізу h_{0p} розраховується необхідна площа робочої арматури в кожному перерізі. Результати розрахунку наведено в таблиці 3.2.

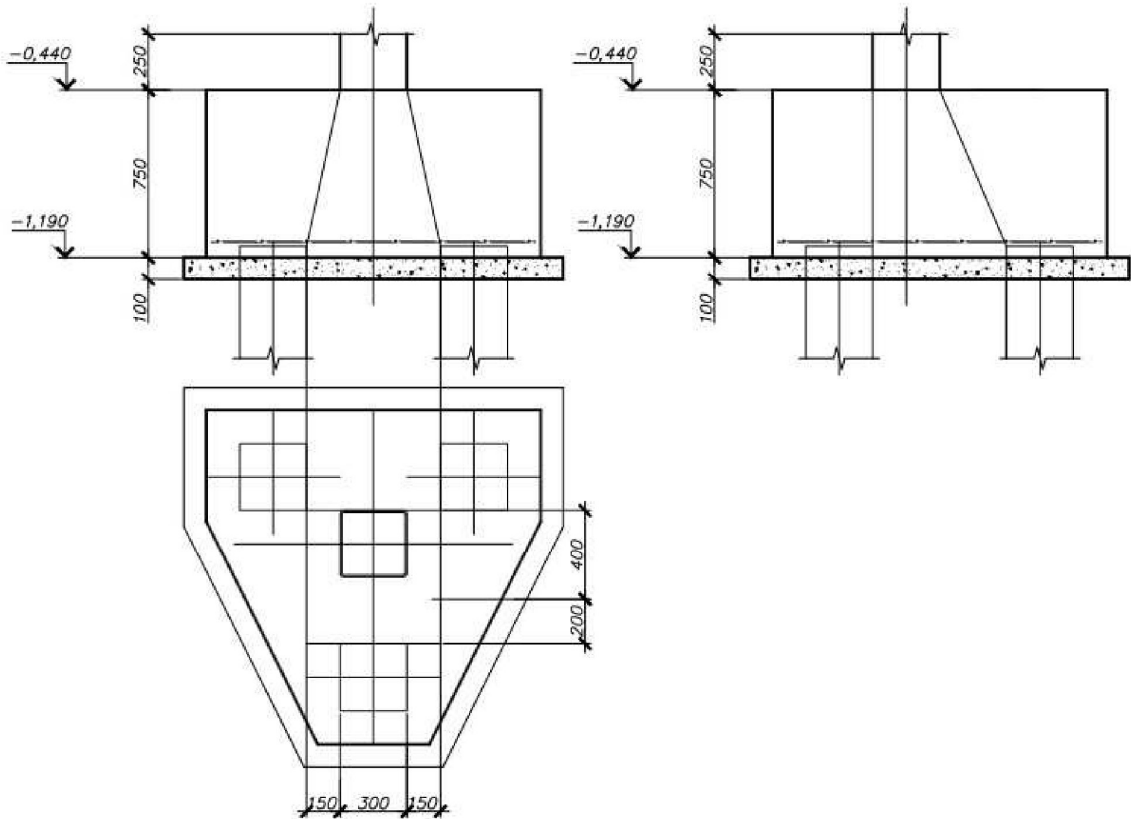


Рисунок 3.5 – Схема роботи ростверку на продавлювання колоною

Таблиця 3.2 – Розрахунок перерізу арматури

Переріз	М, кН·м	α_m	ξ	h_{oi}	$A_s, \text{см}^2$
1-1	63,04	0,011	0,995	0,68	2,60
1'-1'	63,04	0,011	0,995	0,68	2,60

Приймаємо арматуру сітки С-1 в одному напрямку $8\phi 10$ А-III з площею $A_s = 6,28 \text{ см}^2 > 2,60 \text{ см}^2$, в іншому напрямку – $8\phi 10$ А-III з площею $A_s = 6,28 \text{ см}^2 > 2,60 \text{ см}^2$. Армуння ростверку наведено на рисунку 3.7, схему сітки С-

1 – на рисунку 3.8. Специфікацію арматури наведено в таблиці 3.3, відомість витрати сталі – в таблиці 3.4.

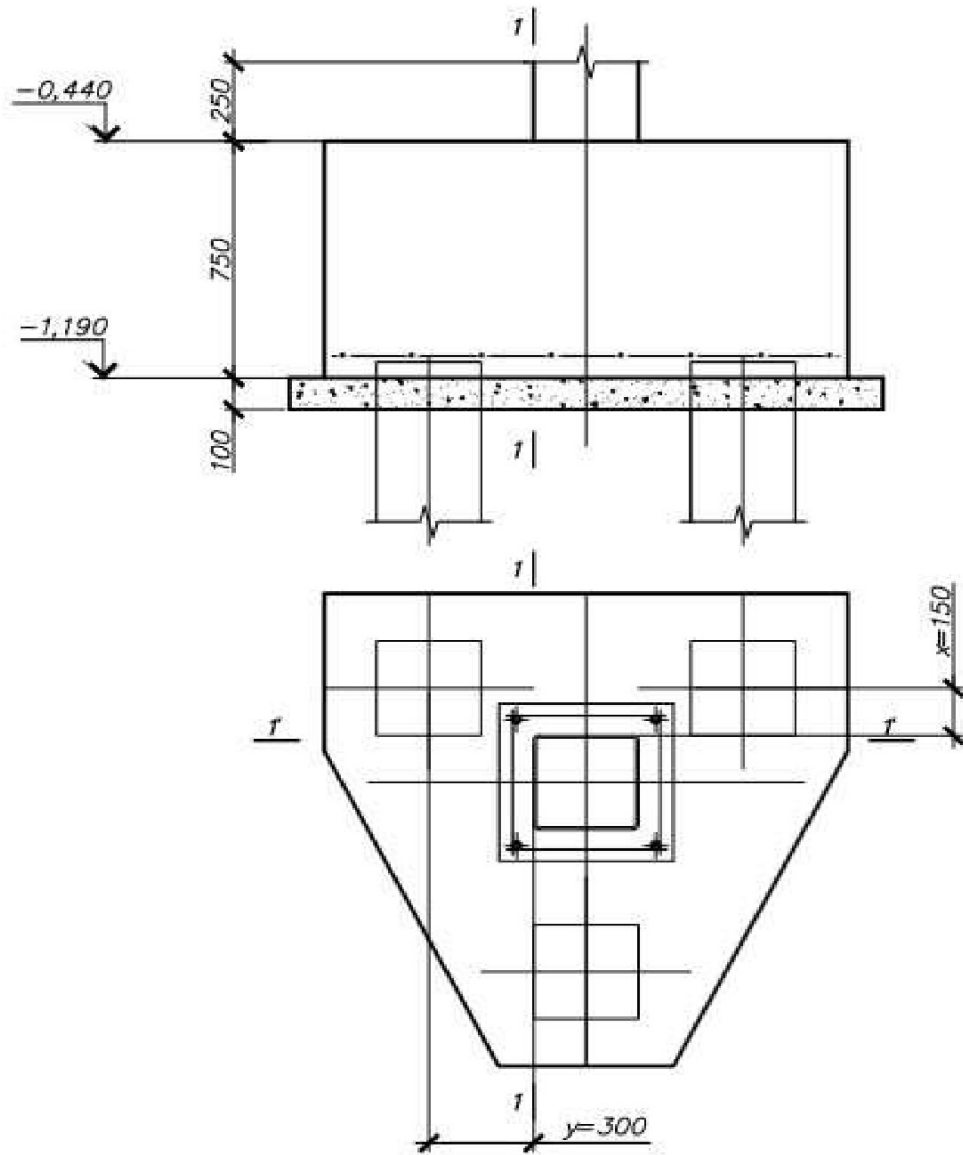


Рисунок 3.6 – Схема до розрахунку ростверку на згин

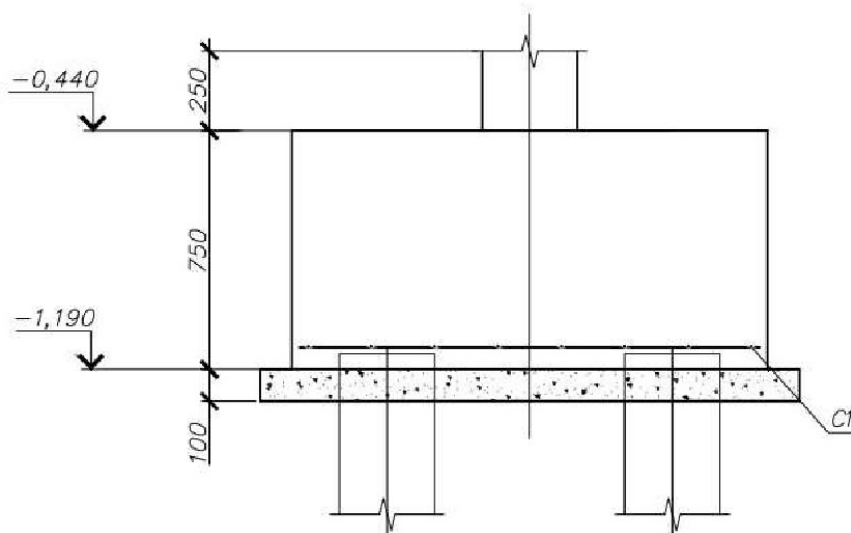


Рисунок 3.7 – Схема армування ростверку

C1

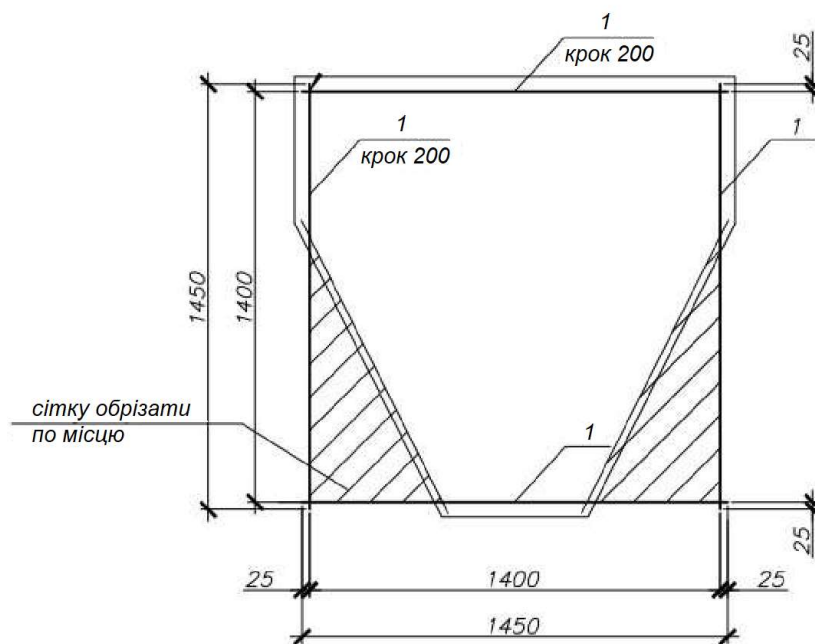


Рисунок 3.8 – Схема арматурних сіток

Таблиця 3.3 – Специфікація елементів

Позиція	Позначення	Найменування	К-сть	Маса, кг
1	Палі залізобетонні			
	ДСТУ Б В.2.6-65:2008	С30.30	3	700
2	Ростверк монолітний			

Позиція	Позначення	Найменування	К-сть	Маса, кг
	ДСТУ Б В.2.6-65:2008	С-1	1	14,4
	Деталі			
	ДСТУ 3760:2019	ø10 А-III, L = 1450	16	0,9
	Матеріали	Бетон В15	м ³	1,23

Таблиця 3.4 – Відомість витрати сталі

Марка елемента	ø10 (А-III), кг	Усього, кг	Загальна витрата, кг
С-1	14,4	14,4	14,4
Разом	14,4	14,4	14,4

Вибір пальозабивного обладнання

Визначимо мінімальну енергію удару, потрібну для забивання палі:

$$E_{d,min} = 1,75 \times a \times \frac{F_d}{\gamma_k} = 1,75 \times 25 \times 600 = 26,25 \text{кДж} \quad (3.11)$$

Попередньо обираємо трубчастий дизель-молот марки С-996 з такими технічними характеристиками:

маса ударної частини m_4 – 1,8 т;

енергія удару E_d – 45,4 кДж;

повна маса молота – 3,65 т.

Розрахунковий відмову палі визначимо за формулою:

$$S_a^{розр} = \frac{E_d \times \eta \times A}{F_d \times (F_d + \eta \times A)} \times \frac{m_1 + 0,2 \times (m_2 + m_3)}{m_1 + m_2 + m_3} \quad (3.12)$$

де η – коефіцієнт, прийнятий для залізобетонних паль рівним 1500 кН/м²;

A – площа поперечного перерізу палі, м²;

F_d – несуча здатність палі за прийнятим допустимим навантаженням $\frac{F_d}{\gamma_k}$,

кН;

m_1 – повна маса молота, т;

m_2 – маса палі, т;

m_3 – маса наголовника, прийнята рівною 0,2 т.

$$S_a^{розр} = \frac{45,4 \times 1500 \times 0,09}{840 \times (840 + 1500 \times 0,09)} \times \frac{3,65 + 0,2 \times (0,7 + 0,2)}{3,65 + 0,7 + 0,2} = 0,006 \text{ м.}$$

Оскільки $S_a = 0,006 \text{ м} > 0,002 \text{ м}$, молот обрано правильно. Палі занурювати трубчастим дизель-молотом С-996 до проєктної відмітки $-3,84 \text{ м}$ з відмовою згідно з розрахунком.

РОЗДІЛ 4
Організаційно-технологічний

4.1 Технологія будівельного виробництва

4.1.1 Сфера застосування

У кваліфікаційній роботі на підставі архітектурно-будівельної та розрахунково-конструктивної частин розроблено технологічну карту на влаштування металевого каркаса комплексу технічного обслуговування легкового автотранспорту в м. Харків. До складу робіт входять: монтаж колон; монтаж балок; монтаж прогонів; монтаж стояків, фахверків і в'язей; зварювання та антикорозійне покриття.

Роботи слід виконувати, керуючись вимогами таких нормативних документів:

- ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва»;
- ДСТУ Б В.2.6-200:2014 «Конструкції металеві будівельні. Вимоги до монтажу»;
- ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення».

4.1.2 Загальні положення

Вихідними матеріалами для розроблення проєкту виконання робіт слугують: технічне завдання на розроблення проєктно-технологічної документації; проєкт організації будівництва, затверджений у встановленому порядку; технічний висновок про ґрунти; генплан з наявними та проєктованими будівлями, спорудами, підземними й надземними мережами та комунікаціями; необхідна робоча документація, затверджена до виконання робіт; матеріали та результати технічного обстеження діючих підприємств, будівель і споруд при їх реконструкції; вимоги до виконання будівельних, монтажних і спеціальних будівельних робіт в умовах діючого виробництва.

Проєкт виконання робіт затверджується керівником генпідрядної будівельно-монтажної організації, а з виконання монтажних і спеціальних робіт – керівником відповідної субпідрядної організації за погодженням з генпідрядною організацією.

Під час розроблення проєктних рішень з організації будівельних і виробничих майданчиків, ділянок робіт необхідно виділяти небезпечні для людей зони. Зони дії небезпечних і шкідливих виробничих факторів, пов'язані з технологією та умовами виконання робіт при використанні вантажопідіймальних машин, визначаються згідно з ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві» у ПОБ.

Креслення проєктів організації будівництва та проєктів виконання робіт кранами рекомендується виконувати в масштабі 1:50–1:200, окремі деталі – в масштабі 1:10–1:20, будгенплан – у масштабі 1:500. При будівництві об'єктів у стиснених умовах міської забудови рекомендується застосовувати вантажопідіймальні крани, що відпрацювали не більше ніж 80 % нормативного строку служби, обладнані сучасними приладами та пристроями безпеки. Перед початком експлуатації вантажопідіймальних машин необхідно позначити небезпечні зони роботи. На межах небезпечних зон встановлюються сигнальні огороження та знаки безпеки.

4.1.3 Технологія та організація виконання робіт

Підготовчі роботи

Підставою для початку робіт з монтажу металоконструкцій будівель слугує Акт технічної готовності нульового циклу (фундаментів) до монтажу. До акту приймання додають виконавчі геодезичні схеми з нанесенням положення опорних поверхонь у плані та по висоті.

До початку монтажу колон генеральним підрядником повинні бути повністю закінчені та прийняті замовником такі роботи: улаштування фундаментів під монтаж колон; зворотне засипання пазух траншей і ям; планування ґрунту в межах нульового циклу; улаштування тимчасових під'їзних доріг для автотранспорту; підготовка майданчиків для складування конструкцій і роботи крана; організація робочої зони будівельного майданчика.

До початку монтажу каркаса будівлі необхідно виконати такі підготовчі роботи: огороження будівельного майданчика, облаштування майданчиків під складування конструкцій і матеріалів, підготовку майданчиків для роботи машин, установлення побутових і підсобних приміщень; підведення та влаштування внутрішньомайданчикових інженерних мереж; монтаж зовнішнього та внутрішнього освітлення; влаштування тимчасових і постійних доріг, під'їзних шляхів; детальну геодезичну розбивку з винесенням головних осей; доставку збірних конструкцій на будівельний майданчик; підготовку конструкцій і з'єднувальних деталей, що пройшли вхідний контроль; нанесення рисок установочних і поздовжніх осей; доставку до зони монтажу необхідних монтажних пристроїв, оснащення та інструментів; підготовку знаків для огороження небезпечної зони.

Розбивку основних осей будівлі виконують з винесення в натуру двох крайніх точок, що визначають положення найдовшої поздовжньої осі будівлі. На розбивочному кресленні зазначають усі відстані між осями та прив'язку конструкцій. Осі будівлі на обноску переносять за допомогою теодоліта. На випадок пошкодження обноски головні осі закріплюють на місцевості. Для вертикальної розбивки поблизу будівлі влаштовують робочий репер, відмітку якого визначають від найближчих реперів державної нівелірної мережі.

Металоконструкції доставляються безпосередньо до об'єкта робіт у розібраному вигляді, далі сортуються та розкладаються в порядку, зручному для монтажу будівлі. Під час вантажно-розвантажувальних робіт, транспортування та зберігання металеві конструкції необхідно оберігати від механічних пошкоджень, для чого їх слід укладати в стійкому положенні на дерев'яні підкладки та закріплювати за допомогою інвентарних кріплень. Деформовані конструкції слід виправити способом холодного або гарячого правлення. Забороняється скидати конструкції з транспортних засобів або волочити їх по будь-якій поверхні.

На центральному складі підрядника конструкції зберігаються на відкритих спланованих майданчиках з покриттям зі щебеню або піску ($h =$

5...10 см) у штабелях з прокладками. Прокладки між конструкціями укладаються одна над одною строго по вертикалі. Перетин прокладок і підкладок зазвичай квадратний, зі сторонами не менше ніж 25 см. Зони складування розділяють наскрізними проходами завширшки не менше ніж 1,0 м через кожні два штабелі в поздовжньому напрямку та через 25,0 м у поперечному.

До встановлення в проєктне положення збірні конструкції повинні бути відповідно підготовлені. Передусім необхідно перевірити стан конструкцій: наявність марок та осьових рисок, відповідність геометричних розмірів робочим кресленням. Особливу увагу звертають на стики. До початку монтажу необхідно пофарбувати всі металоконструкції згідно з технологічною картою.

Доцільність монтажу конструкцій будівлі тим чи іншим краном встановлюють згідно з технологічною схемою монтажу з урахуванням забезпечення підйому максимально можливої кількості монтованих конструкцій з однієї стоянки за мінімальної кількості перестановок крана. Монтовані конструкції характеризуються монтажною масою, монтажною висотою та необхідним вильотом стріли.

Основні роботи

Монтаж металевих конструкцій здійснювати відповідно до вимог ДБН В.2.6-200:2014, робочого проєкту та інструкцій заводів-виробників. Заміна передбачених проєктом конструкцій і матеріалів допускається лише за погодженням з проєктною організацією та замовником. Під час виконання робіт на межах небезпечної зони встановити попереджувальні знаки.

Комплексний процес монтажу металевих конструкцій складається з таких процесів і операцій: геодезична розбивка місцеположення колон на фундаментах; встановлення, вивіряння та закріплення готових колон на фундаментах; підготовка місць балок перекриття; встановлення, вивіряння та закріплення балок перекриття на опорних поверхнях.

Основні операції при монтажі колон: стропування, підйом, наведення на опори, вивіряння та закріплення. Стропують колони за верхній кінець або на рівні спирання підкранових балок. Колони захоплюють стропами або напівавтоматичними захватними пристроями. Після перевірки надійності стропування колону встановлює ланка з 4 робітників. На висоті 30–40 см над верхнім обрізом фундаменту монтажники спрямовують колону на анкерні болти, а машиніст плавно опускає її.

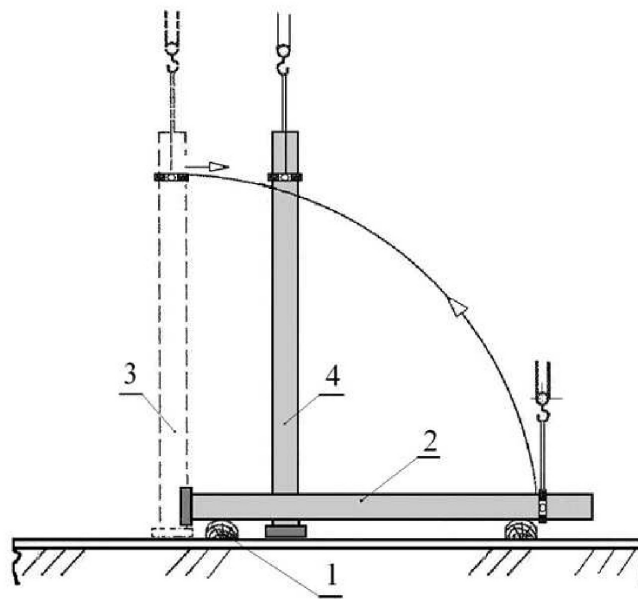


Рисунок 4.1 – Схема монтажу колони

Наведення колони в проєктне положення виконувати з мінімальною швидкістю. Положення колони вивірити відносно розбивочних осей, перевірити її вертикальність і висотну відмітку. Тимчасове закріплення встановленої колони виконати за допомогою монтажного оснащення (підкосів, в'язей, кондукторів тощо). Постійне закріплення колон, балок і прогонів виконати зварюванням згідно з проєктом. Стропи можуть бути зняті з колони, балки, прогону після їх тимчасового закріплення.

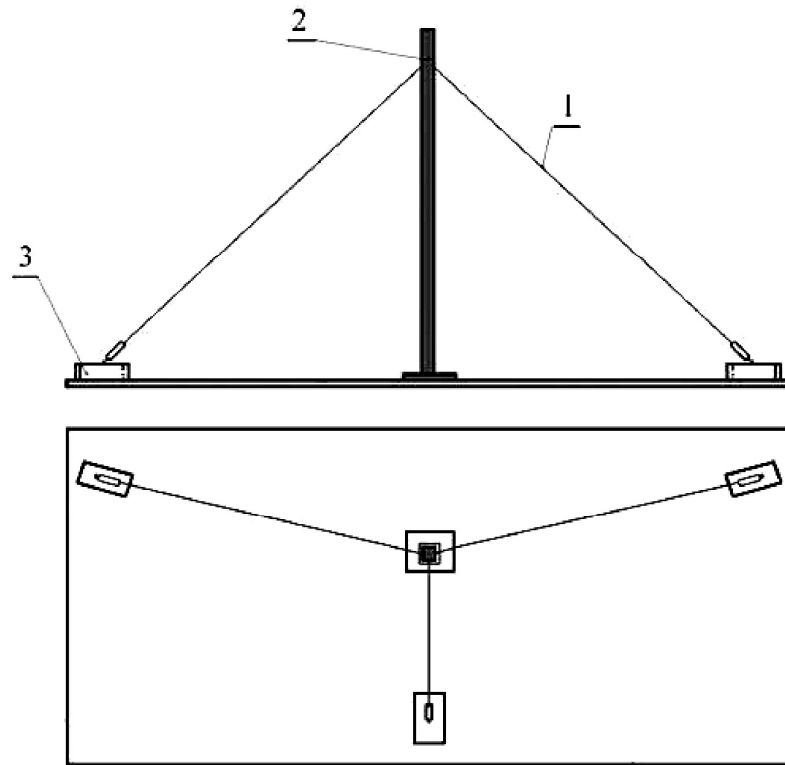


Рисунок 4.2 – Тимчасове кріплення колони

Першими монтують пару колон, між якими розташовано вертикальні в'язі, закріплюють їх фундаментними болтами. Геодезичний контроль правильності встановлення колон по вертикалі здійснюють за допомогою двох теодолітів у взаємно-перпендикулярних площинах.

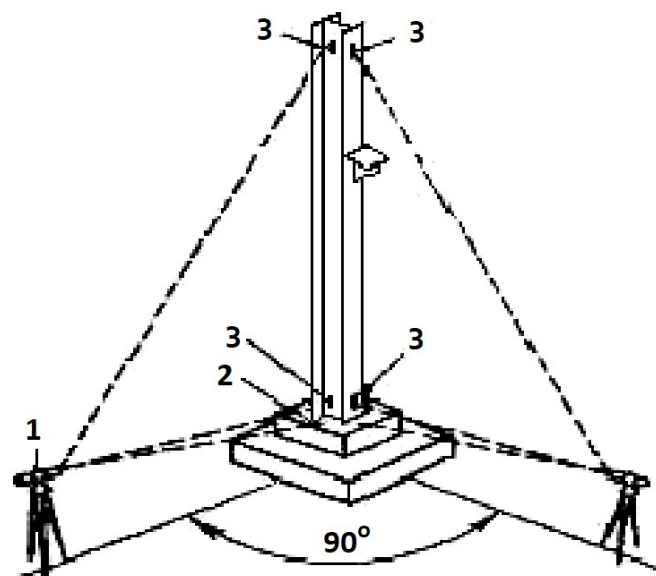


Рисунок 4.3 – Контроль установлення колони по вертикалі: 1 – теодоліт; 2 – розбивочні осі на фундаменті; 3 – розбивочні осі на колоні

Підготовка балок покриття до монтажу складається з операцій: очищення від іржі та бруду отворів опорних майданчиків; прикріплення планок для спирання покрівельних панелей; прикріплення по кінцях балок двох відтяжок з пенькового канату для утримання балок від розгойдування під час підйому. Для стропування балок покриття застосовують траверси з напівавтоматичними захватами. Після підйому в зону встановлення балку розвертають за допомогою розчалок поперек прольоту.

Після монтажу балок монтують горизонтальні в'язі, прогони та фахверкові конструкції. Прогони необхідно ставити повністю або частково одразу після монтажу балок покриття. Стойки фахверка спочатку тимчасово закріплюються анкерними болтами, потім після вивіряння вертикальності кріпляться до колон.

Зварювальні роботи виконують після перевірки правильності монтажу конструкцій. Зварювання виконується ручне дугове, покритими електродами типу Е-50А. Слід зачищати місця зварювання: кромки зварюваних деталей у місцях розташування швів і прилеглі до них поверхні завширшки не менше ніж 20 мм. Зварювання виконувати за стійкого режиму: відхилення від заданих значень зварювального струму та напруги на дузі не повинні перевищувати 5–7 %. Зварювальні роботи виконувати за температури зовнішнього повітря не нижче ніж -20 °С. Біля шва зварного з'єднання на відстані 40 мм від межі шва має бути проставлено номер клейма зварника.

4.1.4 Вимоги до якості та приймання робіт

Контроль та оцінку якості робіт при монтажі конструкцій виконують відповідно до вимог нормативних документів:

– ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва»;

– ДБН В.2.6-200:2014 «Конструкції металеві будівельні. Вимоги до монтажу»;

– ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 «Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Виконання вимірювань, розрахунків та контроль точності геометричних параметрів. Настанова».

З метою забезпечення необхідної якості монтажу конструкцій монтажно-складальні роботи піддають контролю на всіх стадіях їх виконання. Виробничий контроль поділяється на вхідний, операційний (технологічний), інспекційний і приймальний. Металеві конструкції, що надходять на об'єкт, повинні відповідати вимогам відповідних стандартів, технічних умов на їх виготовлення та робочих креслень.

Вхідний контроль проводиться з метою виявлення відхилень від цих вимог. Кожен виріб повинен мати маркування, виконане незмивною фарбою. Усі конструкції, з'єднувальні деталі та засоби кріплення повинні мати супровідний документ (паспорт). Результати вхідного контролю оформлюються Актом і заносяться до Журналу обліку вхідного контролю матеріалів і конструкцій.

У процесі монтажу необхідно проводити операційний контроль якості робіт відповідно до Схеми операційного контролю якості монтажу конструкцій. Результати операційного контролю реєструють у Журналі робіт з монтажу будівельних конструкцій. По закінченні монтажу конструкцій виконується приймальний контроль виконаних робіт. Уся приймально-здавальна документація повинна відповідати вимогам ДБН А.3.1-5:2016.

Поопераційний контроль якості монтажних робіт наведено в таблиці 4.1.

На об'єкті будівництва вести Загальний журнал робіт, Журнал авторського нагляду, Журнал робіт з монтажу будівельних конструкцій, Журнал геодезичних робіт, Журнал зварювальних робіт, Журнал антикорозійного захисту зварних з'єднань.

Дефекти зварних швів, які необхідно враховувати при оцінюванні якості зварювальних робіт, наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.1 – Контроль якості монтажних робіт

Найменування операцій, що підлягають контролю	Предмет, склад і обсяг контролю, граничне відхилення	Способи контролю	Час контролю	Хто контролює
Монтаж колон	Зміщення осей колон відносно розбивочних осей ± 5 мм. Відхилення осей колон від вертикалі у верхньому перерізі – 10 мм. Кривина колони – 0,0013 відстані між точками закріплення.	Теодоліт, рулетка, нівелір	Під час монтажу	Виконроб
Відмітки опорних вузлів	Відхилення верху опорного вузла від проектного ≤ 20 мм.	Рівень, нівелір	Те саме	Те саме
Монтаж балок	Зміщення осей балок відносно розбивочних осей колон – ± 5 мм. Відхилення від суміщення осі балки з рисками на колоні – ± 8 мм.	Теодоліт, рулетка, нівелір	Те саме	Те саме

Таблиця 4.2 – Допустимі розміри дефектів зварних швів

Дефекти	Характеристика дефектів	Допустимі розміри
Газова порожнина	Максимальний розмір порожнини	Не більше 3 мм
Пори	Частка сумарної площі пор	Не більше 1–4 %
	Максимальний розмір пори	2 мм
Шлакові включення	Максимальний розмір	2 мм
Непровари	Відстань між непроварами	Не більше 2 мм
Зазор між зварюваними деталями	Максимальний розмір	2 мм
Підрізи	Глибина підрізу	Не більше 1,0 мм
Опуклість (стиківий шов)	Висота опуклості	5 мм
Опуклість (кутовий шов)	Висота опуклості	3 мм
Зменшення катета шва	Різниця в катетах (проект/факт)	Не більше 1 мм
Асиметрія кутового шва	Різниця в катетах кутового шва	Не більше 1,5 мм
Угнутість кореня шва, утяжка	Глибина утяжки	Не більше 0,5 мм

Зварні шви з виявленими дефектами підлягають виправленню ручною дуговою зваркою електродами того самого типу діаметром 3 або 4 мм. Виправлений зварний шов підлягає контролю ультразвуковою дефектоскопією.

4.1.5 Матеріально-технічні ресурси

Вибір монтажних кранів і вантажопідіймальних механізмів, розрахунок та підбір установок виробничого призначення. Підбираємо кран за найважчим елементом – колоною П300х8 - 0,45т.

Монтажна маса:

$$M_M = m_e + m_b = 0,45 + 0,14 = 0,59 \text{ т.} \quad (4.1)$$

де m_b – маса вантажозахватного пристрою (строп 4СК1-6.3/5000, $m = 0,14$ т);

m_e – маса найважчого елемента.

Висота підйому вантажного гака:

$$H_K = h_o + h_3 + h_e + h_{cm} = 7,77 + 0,5 + 7,5 + 2,2 = 17,97 \text{ м} \quad (4.2)$$

де h_o – висота будівлі; h_3 – запас по висоті (0,5 м);

h_e – висота елемента в монтажному положенні (7,5 м);

h_{ct} – висота стропування (2,2 м).

Мінімальна потрібна відстань від рівня стоянки крана до верху стріли:

$$H_c = H_K + h_n = 17,97 + 2 = 19,97 \text{ м,} \quad (4.3)$$

де h_n – висота поліспасти в стягнутому стані, $h_n = 2$ м.

Потрібний монтажний виліт гака та потрібну довжину стріли визначають за формулами (4.4) і (4.5).

$$L_K = \frac{(b + b_1 + b_2)(H_c - h_{ш})}{h_n + h_{ct}} + b_3 \quad (4.4)$$

$$L_{стр} = \sqrt{(L_K - b_3)^2 + (H_c - h_{ш})^2} \quad (4.5)$$

де b – мінімальний зазор між стрілою та монтованим елементом (приймається 0,5 м);

b_1 – відстань від центра ваги елемента до краю елемента, наближеного до стріли, м;

b_2 – половина товщини стріли на рівні верху монтованого елемента, м;
 b_3 – відстань від осі обертання крана до осі п'яти (шарніра) стріли, м;
 H_c – потрібна висота підйому верху стріли над рівнем стоянки крана, м;
 $h_{ш}$ – висота шарніра п'яти стріли над рівнем стоянки крана, м;
 $h_{п}$ – висота поліспасти в стягнутому стані, м;
 $h_{ст}$ – висота стропування, м.

Виходячи з монтажної маси найважчого елемента, висоти підйому та потрібного вильоту стріли обираємо самохідний кран КС-55729-1В-3 «Галичанин» і кран КС-5576Б та виконуємо порівняння кранів за техніко-економічними показниками.

Для крана КС-55729-1В-3 «Галичанин» тривалість перебування крана на об'єкті:

$$T_k = T_o + T_{тр} + T_m + T_{оп} + T_d = 29,0 + 0,5 = 29,5 \text{ змін}; \quad (4.6)$$

трудомісткість монтажних робіт:

$$Q = Q_{од} + Q_{маш} + Q_{рем} + Q_{монт} = 1,0 + 12,76 + 0,48 + 61,94 = 76,18 \text{ люд.-змін}; \quad (4.7)$$

Собівартість монтажу одиниці обсягу робіт визначається за формулою (4.8);

$$C = \frac{1,08(C_{маш-зм} \cdot T_k + C_{ед}) + 1,5 \cdot 3n}{V}, \quad (4.8)$$

де $C_{маш-зм}$ - вартість машино-зміни роботи крана ($C_{маш-зм} = 41,16$ у.г.о.);

$3n$ - сума заробітної плати машиністів;

$C_{ед}$ - вартість одночасних затрат ($C_{ед} = 73,1$ у.г.о.);

T_k - тривалість роботи крана на об'єкті, змін;

V - об'єм робіт.

$$C = \frac{1,08(41,16 \cdot 29,5 + 73,1) + 1,5 \cdot 49,65}{453,15} = 3,23 \text{ у.г.о.}$$

Зведені витрати на кран:

$$З_{пр.уд} = C + E_n \times K_{num} = 3,23 + 0,15 \times 10,21 = 4,76 \text{ у.г.о./шт}, \quad (4.9)$$

де E_n – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень ($E_n = 0,15$);

$K_{\text{пит}}$ – питомі капітальні вкладення (формула 4.10).

$$K_{\text{пит}} = C_{\text{інв}} / (T_{\text{рік}} \times T_{\text{зм}} \times \Pi_e). \quad (4.10)$$

Для крана КС-5576Б за тими самими формулами:

$$T_k = 33,2 \text{ зміни};$$

$$Q = 88,06 \text{ люд.-змін};$$

$$Z_{\text{пр.пит}} = 11,03 + 0,15 \times 11,44 = 12,75 \text{ у.г.о/шт.}$$

Таблиця 4.3 – Техніко-економічні показники вибору кранів

Показники	КС-55729-1В-3	КС-5576Б
Тривалість монтажних робіт, змін	29,5	33,2
Трудомісткість монтажу, люд.-змін	76,18	88,06
Собівартість монтажу, у.г.о.	3,23	11,03
Зведені витрати, у.г.о.	4,76	12,75

Виходячи з техніко-економічних показників, обираємо самохідний кран КС-55729-1В-3 «Галичанин» з такими характеристиками: максимальна вантажопідйомність 32 т, виліт стріли 37 м. За вильоту 22 м кран може підняти вагу 2 т, що задовольняє необхідні вимоги.

Поперечну прив'язку самохідних кранів визначають за формулою:

$$B = R_{\text{пов}} + l_{\text{без}} = 3,46 + 1 = 4,46 \text{ м}, \quad (4.11)$$

де $R_{\text{пов}}$ – радіус, описуваний хвостовою частиною поворотної платформи крана;

$l_{\text{без}}$ – мінімально допустима відстань від хвостової частини до найбільш виступної частини будівлі ($l_{\text{без}} > 1,0 \text{ м}$).

Потребу в основних ресурсах для монтажу сталевого каркаса наведено в таблиці 4.4.

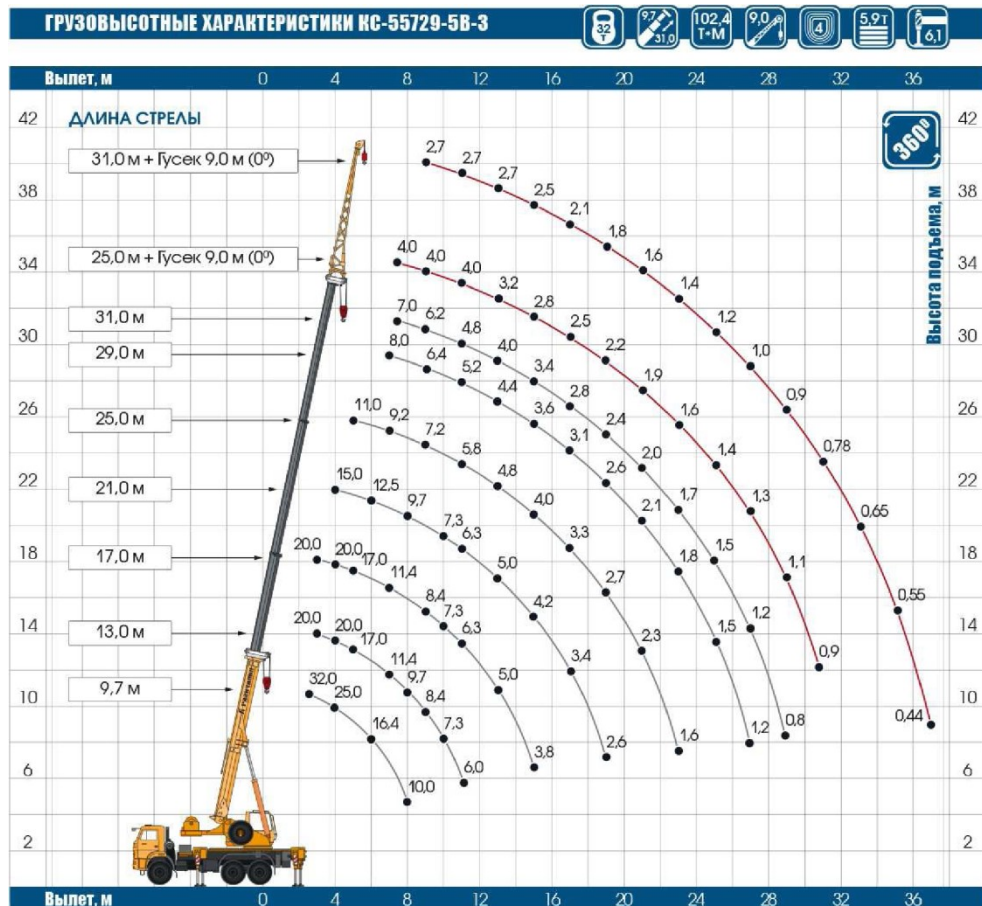


Рисунок 4.4 – Вантажовисотні характеристики самохідного крана КС-55729-1В-3

Таблиця 4.4 – Засоби механізації, інструмент і пристрої для монтажу сталевого каркаса

Найменування технологічного процесу	Найменування машини, тип, марка	Основна технічна характеристика	К-сть
Монтажні роботи	Кран монтажний КС-55729-1В-3	Q = 32 т; макс. грузовой момент 102,4 т·м; виліт стріли 37 м; висота підйому 34 м	1
	Комплект інструмента для монтажних робіт	Ломи, молотки, кувалди, зубило, напилек, рулетка, лінійка, рівень, кутник	2
	Стропи за ДСТУ Б В.2.8-10-98	Двогілковий і чотиригілковий	6
Підготовка поверхонь	Молоток пневматичний ИП-4119	Енергія удару 12,5 Дж	2
	Машина шліфувальна	Діаметр круга 200/125	2

Найменування технологічного процесу	Найменування машини, тип, марка	Основна технічна характеристика	К-сть
	УШМ-2100	мм	
	Кромкоріз електричний ІЕ-6502	Товщина кромки до 22 мм	1
Зварювальні роботи	Електрозварювальний апарат АС-500	Струм 500 А; потужність 30 кВт	2
Засоби підмоцнення	Драбини монтажні приставні ЛП-11	Висота підйому до 12 м	4

Норми витрати матеріалів при влаштуванні металокаркасу наведено в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Матеріали та вироби

Технологічний процес	Найменування матеріалів, марка, ДСТУ	Од. вим.	Норма	Потреба
Монтажні роботи	Конструкції сталеві пристроїв для монтажу, Е9-1.1	кг	4,88	346,48
Монтажні роботи	Болти з гайками і шайбами, ДСТУ ГОСТ 7798:2008	кг	4,4	312,40
Зварювальні роботи	Електроди Е-42А, УОНІ 13/45, ДСТУ EN ISO 18275:2019	кг	2,6	184,60
Зварювальні роботи	Кисень чистий 99 %, ДСТУ ГОСТ 5583:2009	м ³	2,5	177,50
Зварювальні роботи	Пропан-бутан	кг	0,8	56,80
Вантажно-розвантажувальні роботи	Дошки необрізні 40 мм	м ³	0,027	1,917
Вантажно-розвантажувальні роботи	Колоди будівельні хвойні, ДСТУ EN 336:2022	м ³	0,01	0,71
Монтажні роботи	Цвяхи будівельні	кг	0,26	18,46
Антикорозійна обробка	Ґрунтовка ГФ-021	кг	0,31	22,01

Обсяги робіт наведено в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Підрахунок обсягів робіт

№ з/п	Найменування видів робіт	Од. вим.	Обсяг
1	Металеві колони	шт.	27
2	Металеві балки	шт.	93
3	Металеві прогони	шт.	84
4	Металеві стояки	шт.	20
5	Металевий фахверк	шт.	16
6	Металеві в'язі	шт.	22
7	Зварювання деталей	10 м шва	50,4
8	Антикорозійне покриття	10 стиків	18,6
9	Розвантаження конструкцій	т	182,60

4.1.6 Техніка безпеки та охорона праці

Під час виконання монтажних робіт слід керуватися чинними нормативними документами:

- ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві»;
- Правила пожежної безпеки в Україні (наказ МВС України № 1417 від 30.12.2014, у чинній редакції);
- ДСТУ 9258:2023 «Настанова з організації виконання будівельних робіт»;
- ДСТУ Б В.2.8-43:2011 «Огородження інвентарні будівельних майданчиків та ділянок виконання будівельно-монтажних робіт».

Відповідальність за виконання заходів з техніки безпеки, охорони праці, промсанітарії, пожежної та екологічної безпеки покладається на керівників робіт, призначених наказом. Охорона праці робітників повинна забезпечуватися видачею необхідних засобів індивідуального захисту, виконанням заходів з колективного захисту, санітарно-побутовими приміщеннями. Усі особи, що перебувають на будівельному майданчику, зобов'язані носити захисні каски.

Монтажні роботи слід вести лише за наявності проєкту виконання робіт, технологічних карт або монтажних схем. Монтаж конструкцій повинні

проводити монтажники, які пройшли спеціальне навчання. Монтажникам, що виконують роботи на висоті, працювати при страховці монтажними поясами. Застосовувати електричні машини слід з дотриманням вимог ДСТУ EN 60034-1:2016 та ДСТУ EN 60204-1:2015.

Перед початком робіт машиніст вантажопідіймального крана повинен перевірити механізм крана, його гальма та кріплення, ходову частину, справність приладів і пристроїв безпеки, стрілу та її підвіску, стан канатів і вантажозахватних пристроїв. Працювати на несправному крані заборонено.

Під час виконання робіт з монтажу конструкцій необхідно дотримуватися правил: заборонено перебувати людям у межах небезпечної зони; заборонено стояти, проходити або працювати під піднятим вантажем; машиніст крана не повинен опускати вантаж одночасно з поворотом стріли. За швидкості вітру понад 8 м/с слід зупинити роботи з підвішеними конструкціями; якщо вітер сильніший за 10,7 м/с – зупинити всі роботи на висоті.

4.1.7 Калькуляція трудових витрат і машинного часу

Калькуляцію трудових витрат і машинного часу наведено на період влаштування металевго каркаса проектного об'єкта (таблиця 4.7).

Таблиця 4.7 – Калькуляція трудових витрат і машинного часу

№	Обґрунтування	Найменування робіт	Обсяг (од., к-сть)	Q, люд.-год	Q, маш.-год
1	E1-6	Розвантаження конструкцій	100 т – 1,83	42,09	21,05
2	E5-1-9	Монтаж колон	шт. – 27	94,50	18,9
3	E5-1-6	Монтаж в'язей	шт. – 22	6,6	2,2
4	E5-1-6	Монтаж балок	шт. – 93	120,9	39,99
5	E5-1-6	Монтаж стояків	шт. – 20	19,2	6,4
6	E4-1-6	Монтаж прогонів	шт. – 84	25,2	8,4
7	E5-1-6	Монтаж фахверка	шт. – 16	15,36	5,12
8	E22-1-1	Зварювання деталей	10 м шва – 50,4	151,2	–

№	Обґрунтування	Найменування робіт	Обсяг (од., к-сть)	Q, люд.-год	Q, маш.-год
9	E4-1-22	Антикорозійне покриття	10 стиків – 18,6	20,46	–
Разом				495,51	102,06

4.1.8 Техніко-економічні показники

Таблиця 4.8 – Техніко-економічні показники

№ з/п	Найменування показників	Од. вим.	Кількість
1	Обсяг робіт	т	182,60
2	Трудомісткість	люд.-змін	61,94
3	Виробіток на одного робітника за зміну	т	2,94
4	Тривалість робіт	дні	11
5	Максимальна кількість робітників	осіб	15

4.2 Організація будівельного виробництва

4.2.1 Сфера застосування будівельного генерального плану

Будівельний генеральний план для зведення комплексу технічного обслуговування легкового автотранспорту в м. Харків розроблено з метою вирішення питань раціонального використання будівельного майданчика, розташування адміністративно-побутових приміщень, тимчасових доріг, мереж водопроводу, каналізації, енергопостачання. Зону обслуговування крана визначено максимально необхідним вильотом стріли крана.

Висота огороження виробничих територій повинна бути не менше ніж 1,6 м, ділянок робіт – не менше ніж 1,2 м. Огородження, що прилягають до місць масового проходження людей, повинні мати висоту не менше ніж 2 м та обладнуватися суцільним захисним козирком. Ширина воріт на в'їздах має бути не менше ніж 4 м. На будівельному майданчику біля виїзду облаштовується місце очищення та миття коліс машин. Швидкість руху автотранспорту на строймайданчику не повинна перевищувати 10 км/год на прямих ділянках і 5 км/год на поворотах.

Первинні засоби пожежогасіння розміщуються відповідно до вимог Правил пожежної безпеки в Україні. Освітленість майданчиків повинна відповідати вимогам ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення». Проектуваннябудгенплану включає прив'язку вантажопідіймальних механізмів, проектування тимчасових проїздів і автодоріг, складського господарства, побутових містечок, тимчасових інженерних комунікацій.

4.2.2 Визначення зон дії монтажних кранів і вантажопідіймальних механізмів з урахуванням реальних умов будівництва

При розміщенні будівельного крана встановили небезпечну для людей зону, в межах якої можуть постійно діяти небезпечні виробничі фактори. Чинні нормативи передбачають монтажну зону, зону обслуговування краном, переміщення вантажу, небезпечну зону роботи крана, небезпечну зону доріг.

1. Монтажна зона: за висоти будівлі 7,77 м монтажну зону приймаємо рівною відстані від стіни будівлі, що дорівнює $l_{\text{без}} + l_{\text{макс.ел}}$ (за висоти будівлі до 10 м приймаємо $l_{\text{без}} = 3,5$ м; $l_{\text{макс.ел}} = 7,5$ м – колона): $3,5 + 7,5 = 11,0$ м.

2. Зона обслуговування крана:

$$R_{\text{макс}} = l_{\text{к}} = 22 \text{ м.} \quad (4.12)$$

3. Зона переміщення вантажу:

$$R_{\text{п.в.}} = R_{\text{макс}} + 0,5 \times l_{\text{макс.ел.}} = 22 + 0,5 \times 7,5 = 25,75 \text{ м.} \quad (4.13)$$

де $R_{\text{макс}}$ – максимальний виліт гака крана;

$l_{\text{макс.ел}}$ – довжина найбільшого переміщуваного вантажу.

4. Небезпечна зона роботи крана:

$$R_{\text{нз}} = R_{\text{макс}} + 0,5 B_{\text{гр}} + l_{\text{макс.ел}} + X = 22 + 0,5 \times 0,15 + 7,5 + 4 = 33,58 \text{ м.} \quad (4.14)$$

де X – максимальна відстань відльоту вантажу;

$B_{\text{гр}}$ – найменший габарит переміщуваного вантажу.

4.2.3 Проектування тимчасових проїздів і автодоріг

Для внутрішньобудівельних перевезень користуються переважно автомобільним транспортом. Тимчасові дороги – найдорожча частина

тимчасових споруд, їх вартість становить 1–2% від повної кошторисної вартості будівництва. Побудовочні дороги передбачено кільцевими. Ширина проїзної частини однополосних доріг – 3,5 м. На ділянках з одностороннім рухом у зоні вивантаження ширина дороги збільшується до 9,65 м (3,5 м + ширина крана 6,15 м), довжина ділянки розширення 12 м. Радіуси заокруглення доріг прийнято 12 м.

4.2.4 Проектування складського господарства та виробничих майстерень

Необхідний запас матеріалів на складі визначаємо за формулою:

$$P = \frac{P_{\text{заг}}}{T} \times T_n \times K_1 \times K_2, (4.15)$$

де $P_{\text{заг}}$ – кількість матеріалів, потрібних для виконання плану на розрахунковий період;

T – тривалість розрахункового періоду, дн.;

T_n – норма запасу матеріалу, дн.;

K_1 – коефіцієнт нерівномірності надходження;

K_2 – коефіцієнт нерівномірності споживання.

Корисна площа складу:

$$F = \frac{P}{V}, (4.16)$$

де V – кількість матеріалу на 1 м².

Загальна площа складу:

$$S = \frac{F}{\beta}, (4.17)$$

де β – коефіцієнт використання складу (для відкритих і закритих складів $\beta = 0,7$).

Результати розрахунку наведено в таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 – Результати розрахунку приоб'єктних складів

Найменування матеріалів	Од. вим.	Рзаг	Тн	q	Рскл	Стр
Сталеві конструкції: колони, балки, в'язі (відкр.)	т	182,60	14	2,3	13,39	30,80
Двері та вікна (закр.)	м ²	150,58	14	2,3	11,04	25,40
Сендвіч-панелі (відкр.)	м ²	745,92	14	2,5	54,70	136,75

Загалом для об'єкта будівництва площею $S = 1134,59$ м² потрібно: відкритих складів – 167,55 м²; закритих складів – 25,40 м². Загальна площа складу – 192,95 м².

4.2.5 Розрахунок автомобільного транспорту

Необхідну кількість одиниць автотранспорту на добу визначаємо за формулою:

$$N_i = \frac{Q_i \cdot t_{\text{ц}}}{T_i \cdot q_{\text{тр}} \cdot T_{\text{зм}} \cdot K_{\text{зм}}}, \quad (4.18)$$

де Q_i – загальна кількість вантажу за розрахунковий період, т;

$t_{\text{ц}}$ – тривалість циклу роботи транспортної одиниці, год;

T – тривалість споживання вантажу, дн.;

$q_{\text{тр}}$ – корисна вантажопідйомність транспорту, т;

$T_{\text{зм}} = 7,5$ год – змінна тривалість роботи;

$K_{\text{зм}}$ – коефіцієнт змінності.

Тривалість циклу транспортування вантажу:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{нр}} + \frac{2l}{v} + t_{\text{м}}, \quad (4.19)$$

де $t_{\text{нр}}$ – тривалість навантаження та вивантаження, год;

l – відстань перевезення в один кінець, км; v – середня швидкість руху, км/год;

$t_{\text{м}}$ – період маневрування (0,02–0,05 год).

Результати наведено в таблиці 4.10.

Таблиця 4.10 – Підбір автотранспорту

Найменування матеріалу	Вид транспорту	Вантажопідйомність, т	К-сть елементів за період, шт	Тягач	Прицеп
Балки, ригелі, прогони	КамАЗ-55102	15	262	1	1
Сендвіч-панелі	КамАЗ-55102	15	135	1	1

4.2.6 Проектування побутового містечка

Норматив чисельності працівників (основних робітників-відрядників) за трудомісткістю виробничої програми визначається за формулою:

$$N_{ч} = (T_{рпл} / \Phi_{н}) 100 / K_{в.н}, \quad (4.20)$$

де $T_{рпл}$ – планова трудомісткість, нормо-год;

$\Phi_{н}$ – нормативний баланс робочого часу одного робітника, год;

$K_{в.н}$ – коефіцієнт виконання норм часу.

$$N_{ч} = (38720 / 1760) \times 100 / 110 \approx 20 \text{ осіб.}$$

Площа конкретного приміщення:

$$F = f \times N, \quad (4.21)$$

де f – нормативна площа на 1 особу;

N – кількість працівників.

Відомість потреби в працівниках наведено в таблиці 4.11, експлікацію тимчасових будівель – у таблиці 4.12.

Таблиця 4.11 – Відомість потреби в працівниках

№	Категорії працівників	Питома вага, %	Чисельність	Зайнято в найбільш численну зміну
1	Робітники	84,5	16	11
2	ІТП	11,0	2	2
3	Службовці	3,2	1	1
4	МОП та охорона	1,3	1	1

Таблиця 4.12 – Експлікація тимчасових будівель і споруд

№	Найменування приміщення	N, осіб	Площа розрахункова, м ²	Тип побутового приміщення	К-сть будівель
1	Гардеробна	11	7,7	Блок-контейнер 4×3 (14 м ²)	1
2	Душова	11	5,94	Блок-контейнер 4×3 (12 м ²)	1
3	Умивальня	15	3,0	–	–
4	Приміщення відпочинку та приймання їжі	15	1,5	Блок-контейнер 4×3 (12 м ²)	1
5	Сушарня	11	2,2	Блок-контейнер 4×3 (12 м ²)	1
6	Туалет	15	1,37	Біотуалет 1×1	2
7	Виконробська	2	24	Блок-контейнер 8×3 (24 м ²)	1

4.2.7 Розрахунок потреби в електроенергії, паливі, парі, кисні та стиснутому повітрі на період будівництва, вибір джерела та проєктування схеми електропостачання будівельного майданчика

Розрахунок потужності, потрібної для забезпечення будівельного майданчика електроенергією, виконується за формулою:

$$P = \alpha(\sum K_1 \times P_c / \cos\varphi + \sum K_2 \times P_T / \cos\varphi + \sum K_3 \times P_{осв} + \sum K_4 \times P_H), (4.22)$$

де α – коефіцієнт втрат у мережі (1,05...1,1);

$K_1...K_4$ – коефіцієнти попиту;

P_c – потужність силових споживачів;

P_T – потужність для технологічних потреб;

$P_{осв}$ – для зовнішнього освітлення;

$\cos\varphi$ – коефіцієнт потужності.

Результати наведено в таблиці 4.13.

Таблиця 4.13 – Розрахунок електроенергії

Найменування споживачів	Од. вим.	К-сть	Питома потужність, кВт	Кс	Потужність, кВт
Зварювальний апарат	шт.	2	20	0,35	14,0
Вібратор	шт.	2	0,8	0,6	0,96
Компресор	шт.	2	4,5	0,7	6,30
Ручний інструмент	шт.	4	0,5	0,15	0,30
Опоряджувальні роботи	м ²	2424,04	0,015	0,8	29,09
Адміністративні та побутові приміщення	м ²	86	0,015	0,8	1,03
Душові та вбиральні	м ²	47	0,003	0,8	0,03
Охоронне освітлення	м ²	42	1,5	1	63,0
Освітлення проходів і проїздів	км	0,02	5	1	0,10
Разом					114,81

Потрібна потужність: $P = 1,1 \times 114,81 = 126,29$ кВт. Для електропостачання встановлюється трансформаторна підстанція КТПТ-250/6 потужністю 250 кВт.

Число прожекторів визначають за формулою:

$$n = P \times E \times S / P_{л}, (4.23)$$

де P – питома потужність (для ПЗС-35 $P = 0,4$ Вт/(м²·лк));

$E = 2$ лк – освітленість; $S = 7560$ м² – площа;

$P_{л} = 1000$ Вт – потужність лампи.

$$n = 0,4 \times 2 \times 7560 / 1000 = 6 \text{ прожекторів.}$$

Потреба в стиснутому повітрі:

$$Q_{cm} = 1,1 \times \sum q \times n_i \times K_i, (4.24)$$

де 1,1 - коефіцієнт, що враховує втрати повітря у трубопроводах;

q_i – витрата стиснутого повітря відповідними механізмами, м³/хв;

n_i – кількість однорідних механізмів.

$$Q_{ст} = 1,1 \cdot (0,96 + 14 + 6,3) = 23,4 \text{ м}^3/\text{хв.}$$

Приймається пневмоколісний компресор продуктивністю 25 м³/хв. Кисень і ацетилен постачаються в сталевих балонах і зберігаються в закритих складах.

4.2.8 Розрахунок потреби у воді на період будівництва

Вода на будівельному майданчику витрачається на виробничі, господарсько-побутові та протипожежні потреби.

Сумарну витрату води визначаємо за формулою:

$$Q_{заг} = Q_{вир} + Q_{госп-поб} + Q_{пож}, \quad (4.25)$$

де $Q_{вир}$, $Q_{госп-поб}$, $Q_{пож}$ – витрата води, л/с, відповідно на виробничі, господарсько-побутові та протипожежні потреби.

Витрата води на виробничі потреби

$$Q_{вир} = 1,2 \times \frac{\sum V \times q_1 \times K_{год}}{3600t} \quad (4.26)$$

де 1,2 – коефіцієнт, що враховує втрати води;

V – обсяг будівельно-монтажних робіт;

q_1 – норма питомої витрати води, л, на одиницю споживача (300 л);

$K_{год}$ – коефіцієнт годинної нерівномірності споживання води протягом зміни (добу) для даної групи споживачів (1,6);

t – кількість годин споживання у зміну (добу) (8 год).

$$Q_{вир} = 1,2 \times \frac{32746,67}{3600 \times 8} = 3,3 \text{ л/с}$$

Витрата води на господарсько-побутові потреби складається з витрат на господарсько-питні потреби та душові установки:

$$Q_{госп-поб} = Q_{госп-пит} + Q_{душ}, \quad (4.27)$$

$$Q_{госп-пит} = \frac{N_{макс}^{зм} \times q_3 \times K_{год}}{8 \times 3600} \quad (4.28)$$

де N_{\max}^{3M} – максимальна кількість робітників у зміну, осіб, що приймається за графіком руху робітників;

q_3 – норма споживання води, л, на 1 особу в зміну ($q_3 = 25$ л, оскільки майданчик каналізований);

$K_{год}$ – коефіцієнт годинної нерівномірності споживання води для даного виду споживачів.

$$Q_{госп-пит} = \frac{12 \times 55 \times 2}{8 \times 3600} = 0,04 \text{ л/с}$$

Витрату води на душові установки знайдемо за формулою

$$Q_{душ} = \frac{N_{\max}^{3M} \times q_4 \times K_n}{t_{душ} \times 3600} \quad (4.29)$$

де q_4 – норма питомої витрати води на одного, хто користується душем, що дорівнює 30 л;

K_n – коефіцієнт, що враховує число тих, хто користується душем, приймаємо 0,3;

$t_{душ}$ – тривалість користування душем, приймаємо 0,5 год.

$$Q_{душ} = \frac{35 \times 15 \times 0,4}{0,5 \times 3600} = 0,1 \text{ л/с}$$

Тоді витрата води на господарсько-побутові потреби становить:

$$Q_{госп.-поб.} = 0,04 + 0,1 = 0,14 \text{ л/с.}$$

Витрата води на протипожежні цілі для невеликих об'єктів з площею приоб'єктної території до 10 Га включно становить 10 л/с. Зважаючи на те, що на один пожежний гідрант припадає 2 струмені по 5 л/с на кожний, установлюємо на майданчику 2 пожежні гідранти поряд із будівлею, що зводиться, і поряд із побутовим містечком. З огляду на те, що витрата води на протипожежні цілі перевищує її витрату на виробничі та господарсько-побутові потреби, розрахунок ведеться лише з урахуванням протипожежних потреб:

$$Q_{розр} = Q_{пож} = 10 \text{ л/с.}$$

Отже, сумарна витрата води дорівнює:

$$Q_{заг} = 3,3 + 0,04 + 0,1 + 10 = 13,44 \text{ л/с.}$$

Діаметр тимчасової водопровідної мережі визначаємо за формулою:

$$D = 63,25 \sqrt{\frac{Q_{заг}}{\pi \times v}}, \quad (4.30)$$

де v – швидкість руху води (0,7–1,2 м/с).

$$D = 63,25 \sqrt{\frac{13,44}{3,14 \times 1,2}} = 0,12 \text{ м}$$

За ДСТУ 8943:2019 приймаємо трубопровід зовнішнім діаметром 127 мм; діаметр протипожежного водопроводу – 102 мм. Колодязі з пожежними гідрантами розміщують на відстані не більше ніж 150 м один від одного та не більше ніж 5 м від дороги.

4.2.9 Заходи з охорони праці та техніки безпеки

Має бути організовано постійний контроль працівниками справності обладнання, пристроїв, інструменту, перевірку наявності та цілісності огорожень, захисного заземлення та інших засобів захисту. У разі виникнення загрози безпеці та здоров'ю працівників відповідальні особи зобов'язані припинити роботи та вжити заходів з усунення небезпеки, а за потреби забезпечити евакуацію людей у безпечне місце.

Проїзди, проходи на виробничих територіях, а також проходи до робочих місць повинні утримуватися в чистоті, очищатися від сміття та снігу. У місцях переходу через траншеї, ями повинні бути встановлені перехідні містки завширшки не менше ніж 1 м, огорожені з обох боків поручнями заввишки не менше ніж 1,1 м. Тимчасові адміністративно-господарські та побутові будівлі розміщені поза небезпечною зоною від роботи монтажного крана. Туалети розміщено так, що відстань від найбільш віддаленого місця не перевищує 200 м; питні установки – на відстані не більше ніж 75 м від робочих місць.

Земляні роботи

З метою унеможливлення розмиву ґрунту, утворення зсувів, обвалення стінок виїмок у місцях виконання земляних робіт необхідно забезпечити відведення поверхневих і підземних вод. Розроблення ґрунту в безпосередній близькості від діючих підземних комунікацій допускається лише за допомогою лопат, без використання ударних інструментів. При роботі екскаватора не дозволяється перебувати працівникам у радіусі дії екскаватора плюс 5 м.

Монтажні роботи

На ділянці (захватці), де ведуться монтажні роботи, не допускається виконання інших робіт і перебування сторонніх осіб. У процесі монтажу конструкцій монтажники повинні перебувати на раніше встановлених і надійно закріплених конструкціях або засобах підмоцнення. Монтовані елементи слід піднімати плавно, без ривків, розгойдування та обертання, у два прийоми: спочатку на висоту 20–30 см, потім, після перевірки надійності стропування, – подальший підйом. Заборонено виконувати монтажні роботи на висоті у відкритих місцях за швидкості вітру 15 м/с і більше, при ожеледі, грозі або тумані.

Улаштування фундаменту

Фундамент являє собою залізобетонний монолітний ростверк по забивних залізобетонних палях. Безпосереднє забивання залізобетонних паль складається з етапів: нанесення розмірних відміток на стволі палі з кроком 1 м; зачеплення палі лебідкою копрової установки; стропування палі; підйом палі та переведення її у вертикальне положення; опускання та фіксація молота; запуск дизель-молота. До занурення на глибину 1,5–2 м молот наносить удари з амплітудою 30–40 см на 25–30 % від максимальної потужності, далі – на повній потужності до настання розрахункової відмови.

Монтаж «сендвіч-панелей»

Зовнішні стіни будівлі виконано із сендвіч-панелей завтовшки 220 мм; покриття – покрівельні сендвіч-панелі по металевих прогонах.

Розвантаження панелей виконувати за допомогою спеціальних пристроїв, що унеможливають вплив вантажних стропів на бічні кромки панелей. Пакети панелей зберігаються в один або кілька ярусів сумарною висотою не більше ніж 2,4 м. Після завершення монтажу необхідно видалити з поверхні панелей захисну поліетиленову плівку, але не пізніше ніж за 6 місяців з дня виготовлення панелей.

4.2.10 Розрахунок техніко-економічних показників будгенплану

Будгенплан виконано в масштабі 1:250 і включає генплан майданчика з нанесеними об'єктами тимчасового господарства, межами будівельного майданчика, видами огорожень, мережами, тимчасовими дорогами, схемами руху транспорту, місцями встановлення будівельних машин із зонами їх дії, розміщенням постійних, споруджуваних і тимчасових будівель, небезпечних зон, складських майданчиків, приміщень для санітарно-побутового обслуговування. Розміри будгенплану в плані 105,0×72,0 м; розміри станції технічного обслуговування $S = 1134,59 \text{ м}^2 = 27,0 \times 21,0 \text{ м}$. Будівництво ведеться самохідним краном КС-55729-1В-3, небезпечна зона – 33,58 м.

Техніко-економічні показники будгенплану

- Площа території будівельного майданчика – 7650,0 м².
- Площа під постійними спорудами – 1134,59 м².
- Площа під тимчасовими спорудами – 84 м².
- Площа складів – 722,5 м² (у т.ч. відкритих – 670,5 м²; закритих – 52 м²).
- Протяжність тимчасових автодоріг – 167 м.
- Протяжність електромереж – 72,1 м.
- Протяжність ліній водопостачання – 138,2 м (постійних – 102 м; тимчасових – 36,2 м).
- Протяжність каналізації – 47,6 м (постійних – 26,2 м; тимчасових – 21,4 м).
- Протяжність огороження будівельного майданчика – 352 м.
- Відсоток використання будівельного майданчика – 49 %.

4.2.11 Визначення тривалості будівництва

Будівля двоповерхова, площею 1134,59 м², об'ємом 4405,59 м³. Згідно з ДСТУ Б А.3.1-22:2013 «Визначення тривалості будівництва об'єктів», у розділі «Підприємства з ремонту техніки» для станції технічного обслуговування автомобілів об'ємом 14000 м³ тривалість будівництва становить 13 місяців.

РОЗДІЛ 5
Економіка будівництва

5.1 Методика визначення кошторисної вартості будівель і споруд

Кошторисна вартість розраховується відповідно до порядку визначення вартості будівництва; кошторисна документація, що розробляється, формується на основі кошторисно-нормативної бази ціноутворення 2021 року.

Для визначення кошторисної вартості складаємо локальні кошториси на загальнобудівельні роботи, локальні кошториси на спеціальні роботи, об'єктні кошториси по основній будівлі та зведений кошторисний розрахунок вартості будівництва.

Для визначення повної кошторисної вартості будівництва об'єктів кошторисну вартість будівельно-монтажних робіт збільшуємо на величину додаткових витрат замовника: зимове подорожчання – 1,9 %; складання кошторисних розрахунків – 1 %; страхування договірних умов – 2 %; узгодження документів – 0,2 %; експлуатація доріг – 2 %. Усього: 7,1 %, $K1 = 1,071$.

Для визначення капітальних вкладень повну кошторисну вартість будівництва кожного об'єкта збільшуємо на величину: утримання технічного та авторського нагляду – 1,1 %; проєктні й дослідницькі роботи – 1,5 %; монтаж обладнання – 11 %. Усього: 13,6 %, $K2 = 1,136$.

5.2 Методика визначення кошторисної вартості в локальних та об'єктних кошторисах

Вартість, що визначається локальними кошторисами, включає прямі витрати, накладні витрати та кошторисний прибуток. Прямі витрати на загальнобудівельні роботи по проєктованому об'єкту встановлюються на основі обсягів робіт, а також ресурсних показників цін на відповідні ресурси. До ресурсних показників належать: дані про трудомісткість робіт (людино-годин); дані про час використання будівельних машин (машино-годин); дані про витрату матеріалів, виробів і конструкцій.

Для виділення ресурсних показників використовують проєктні матеріали про проєктні ресурси та кошторисно-нормативну базу, збірки ресурсних елементних кошторисних норм (РЕКН). Оцінка ресурсів при визначенні вартості виконується в базовому рівні цін з перерахунком у поточний рівень цін за допомогою перехідних коефіцієнтів.

Накладні витрати приймаються у відсотках від фонду заробітної плати робітників відповідно до методичних вказівок. Кошторисний прибуток нараховується на фонд заробітної плати працівників у розмірі 65 %. Об'єктні кошторисні розрахунки складаються на об'єкти в цілому шляхом підсумовування локальних кошторисів з угрупованням робіт і витрат по графах кошторисної вартості: будівельних робіт, монтажних робіт, обладнання та інших робіт.

У кінці об'єктного кошторису до вартості БМР додатково включаються кошти на покриття лімітованих витрат: на подорожчання робіт, що виконуються в зимовий час (передбачаються в главі 9 «Інші роботи і витрати» зведеного кошторисного розрахунку, у відповідному відсотку для кожного виду робіт за підсумками БМР – 13 %); резерв коштів на непередбачені роботи та витрати.

5.3 Методика визначення кошторисної вартості у зведеному кошторисному розрахунку

У зведеному кошторисному розрахунку кошти розподіляються за дванадцятьма главами. У поясненні до розрахунку зазначаються: регіон; каталоги кошторисних нормативів; норми накладних витрат і кошторисного прибутку; рівень кошторисних цін. Кошторисна вартість окремих об'єктів, видів робіт і витрат показується в зведеному кошторисному розрахунку окремим рядком.

Витрати по окремих главах зведеного розрахунку визначаються в такому порядку. До глави 1 «Підготовка території будівництва» включаються витрати з очищення та осушення території, вертикального планування

майданчика, прибирання та вивезення сміття; приймаються у відсотках від вартості будівельних робіт (для об'єктів житлового, культурно-побутового та іншого будівництва – 1,5...2,5 %).

До глави 2 «Основні об'єкти будівництва» включається вартість будівель (переноситься з об'єктного кошторису). У главі 3 «Об'єкти підсобного й обслуговуючого призначення», главі 5 «Об'єкти транспортного господарства», главі 6 «Зовнішні мережі та споруди водопостачання, каналізації, тепlopостачання та газифікації» вартість приймається за проєктами-аналогами або визначається за протяжністю на генплані та питомою вартістю.

У главі 7 «Благоустрій та озеленення території» враховуються витрати на благоустрій (для житлового будівництва – 4 %) та охорону довкілля (2,5 % від суми БМР глав 2 і 3). До глави 8 «Тимчасові будівлі і споруди» включаються кошти на будівництво й розбирання титульних тимчасових будівель і споруд.

У главі 9 «Інші роботи і витрати» враховується 16 видів витрат (додаткові витрати при виконанні БМР у зимовий час, перевезення працівників, премія за введення в дію об'єктів, відрахування до фонду НДДКР тощо); укрупнено приймаються в розмірі 12...15 % від вартості БМР за підсумком глав 1...8. Глави 10–12 включають кошти на утримання дирекції (технічний нагляд), підготовку експлуатаційних кадрів та проєктно-дослідницькі роботи й авторський нагляд.

У кінці зведеного кошторисного розрахунку передбачається резерв коштів на непередбачені роботи та витрати (для об'єктів житлово-цивільного будівництва – 2 % від підсумку глав 1...12). За підсумком розрахунку зазначаються зворотні суми по тимчасових будівлях і спорудах (15 % від кошторисної вартості за главою 8) та кошти на покриття витрат при сплаті ПДВ (20 %).

5.4 Техніко-економічні показники

Техніко-економічні показники випускної кваліфікаційної роботи бакалавра наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Техніко-економічні показники

№ з/п	Найменування	Од. вим.	Кількість
1	Загальна кошторисна вартість БМР	тис. грн	12 932,82
2	Тривалість будівництва	міс	12
3	Максимальна чисельність працюючих	осіб	16

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розроблено проєкт будівництва комплексу технічного обслуговування легкового автотранспорту в Новобаварському районі м. Харків.

Об'ємно-просторове рішення прийнято на підставі затвердженого завдання на проєктування та погодженого ескізного проєкту. Комплекс технічного обслуговування легкового автотранспорту розташовується у двоповерховій окремо розташованій будівлі на ділянці по вул. Китаєнка.

Розміри будівлі в плані: 27000 мм в осях А–Д та 21000 мм в осях 1–6. Висота будівлі до парапету – 7770 мм, висота поверху – 3600 мм.

Несучий каркас будівлі виконано з металевих конструкцій. Конструктивна система будівлі – каркасна; будівельна система – металева, повнозбірна. Стінові панелі навішуються на несучі металеві колони.

Планування внутрішніх приміщень відповідає вимогам норм і ДБН В.2.2-9:2018 «Громадські будинки та споруди. Основні положення».

Будівля відповідає всім вимогам безпеки, екологічності та комфортності перебування людей, що підтверджується розрахунками та відповідністю вимогам норм. У конструкціях будівлі застосовано як традиційні, так і сучасні будівельні матеріали. Будівництво будівлі має актуальне значення. Усі поставлені у кваліфікаційній роботі завдання виконано в повному обсязі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова територій. Київ : Мінрегіон України, 2019. 210 с.
2. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. Київ : Мінрегіон України, 2017. 41 с.
3. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проєктування (зі Змінами № 1 та № 2). Київ : Мінбуд України, 2006. 75 с.
4. ДБН В.1.2-10:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму та вібрації. Київ : Мінрегіон України, 2021.
5. ДБН В.1.2-14:2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. Київ : Мінрегіон України, 2018. 30 с.
6. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. Київ : Мінрегіон України, 2018. 36 с.
7. ДБН В.2.2-9:2018. Громадські будинки та споруди. Основні положення. Київ : Мінрегіон України, 2018. 51 с.
8. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. Київ : Мінрегіон України, 2018. 36 с.
9. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. Київ : Мінрегіон України, 2018.
10. ДБН В.2.5-56:2014. Системи протипожежного захисту (зі Зміною № 1). Київ : Мінрегіон України, 2014.
11. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проєктування (зі Зміною № 1). Київ : Мінрегіон України, 2014.
12. ДБН А.2.2-3:2014. Склад та зміст проєктної документації на будівництво. Київ : Мінрегіон України, 2014. 33 с.
13. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. Київ : Мінрегіон України, 2016. 52 с.

14. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 95 с.
15. ДСТУ Б А.3.1-22:2013. Визначення тривалості будівництва об'єктів. Київ : Мінрегіон України, 2014. 35 с.
16. ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. Київ : Мінрегіон України, 2016.
17. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011.
18. ДСТУ Б В.2.6-65:2008. Конструкції будинків і споруд. Палі залізобетонні. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009.
19. ДСТУ Б В.2.6-200:2014. Конструкції металеві будівельні. Вимоги до монтажу. Київ : Мінрегіон України, 2014.
20. ДСТУ 3760:2019. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019.
21. ДСТУ EN 1090-2:2019. Виконання сталевих та алюмінієвих конструкцій. Частина 2. Технічні вимоги до сталевих конструкцій. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 210 с.
22. ДСТУ 9258:2023. Настанова з організації виконання будівельних робіт. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2023.
23. ДСТУ 9254:2023. Контроль якості будівельних робіт. Загальні положення. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2023.
24. Правила пожежної безпеки в Україні: затв. наказом МВС України від 30.12.2014 № 1417 (у редакції зі змінами, внесеними наказом МВС України від 11.07.2024 № 474). Зареєстр. у Мін'юсті України 05.03.2015 за № 252/26697.
25. Кошторисні норми України «Настанова з визначення вартості будівництва» : затв. наказом Мінрегіону України від 01.11.2021 № 281. Київ, 2021. 281 с.

26. Кошторисні норми України. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 1. Земляні роботи : затв. наказом Мінрегіону України від 31.12.2021 № 374. Київ, 2021. 238 с.
27. Гасій Г. М., Дмитренко А. О. Металеві конструкції: навч. посіб. Полтава: НУПП, 2021. 232 с.
28. Гончаренко Д. Ф., Чубаров Ф. Л. Технологія та організація будівельного виробництва : підручник. Харків : ХНУБА, 2020. 360 с.
29. Тонкачєєв Г.М., Чередніченко П.П. Технологія будівельного виробництва: навч. посіб. Київ : КНУБА, 2019. 280 с.
30. Іванова І. Б., Савченко В. О. Енергоефективність будівель і споруд : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 220 с.