

Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет
(повне найменування закладу вищої освіти)

Факультет архітектури, будівництва та дизайну
(повне найменування факультету)

Кафедра будівництва та цивільної інженерії
(повне найменування кафедри)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»**

**КУЛЬТУРНО-ПРОСВІТНИЦЬКИЙ ЦЕНТР
В М. СУМИ**

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

освітня програма «Будівництво та цивільна інженерія»
(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи БЦІ-42
МАТВІЙЧУК Сергій Сергійович

(підпис)

Керівник:
к.т.н., доцент
ПАСІЧНИК Руслан Володимирович

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 2025 р.

к.т.н., доцент

Гарант освітньої програми:
АНДРІЙЧУК Олександр Валентинович

(підпис)

Луцьк – 2025 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування закладу вищої освіти)

Факультет архітектури, будівництва та дизайну
Кафедра будівництва та цивільної інженерії
Ступінь вищої освіти бакалавр
Галузь знань 19 Архітектура та будівництво
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
Індивідуальна освітня траєкторія здобувача промислове та цивільне будівництво
Освітня програма Будівництво та цивільна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри будівництва та
цивільної інженерії

О. УЖЕГОВА

" 31 " грудня 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

МАТВІЙЧУК Сергій Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи бакалавра

Культурно-просвітницький центр в місті в м. Суми

Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра

ПАСІЧНИК Руслан Володимирович

(ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом закладу вищої освіти від " 31 " грудня 2024 року № 489/01-02

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи 1 червня 2025 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи бакалавра район будівництва, інженерно-геологічні умови будівельного майданчика, схеми планів, фасадів та розрізів будівлі.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

об'ємно-планувальне рішення; архітектурно-конструктивне рішення; інженерне обладнання (принципове вирішення водопостачання і водовідведення, теплогазопостачання); будівельна фізика (теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни або покриття /розрахунок освітлення); техніко-економічні показники проєкту. Обґрунтування вибору конструкцій. Проєктування таких несучих конструкцій будівлі: збірна з/б колона, фундаменти

Визначення номенклатури та об'ємів робіт; вибір методів виконання робіт; вибір кранів; розробка технологічної карти на виконання певного виду будівельних робіт, складання календарного плану або сіткового графіка будівництва; проєктування будівельного генерального плану об'єкта. Складання локального кошторису на загальнобудівельні роботи.

Заходи з охорони праці, охорони навколишнього середовища при зведенні об'єкту.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Архітектурно-будівельна частина виконується на стадії робочого проекту (2 аркуші), включає: плани, фасади, розрізи, схеми елементів покриття, перекриття, покрівлі та фундаментів будівлі.

Розрахунково-конструктивна частина виконується на стадії робочого проекту, викреслюють основні несучі конструкції запроєктованої будівлі, розраховані у розділі 2 (2 аркуші).

Розділ "Технологія та організація будівництва" (2 аркуші) виконується на стадії робочого проекту, включає проект виконання робіт, будівельний генеральний план, календарний або сітковий графік зведення об'єкту або технологічну карту на виконання певних робіт.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи бакалавра

Розділ	Ім'я, прізвище, посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Архітектурно-будівельна частина	Самчук В.П. к.т.н., доцент		
2. Розрахунково-конструктивна частина	Пасічник Р.В. к.т.н., доцент		
3. Технологія та організація будівництва	Пахолук О.А. к.т.н., доцент		
4. Економічна частина	Пасічник Р.В. к.т.н., доцент		
5. Охорона праці	Пасічник Р.В. к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання " 31 " грудня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Перша контрольна перевірка. Архітектурно-будівельна частина	05.05.2025	
2	Друга контрольна перевірка. Розрахунково-конструктивна частина. Технологія та організація будівництва	10.05.2025	
3	Третя контрольна перевірка. Економічна частина. Охорона праці. Завершення випускної кваліфікаційної роботи	24.05.2025	
4	Подання виконаної випускної кваліфікаційної роботи на інструментальну перевірку щодо академічного плагіату	03.06.2025	
5	Подання виконаної випускної кваліфікаційної роботи з відгуком керівника на підпис завідувачу кафедри, направлення на рецензію	07.06.2025	
6	Подання виконаної випускної кваліфікаційної роботи на підпис декану та відповідальному секретарю екзаменаційної комісії	07.06.2025	
7	Захист випускної кваліфікаційної роботи	Графік роботи екзаменаційної комісії № 37: 23, 24 і 25 червня 2025 р.	

Здобувач вищої освіти _____

(підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

Керівник дипломного проекту _____

(підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

ЗМІСТ

	Зміст	4
	Анотація	5
Розділ 1	Архітектурно-будівельна частина	8
1.1.	Об'ємно-планувальне рішення	8
1.2.	Архітектурно-конструктивне рішення	9
1.3.	Інженерні мережі	13
1.4.	Будівельна фізика.	14
1.5.	Техніко-економічні показники	16
Розділ 2	Розрахунково-конструктивна частина	17
2.1.	Обґрунтування вибору конструктивних рішень	17
2.2.	Розрахунок колони	18
2.3.	Розрахунок фундаментів	24
2.4.	Розрахунок ростверка	31
Розділ 3	Технологія та організація будівництва	34
3.1.	Визначення номенклатури та об'ємів робіт	34
3.2.	Обґрунтування вибору способів виконання будівельно-монтажних робіт	45
3.3.	. Підбір монтажного крана	47
3.4.	Визначення необхідності у транспортних засобах	50
3.5.	Календарне планування виконання робіт	51
3.6.	Проектування будівельного генерального плану	52
Розділ 4	Економіка будівництва	53
Розділ 5	Охорона праці	54
	Література	55
	Додатки	57

ВСТУП

У сучасних умовах розвитку українських міст важливим завданням є створення якісного середовища для культурного та освітнього життя населення. Особливу роль у цьому процесі відіграють громадські будівлі, зокрема культурно-просвітницькі центри, які стають осередками взаємодії, навчання, відпочинку та самореалізації.

Місто Суми, як регіональний центр з активним соціальним і культурним життям, потребує нових об'єктів громадського призначення, що відповідають сучасним вимогам комфорту, енергоефективності та архітектурної виразності. Проектування культурно-просвітницького центру є актуальним завданням для фахівців у галузі будівництва, яке вимагає поєднання інженерних рішень, конструктивної ефективності та врахування експлуатаційних потреб.

Метою дипломного проекту є розроблення проектно-конструкторських рішень для будівництва культурно-просвітницького центру в м. Суми з урахуванням діючих будівельних норм і стандартів. У проекті передбачено комплексне вирішення функціонального зонування, конструктивної схеми будівлі, інженерного забезпечення, а також питань енергоефективності, пожежної безпеки та доступності для маломобільних груп населення.

Результатом виконання проекту стане технічно обґрунтована пропозиція щодо зведення сучасного об'єкта культурного призначення, який відповідатиме вимогам надійності, довговічності, безпеки та економічної доцільності.

INTRODUCTION

In the modern development of Ukrainian cities, one of the key tasks is the creation of a high-quality environment for the cultural and educational life of the population. Public buildings, especially cultural and educational centers, play a crucial role in this process as hubs for communication, learning, recreation, and self-development.

The city of Sumy, as a regional center with an active social and cultural life, requires new public facilities that meet contemporary standards of comfort, energy efficiency, and architectural expression. The design of a cultural and educational center is a relevant task for professionals in the field of civil engineering, demanding a combination of technical solutions, structural efficiency, and consideration of operational needs.

The aim of this diploma project is to develop design and engineering solutions for the construction of a cultural and educational center in the city of Sumy, in accordance with current building codes and standards. The project involves a comprehensive approach to functional zoning, structural layout, engineering systems, as well as aspects of energy efficiency, fire safety, and accessibility for people with limited mobility.

As a result, the project will provide a technically sound proposal for the construction of a modern cultural facility that meets the requirements of reliability, durability, safety, and cost-effectiveness.

Вихідні дані

Будівництво культурно-просвітницького центру в місті Суми

«- Розрахункова літня температура – +36 °С» [1].

«- Розрахункова зимова температура – -24 °С» [1].

«- Період із середньодобовою температурою повітря вище +10 °С – 180 днів» [1].

«- Мінімальна температура – -32 °С» [1].

«- Максимальна температура – +36 °С» [1].

«- Середня температура найжаркішого місяця – +23,6 °С» [1].

«- Температура найхолодніших днів – -26 °С» [1].

«- Температура найхолоднішої п'ятиденки – -22 °С» [1].

«- Глибина промерзання ґрунту – 1,2 м» [1].

Середньомісячна вологість повітря:

«Найбільш холодний місяць – 85 %» [1].

«Найбільш жаркий місяць – 60 %» [1].

«Річна кількість опадів – 605 мм» [1].

Розділ 1

Архітектурно-будівельна частина

1.1.Об'ємно-планувальне рішення

Будівля має габарити в плані 50 на 49,5 метра та включає п'ять основних поверхів, підвальний рівень і технічний поверх. Висота підвалу становить 2,15 м, першого поверху — 4,2 м, з другого по п'ятий — по 3,3 м, технічного — 2,3 м.

Функціональне зонування будівлі передбачає розміщення книгосховищ, вхідної групи приміщень, службових та адміністративних кабінетів на нижніх рівнях. Зокрема, перший і другий поверхи зайняті книгосховищами, виробничими приміщеннями, кабінетами та зонами обслуговування. Верхні три поверхи відведено під читальні зали та спеціалізовані відділи.

Основний вхід організовано з боку Харківської вулиці — поруч із Сумським державним університетом. Архітектурну виразність фасаду формує колонада, що підтримує третій, четвертий, п'ятий та технічний рівні будівлі, підкреслюючи урочистість входу.

Планування першого поверху включає вестибюльну зону, гардероб, інформаційну стійку, виставковий простір, глядацький зал на 180 осіб, службові приміщення, зоноване книгосховище в два яруси та зону завантаження.

Вертикальні комунікації забезпечуються основними та допоміжними сходовими клітками, двома пасажирськими ліфтами та спеціалізованим вантажним підйомником. На другому рівні передбачено ліфтовий хол, абонементний зал, адміністративні приміщення, а також частину книгосховища й виробничі зони.

На третьому поверсі запроєктовано основний читальний зал, кафедру, буфет на 60 місць, а в центральній частині — внутрішній двір розміром 18 на 24 метри. Сходова клітка запроєктована відкритою, завдяки чому денне світло з внутрішнього двору потрапляє до холу другого та вестибюлю першого поверху.

Четвертий рівень включає один спільний читальний зал, чотири спеціалізовані відділи, музейну кімнату, кафедру та навісні галереї-консолі над внутрішнім подвір'ям, якими забезпечується зв'язок із залом.

На п'ятому поверсі передбачено санітарний вузол, ще чотири зали та галереї, виконані за аналогічною схемою до четвертого поверху.

Центральний внутрішній дворик отримує верхнє природне освітлення через zenітні світильники, вбудовані в монолітні перекриття. Нововведенням проєкту є створення відкритого простору для читання та відпочинку на свіжому повітрі — шляхом облаштування тераси на даху, на рівні третього поверху.

1.2. Архітектурно-конструктивне рішення

Для запроєктованої будівлі використано сітку колон розміром 6 на 6 м і 6 на 3 м. Просторова жорсткість конструкції на етапах будівництва забезпечується вертикальними діафрагмами жорсткості, які передбачені в технічному підпіллі та на всіх поверхах, окрім технічного. Вони прийняті за типовими рішеннями згідно з серією 1.020.1.

Фундамент — пальового типу. Застосовуються забивні залізобетонні палі перерізом 400×400 мм і довжиною 12 м відповідно до «ДСТУ Б В.2.1-10:2009 (Палі забивні залізобетонні)». Ростверк виконаний із монолітного залізобетону. Під кожену колону запроєктовані окремі фундаменти розміром 0,9×0,9 м, відповідно до рішень серії 1.020-1.

Стіни підвального приміщення зібрані з бетонних блоків висотою 580 мм згідно з «ДСТУ Б В.2.7-43:2009 (Блоки бетонні для фундаментів)».

Огороджувальні стіни виконано із самонесучої полегшеної цегли щільністю 1400 кг/м³, товщиною 380 мм, відповідно до «ДСТУ Б В.2.7-61:2008 (Цегла і камені стінові)».

Внутрішні перегородки — з цегли марки М100 на розчині М50, товщиною 80, 65 і 120 мм.

Шахти ліфтів (пасажирського, вантажного та вантажного підйомника) зведені з цегли.

Колони мають переріз 400×400 мм, виготовляються згідно з типовими проєктними рішеннями серії 1.020-1.83.

Перекриття — із залізобетонних пустотних плит довжиною 6 м та 3 м за «серією 1.020-1/83», які спираються на ригелі довжиною 2,5 м та 5,56 м, висотою 450 мм.

Внутрішнє подвір'я перекривається монолітною залізобетонною плитою з улаштуванням зенітних ліхтарів згідно з серією 1.464-1.

Для заповнення дверних отворів передбачено блоки за «серією 1.135.5-15», розміри отворів: 1,55×2,1 м; 1,62×3,5 м; 1,08×2,1 м. Внутрішні двері — за «серією 1.136-10»: 1,65×2,1 м і 0,8×2,1 м.

Віконні прорізи мають такі розміри: 1,08×1,114 м; 1,19×1,14 м; 1,59×2,1 м; 1,2×2,035 м; 1,49×2,035 м. Світлопрозорі заповнення (двері та вікна) виконані з анодованого алюмінієвого профілю згідно з «ДСТУ Б В.2.6-15:2011 (Конструкції світлопрозорі)».

Покрівля — м'яка, рулонна (євроруберойд), згідно з «ДСТУ Б В.2.6-36:2008.»

Конструктивний склад включає:

- три шари покрівельного килима з бітумно-полімерного матеріалу, нанесеного гарячою мастикою при температурі 160–190 °С,
- вирівнювальну стяжку з цементно-піщаного розчину (30 мм),
- пароізоляцію з пергаменту,
- утеплювач (шлакова засипка з цементним в'язучим, товщина 30 мм),
- додатковий шар пергаменту.

Передбачено внутрішній водопровід згідно з «ДБН В.2.5-64:2012 (Водопостачання. Зовнішні та внутрішні мережі)».

Підлоги:

По ґрунту:

1. – керамічна плитка,
2. – цементно-піщана стяжка,
3. – бетонна підготовка,

4. – ущільнена основа з щебеню.

По перекриттях:

- у вестибюлях і холах ліфтів — мозаїчне покриття,
- у санвузлах — керамічна плитка,
- у виробничих приміщеннях — лінолеум на бітумній мастиці,
- у приміщеннях загального користування — паркетна дошка по лагам.

Таблиця 1.2. Специфікація вікон і дверей

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кількість	Примітка
				Стандартні вироби		
2		1	ОАП 12 - 12 К	Вікна з анодованого алюмінію	34 шт.	
2		2	ОАП 15- 12 К	-//-	106 шт.	
				-//-		
2		3	ОАП 21- 12 К	-//-	65 шт.	
				-//-		
2		4	ОАП 21-15 ГК	-//-	157 шт.	
				-//-		
2		5	ОАП 12-13,5 К	-//-	9 шт.	
2		6	ТАДЗО	Двері з анодованого алюмінію	45 шт.	

Зовнішнє оздоблення

Архітектурний образ будівлі формований за рахунок виразної композиції об'ємів. З метою підкреслення пластики фасадів використовуються різні типи декоративного оздоблення.

Фасади першого та другого поверхів оздоблюються перлітовою штукатуркою. Для контрастного акценту об'єм частини з читальними залами, де передбачено смугу вікон, обробляється кольоровою литою терразитовою штукатуркою.

Цоколь будівлі облицьовується натуральним каменем, що додає масивності та захисту від впливу навколишнього середовища. Віконні та дверні конструкції виготовлені з анодованого алюмінію.

Внутрішнє оздоблення

У всіх основних функціональних зонах культурно-просвітницького центру внутрішні поверхні стін, перегородок і колон, виконані з цегли, покриваються високоякісною штукатуркою. Загальні приміщення отримують покращене олійне фарбування з додаванням пігментів для декоративного ефекту.

У приміщеннях зі специфічним технологічним навантаженням (санвузли, фотолабораторії, машинобюро, АТС, майстерні) передбачено оздоблення у вигляді олійних панелей або облицювання глазурованою плиткою, що відповідає санітарно-гігієнічним вимогам та забезпечує легкість догляду.

У зонах з високою інтенсивністю відвідувачів — вестибюлі, залах очікування, буфетах, читальних залах — передбачено естетичне оформлення інтер'єру за допомогою декоративної штукатурки, облицювання полірованими ДСП-панелями та декоративних елементів.

Протипожежні заходи

Будівля відноситься до II ступеня вогнестійкості. Проектом передбачено приміщення для розміщення пожежної охорони. Зони зберігання фондів, абонементи та читальні зали обладнані автоматизованими системами оповіщення про пожежу.

Приміщення книгосховищ поділено на протипожежні відсіки до 600 м², розмежовані перегородками з межою вогнестійкості не менше 45 хвилин. Усі двері в цих приміщеннях виготовлені з важкозаймистих матеріалів.

Для видалення диму запроектовано вентиляційні канали розміром 1×1 м. На кожному рівні будівлі передбачено пожежні крани для оперативного пожежогасіння зсередини будівлі.

1.3 Інженерні мережі

Теплопостачання

Джерелом теплопостачання будівлі є існуюча централізована тепла мережа, що прокладена по вул. Харківська від локальної котельні. Підключення системи відбувається в межах теплової камери, розташованої безпосередньо на трасі магістралі.

Теплоносієм слугує вода з температурним графіком 130/70 °С. Для подачі теплоносія використовуються сталеві зварні труби. Система гарячого водопостачання виконана з оцинкованих сталевих труб. Прокладання трубопроводів здійснюється в непрохідних каналах із залізобетонних елементів, відповідно до «ДБН В.2.5-39:2008 Інженерне обладнання будинків і споруд. Теплові мережі».

Теплові деформації компенсуються за рахунок поворотів магістралей і П-подібних компенсаторів із попереднім натягом. В місці перетину вул. Харківської передбачається спосіб прокладання у посилених залізобетонних лотках. Для захисту металу від корозії передбачено двошарове антикорозійне покриття на основі холодної бітумної мастики типу «Ізол».

Система опалення

Система опалення запроєктована однотрубною, прямоточним типом з верхньою розводкою. У якості нагрівальних елементів застосовано конвектори типу «Комфорт-20». Монтаж труб виконується із сталевих водогінних труб згідно з вимогами «ДСТУ Б В.2.6-25:2001».

Теплова енергія надходить у вузол обліку і регулювання, розташований у технічному підпіллі. Подальні труби розташовуються над підлогою технічного поверху, а зворотні — під стелею або в поздовжніх каналах із нахилом 0,002. Теплоізоляція труб виконується мінераловатними матами товщиною 40 мм, згідно з «ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування».

Неізольовані ділянки труб та прилади фарбуються олійною фарбою у два шари. Стояки монтуються відкрито, на відстані 150 мм від укосів вікон. Для

видалення повітря з мережі використовуються горизонтальні повітрозбірники, встановлені в технічному поверсі.

Вентиляція

Проектом передбачено комбіновану систему вентиляції — припливно-витяжну, яка функціонує як з природним, так і механічним спонуканням. Приплив свіжого повітря здійснюється через такі системи: П-1, П-2, К-1, К-2, ПЕ-1:

- **П-1** — обслуговує технічні майстерні, палітурну, репрографію, кінолабораторії на 1–2 поверхах;
- **П-2** — подає повітря в буфет;
- **К-1** — забезпечує вентиляцію глядацького залу та офісних приміщень першого поверху, читальних залів другого поверху;
- **К-2** — обслуговує читальні зали і кабінети на поверхах 2–5;
- **ПЕ-1** — призначена для кінопроекційної.

Установки припливної вентиляції розміщені в технічному підпіллі. Загальні вентиляційні шахти об'єднують системи П-1, П-2, К-1, К-2. Витяжні установки розміщуються у вентиляційних камерах на технічному поверсі. Природна витяжка здійснюється через вертикальні канали, закладені у товщі цегляних стін, із виведенням у дахову венткамеру.

Із цієї камери організовано природну витяжну систему ВЕ. У приміщенні буфету для забезпечення належного перемішування повітря передбачено встановлення стельових вентиляторів типу «Зелюр».

У вестибюлі для захисту від холодного повітря влаштована повітряно-теплова завіса, камера якої розташована в техпідпіллі. Усі вентиляційні рішення прийняті згідно з вимогами «ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування».

1.4 Будівельна фізика

Експлуатаційна якість будівлі визначається не лише її геометричними параметрами, архітектурним вирішенням та рівнем інженерного оснащення, але

й характеристиками огорожувальних конструкцій, які слугують бар'єром між внутрішнім середовищем приміщень і зовнішніми впливами — холодом, дощем, вітром або сонячною радіацією.

Огорожувальні елементи розділяють простори з різними фізичними умовами: температурою, тиском, вологістю, рівнем шуму. Їх призначення — забезпечення термічного комфорту, захисту від вологи, шуму, проникнення повітря і надмірної інсоляції.

До основних напрямів будівельної фізики, що враховуються при проектуванні, належать:

- **Будівельна теплотехніка** — охоплює питання теплозахисту, паро- і повітропроникності, вологісного режиму конструкцій;
- **Світлотехніка** — включає організацію природного і штучного освітлення, контроль інсоляції та врахування сонячної радіації;
- **Акустика будівель** — забезпечення звукоізоляції та акустичного комфорту в приміщеннях.

Розробка огорожувальних конструкцій ведеться на основі теплотехнічних вимог, зокрема: забезпечення нормативного опору теплопередачі, допустимого рівня повітронепроникності та керованого вологообміну.

Теплотехнічний аналіз огорожувальних елементів здійснюється відповідно до діючого нормативного документа «ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція будівель», який замінив попередню редакцію «ДБН В.2.6-31:2006». Згідно з цим документом, у розрахунках враховуються кліматичні умови регіону будівництва, характеристики будівельних матеріалів, режим експлуатації приміщень, а також вимоги до енергозбереження, що визначаються на основі класу енергоефективності об'єкта.

- Матеріал стіни: полегшена самонесуча цегла, густина 1400 кг/м³
- Товщина цегли: 380 мм
- Матеріал утеплювача: мінераловатна плита
- Товщина утеплювача: 150 мм

- Нормований опір теплопередачі для м. Суми (згідно ДБН В.2.6-31:2021):
3.3 м²·К/Вт

Табличний розрахунок винесено в додаток 1

Розділ 2

Розрахунково-конструктивна частина

2.1. Обґрунтування вибору конструктивних рішень

Проектом передбачено застосування монолітних та збірних залізобетонних конструкцій, що відповідає сучасним тенденціям у проектуванні громадських будівель. Обраний конструктивний тип забезпечує не лише високу надійність і довговічність споруди, але й дає можливість реалізувати складні просторові форми та об'ємно-планувальні рішення. Використання монолітного залізобетону дозволяє зменшити матеріаломісткість, знизити обсяги зварювальних робіт, підвищити жорсткість і несучу здатність окремих елементів конструкції.

Несучий каркас будівлі спроектовано за колонною схемою з сіткою 6×6 м і 6×3 м, що забезпечує раціональне планування приміщень та оптимальну конструктивну схему. Для забезпечення просторової стійкості й міцності будівлі під час монтажу та в процесі експлуатації передбачено влаштування вертикальних діафрагм жорсткості. Ці діафрагми розміщуються в технічному підпіллі та на всіх основних поверхах, окрім технічного, й виконані з монолітного залізобетону. Вони сприймають горизонтальні навантаження від вітру та забезпечують просторову жорсткість будівлі.

Фундаменти прийнято пальового типу, що обумовлено інженерно-геологічними умовами ділянки забудови. Для передавання навантажень на ґрунт основи застосовуються залізобетонні забивні палі квадратного перерізу 400×400 мм та довжиною 12 м. Таке рішення забезпечує необхідну несучу здатність при мінімальних деформаціях основи.

Міжповерхові перекриття запроєктовано зі збірних залізобетонних пустотних плит, які спираються на залізобетонні балки. Останні передають навантаження на консольні випуски колон, забезпечуючи жорстке з'єднання та спрощене збирання на будівельному майданчику. Це дає змогу оптимізувати строки монтажу та зменшити трудомісткість робіт.

Покриття будівлі вирішено у вигляді монолітної балкової конструкції. Таке рішення обумовлено необхідністю забезпечення герметичності, жорсткості та підвищеної несучої здатності конструкцій покриття, особливо в зонах, що зазнають додаткових експлуатаційних навантажень або мають складну конфігурацію (наприклад, у місцях влаштування зенітних ліхтарів, шахт вентиляції тощо).

Комплекс обраних конструктивних рішень забезпечує надійну роботу будівлі протягом усього життєвого циклу, відповідність чинним будівельним нормам України.

2.2. Розрахунок колони

Розрахунок будівлі здійснено з урахуванням таких навантажень:

- власна вага елементів покриття;
- експлуатаційне (корисне) навантаження на перекриття;
- снігове навантаження;
- вітрове навантаження.

Усі навантаження прийнято відповідно до вимог ДБН В.1.2-2:2006.

Таблиця 2.1 – Збір навантажень (див. додаток 2)

Значення зусиль у колоні:

$$N_{ed1} = N_{ed2} = 112,259 \approx 1122 \text{ кН}$$

$$N_{ed1ob} = N_{ed2lob} = 112,2 \text{ кН}$$

$$N_{ed3} = 89,87 \approx 898,7 \text{ кН}$$

$$N_{edlob} = 67,46 \approx 674,6 \text{ кН}$$

$$\text{Коефіцієнт } j_n = 0,05$$

Переріз колони:

$$b_c \times h_c = 400 \times 400 \text{ мм}$$

Розрахункова довжина колони першого поверху:

$$l_0 = 4,2 \text{ м}$$

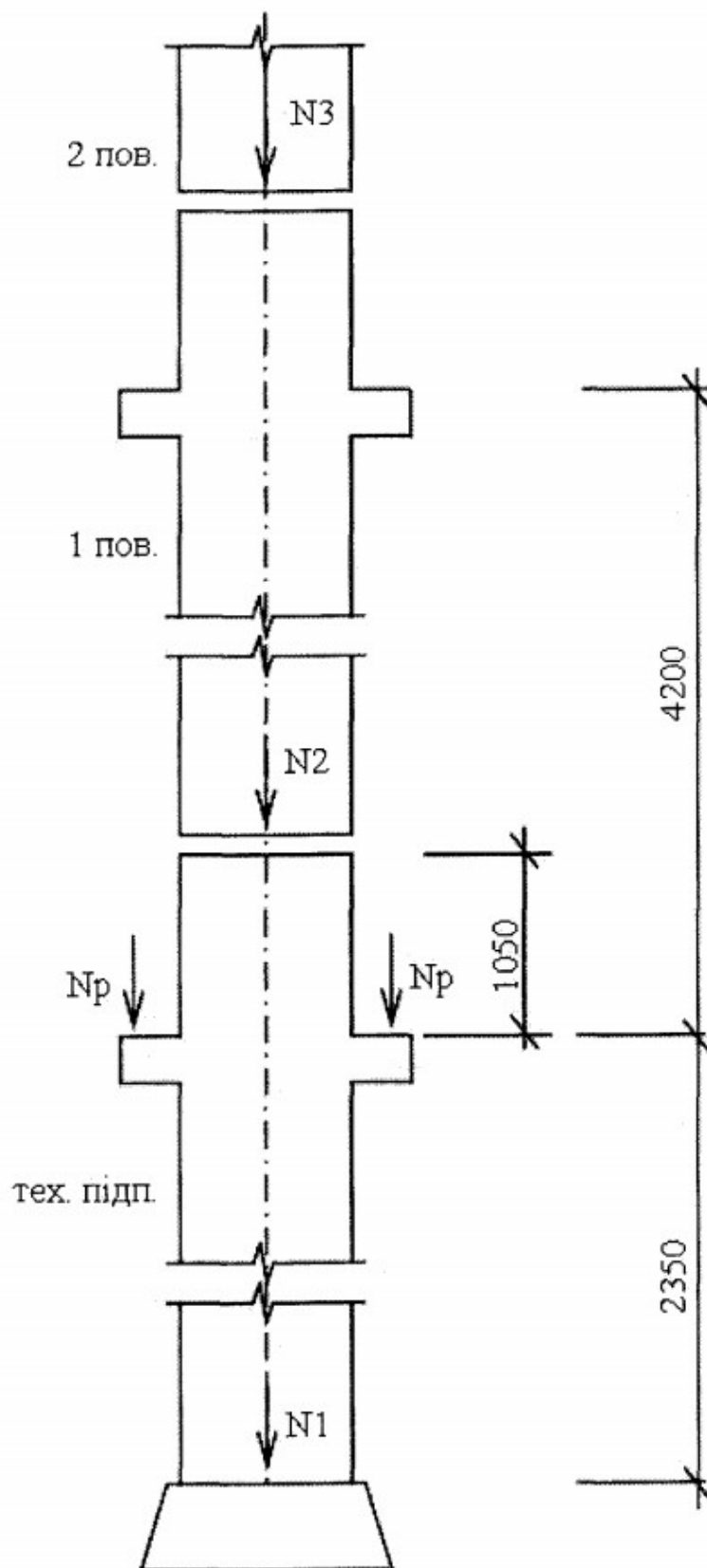


Рис. 2.1. Колонна середнього ряду.

Для технічного підпілля: $l_0 = 0,7 \times H_f = 0,7 \times 2,33 = 1,65 \text{ м}$

Матеріали:

Бетон класу C12/15: $f_{cd} = 8,5 \text{ МПа}$

Арматура класу A400C: $f_{cd} = 365 \text{ МПа}$, $j_b = 0,9$

Колони з бетону класу C25/30

Поздовжня арматура – A400C

Поперечна арматура – A240C

Початковий модуль пружності бетону: $E_{ck} = 3,0 \times 10^5 \text{ т/м}^2$

Розрахунок колони підвального поверху

З урахуванням коефіцієнта j_n зусилля становлять:

$$N_{ed1} = 1122 \times 0,95 = 1065,9 \text{ кН}$$

$$N_{edlob} = 1122 \times 0,95 = 1065,9 \text{ кН}$$

Розміри перерізу: $b_c \times h_c = 40 \times 40 \text{ см}$

Попередньо приймаємо відношення $N_{edlob} / N_{ed} = 1$

Гнучкість колони:

$$\lambda = l_0 / d = 2,35 / 0,40 = 5,87$$

Ексцентриситет:

$$l_a = d / 30 = 40 / 30 = 1,33 \text{ см}$$

Розрахунок армування колони

Приймаємо процент армування: $\mu = 1,0\%$

$$\mu = A_s / (R_b \cdot b \cdot h) = 0,01 \rightarrow \mu = 0,48$$

Коефіцієнти: $\varphi_b = 0,92$; $\varphi_r = 0,92$

$$\varphi = \varphi_b + 2(\varphi_r - \varphi_b) \cdot a = 0,92 + 2(0,92 - 0,92) \cdot 0,48 = 0,92$$

Потрібна площа перерізу поздовжньої арматури:

$$\begin{aligned} A_s + A_{s'} &= (N_{ed} / (\varphi \cdot R_{sc})) - (A \cdot f_{cd} \cdot j_b^2 / f_y) \\ &= (1065900 / (0,92 \cdot 365 \cdot 100)) - (40 \cdot 40 \cdot 8,5 \cdot 0,9 / 365) \\ &= 10,18 \text{ см}^2 \end{aligned}$$

Приймаємо 4Ø18 А400С: $A_s = 10,18 \text{ см}^2$

Фактична несуча здатність перерізу:

$$\begin{aligned} N_{ed,fc} &= \eta \cdot \varphi \cdot (R_b \cdot j_b^2 \cdot A + \Sigma A_s \cdot R_{sc}) \\ &= 1,0 \cdot 0,92 \cdot (8,5 \cdot 0,9 \cdot 1600 + 10,18 \cdot 365) \\ &= 946,79 \text{ кН} < 1065,9 \text{ кН} \end{aligned}$$

Несуча здатність перерізу забезпечена.

Поперечну арматуру приймаємо діаметром 5 мм класу А240С з кроком 300 мм, що менше ніж $20d_1 = 360 \text{ мм}$ і менше $h_c = 400 \text{ мм}$.

Розрахунок колони першого поверху

$$N_{ed} = 898,6 \cdot 0,95 = 853,67 \text{ кН}$$

$$N_{edlob} = 674,6 \cdot 0,95 = 640,87 \text{ кН}$$

Відношення:

$$N_{edlob} / N_{ed} = 640,87 / 853,67 = 0,75$$

$$\text{Гнучкість колони: } \lambda = 420 / 40 = 10,5 > 4$$

Випадковий ексцентриситет

$$l_a = d / 30 = 40 / 30 = 1,33 \text{ см}$$

$$e_0 = l_0 / 600 = 420 / 600 = 0,7 \text{ см}$$

$$l_a = 1,33 \text{ см}$$

$$\eta = 1$$

$$\varphi_b = 0,886; \varphi_r = 0,898$$

$$\varphi = \varphi_b + 2(\varphi_r - \varphi_b) \cdot a = 0,886 + 2(0,898 - 0,886) \cdot 0,48 = 0,894$$

$$\varphi = 0,894 < \varphi_r = 0,898$$

$$\mu = f_y / (f_{cd} \cdot j_b^2) = 365 / (8,5 \cdot 0,9) = 0,48$$

Перевірка армування та розрахунок стиску колони

Потрібна площа перерізу арматури:

$$\begin{aligned} A_s + A_{s'} &= (853670 / (0,89 \cdot 1 \cdot 365 \cdot 100)) - (1600 \cdot 8,5 \cdot 0,9 / 365) = \\ &= 9,49 \text{ см}^2 \end{aligned}$$

Приймаємо 4Ø18 А400С з $A_s = 10,18 \text{ см}^2$

Фактична несуча здатність колони:

$$N_{ed,fc} = \eta \cdot \varphi \cdot (f_{cd} \cdot j_b^2 \cdot A + \Sigma A_s \cdot R_{sc})$$

$$= 1,0 \cdot 0,894 \cdot (8,5 \cdot 0,9 \cdot 1600 + 10,18 \cdot 365)$$

$$= 1055,48 \text{ кН} > 853,67 \text{ кН}$$

Поперечна арматура: $\varnothing 6$ мм, класу А240С, з кроком 300 мм $< 20d_1 =$
 $= 360$ мм

Розрахунок стиску колони

Розглядається стиснення між підвальним і першим поверхами:

$$N_{ed} = 853,67 \text{ кН}$$

Площа перерізу торця колони з ослабленням підрядками:

$$A_{bh} = (400 - 2 \cdot 100) \cdot 400 = 80000 \text{ мм}^2$$

Розрахунковий переріз прийнято як площу ядра, обмеженого зварними сітками та захисним шаром бетону не менше 15 мм:

$$A_o = (200 - 30)(400 - 30) = 62900 \text{ мм}^2 = 629 \text{ см}^2$$

Центруюча прокладка: $t = 120$ мм \rightarrow габарит по плану $400 / 4 = 100$ мм

$$\text{Площа згинання: } A_{loc} = 200 \times 200 = 40000 \text{ мм}^2$$

Необхідна приведена міцність бетону при згинанні:

$$f_{cd,red} = N_{ed} / A_{loc} = 853670 / 40000 = 21,3 \text{ МПа}$$

$$\text{Коефіцієнт косоного армування: } \mu = 0,0125$$

Прийнято зварні сітки з дроту $\varnothing 5\text{Вр}1200$ з $R_s = 360$ МПа та

$$A_s = 0,196 \text{ см}^2$$

$$\text{Коефіцієнт } \psi = (\mu_s \cdot R_s) / (R_b + 10) = (0,0115 \cdot 360) / (8,5 + 10) = 0,2$$

Коефіцієнти ефективності косоного армування

$$\varphi = 1 / (0,23 + \psi) = 1 / (0,23 + 0,2) = 2,33$$

Коефіцієнти, які характеризують напружений стан зминання:

$$\varphi_b = \sqrt{(A_{sp} / A_{loc})} = \sqrt{(80000 / 40000)} = 1,26 < 3,5$$

$$\varphi_s = 4,5 - 3,5 \cdot (A_{loc} / A_o) = 4,5 - 3,5 \cdot (40000 / 62900) = 2,27$$

Приведена міцність бетону на зминання:

$$R_{b,red} = j_b^2 \cdot R_b \cdot \varphi_b + \varphi \cdot \mu_s \cdot R_s \cdot \varphi_s$$

$$= 0,9 \cdot 8,5 \cdot 1,26 + 2,33 \cdot 0,0125 \cdot 360 \cdot 2,27 = 33,44 \text{ МПа} > 21,30 \text{ МПа}$$

Розрахунок консолі колони

Міцність стиску при монтажі забезпечена. Сітки утворені перетином:

4Ø5Вр1200 з $l_1 = 370$ мм і 8Ø5Вр1200 з $l_2 = 170$ мм

Потрібний крок сіток:

$$S = (A_s \cdot (n_1 \cdot l_1 + n_2 \cdot l_2)) / (A_o \cdot \mu_s) = (19,6 \cdot (4 \cdot 370 + 8 \cdot 170)) / (62900 \cdot 0,0125) = 70,8 \text{ мм}$$

Приймаємо $S = 60$ мм

Розрахунок консолі колони

Максимальна розрахункова реакція від ригеля перекриття (при $j_u = 0,95$):

$$V_{Ed} = 71,3 \cdot 0,95 = 202,35 \text{ кН}$$

Мінімальний винос консолі з умов згинання під ригелем:

$$l_{pm} = V_{Ed} / (b \cdot f_{cd} \cdot j_d^2) = 202350 / (4 \cdot 8,5 \cdot 0,9 \cdot 100) = 6,6 \text{ см}$$

З урахуванням зазору між торцем ригеля та гранню колони 5 см:

$$l_c = l_{pm} + 5 = 6,6 + 5 = 11,6 \text{ см} \rightarrow \text{приймаємо } 15 \text{ см}$$

Висота перерізу колони

$$h_{max} \leq V_{Ed} / (2,5 \cdot f_{cd} \cdot d) = 202350 / (2,5 \cdot 0,75 \cdot 100 \cdot 0,9 \cdot 40) = 29,9 \text{ см}$$

$$a = l_c - V_{Ed} / (2 \cdot b \cdot f_{cd} \cdot j_d^2) = 15 - (202350 / (2 \cdot 40 \cdot 8,5 \cdot 0,9 \cdot 100)) = 24 \text{ см}$$

$$h = 25 \text{ см}; h_o = h - a = 25 - 3 = 22 \text{ см}$$

Розрахунок згинального моменту

$$M_{Ed} = 1,25 \cdot Q \cdot a = 1,25 \cdot 202350 \cdot 0,12 = 30,35 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

$$A_o = M_{Ed} / (f_{cd} \cdot j_d^2 \cdot d \cdot d) = 3025250 / (8,5 \cdot 0,9 \cdot 100 \cdot 40 \cdot 22^2) = 0,2$$
$$\xi = 0,23; \eta = 0,885$$

$$A_s = M_{Ed} / (\eta \cdot d \cdot h_s) = 3035250 / (0,885 \cdot 22 \cdot 365 \cdot 100) = 4,27 \text{ см}^2$$

Приймаємо Ø18 А400С з $A_s = 5,09 \text{ см}^2$; конструктивно також приймаємо 2Ø12 А400С з $A_s = 2,26 \text{ см}^2$

Консоль підсилена мостовою сталлю (пластиною) товщиною $t = 10$ мм

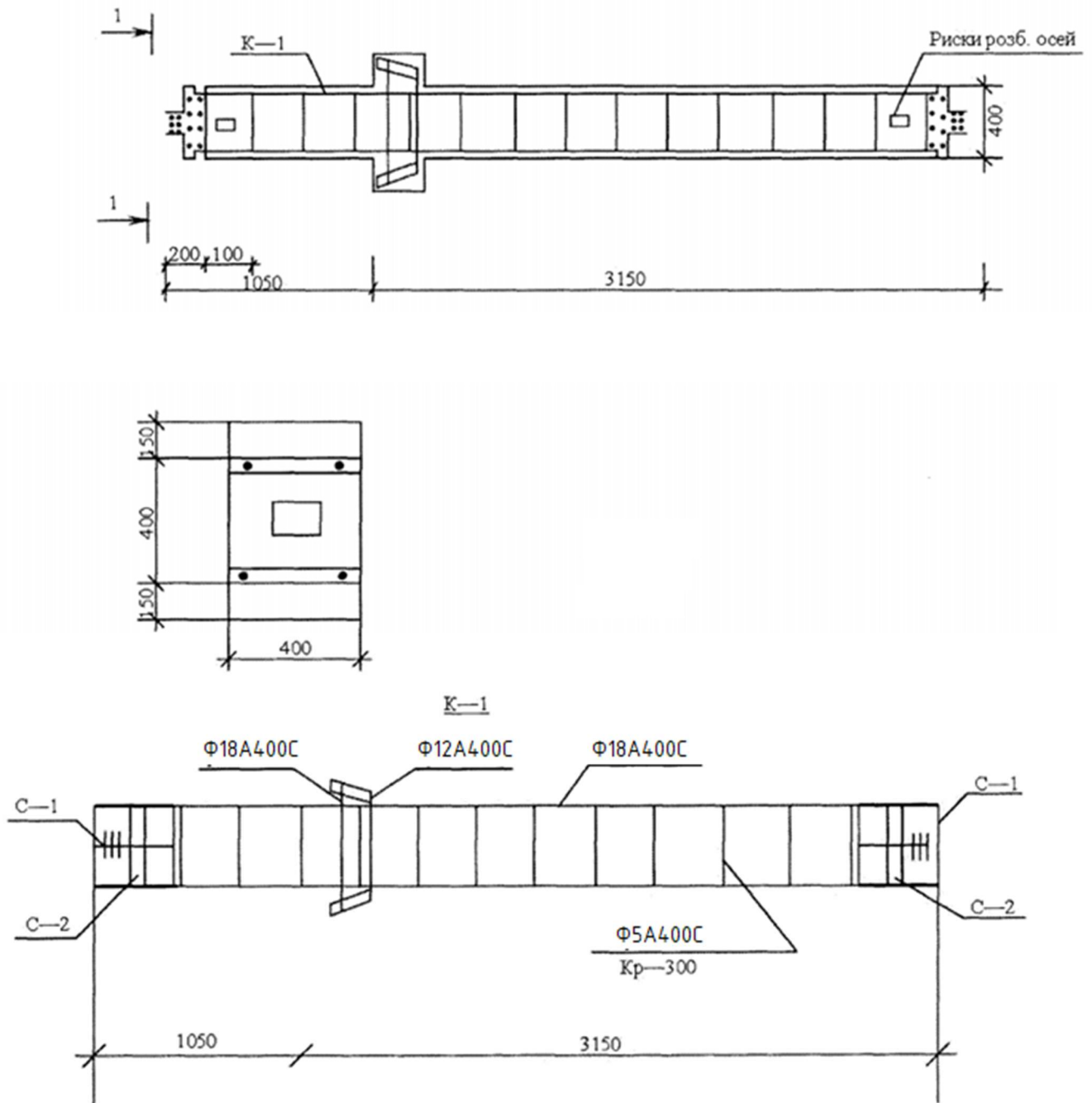


Рис. 2.2. Армування колони

2.3. Розрахунок фундаментів

Несучу здатність палі висячого типу, що занурюється в ґрунт без його виймання та працює на сприйняття стискуючого навантаження, слід визначати як сумарне значення розрахункових опорів ґрунту під нижнім торцем палі та вздовж її бічної поверхні за такою формулою:

$$F_d = j_c(j_c R \cdot R \cdot A + u \cdot \sum(j_c f_i \cdot h_i))$$

де:

$j_c = 1$ — коефіцієнт умов роботи палі в ґрунті;

$u = 0,4 \cdot 4 = 1,6$ м — периметр поперечного перерізу палі;

$A = 0,4 \cdot 0,4 = 0,16$ м² — площа спирання палі на ґрунт;

$R = 5400$ кПа — розрахунковий опір ґрунту під нижнім торцем палі;

$l_{pile} = 12$ м — довжина палі;

$h_2 = 10$ м — суглинки;

$h_3 = 2$ м — напівтверда глина;

$f_2 = 27$ кПа — розрахунковий опір ґрунту на бічній поверхні палі;

$f_3 = 42$ кПа — розрахунковий опір ґрунту нижнього шару на бічній

поверхні палі;

$j_{cR} = 1,0$; $j_{cf} = 1,0$ — коефіцієнти умов роботи палі;

Розрахунок:

$F_d = 1,0 \cdot (5400 \cdot 0,16 \cdot 1,6 + 1,0 \cdot (27 \cdot 10 + 42 \cdot 2)) = 864 + 566 = 1430$ кН

Несучу здатність палі в складі палі фундаменту визначають за умовою:

$$N_{ed} \leq F_d / j_k$$

де:

$N_{ed} = 2128$ кН — розрахункове навантаження на палі в куці;

$j_k = 1,2$ — коефіцієнт надійності;

$N_{ed_single} = 533$ кН — розрахункове зусилля на одну палю.

Кількість палей:

$$n = (N_{ed} \cdot j_k) / F_d = (2128 \cdot 1,2) / 1430 = 1,787 \rightarrow \text{приймаємо } n = 4$$

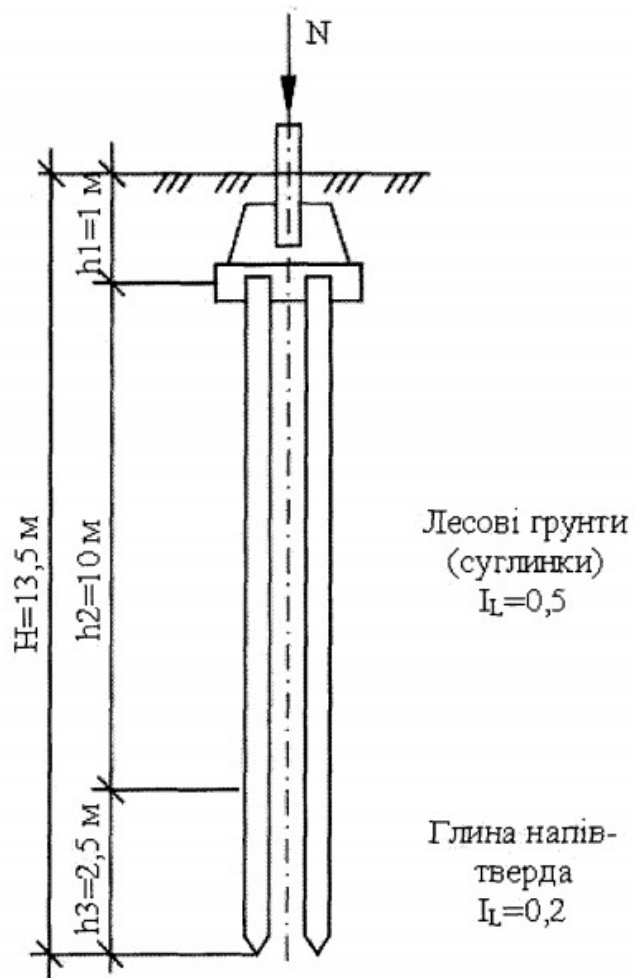


Рис 2.3. Схема геологічного розрізу

Розрахунок пальових фундаментів за деформаціями

Розрахункове зусилля на одну палю:

$$N_{ed} = N_{ed_total} / n = 2128 / 4 = 533 \text{ кН}$$

Розрахунок пальових фундаментів за деформаціями необхідно виконувати відповідно до умови:

$$S \leq S_u$$

де:

S — сумісна деформація палі, пальового фундаменту та споруди;

S_u — граничне значення сумісної деформації основи пальового фундаменту та споруди.

Розрахунок фундаменту із висячих паль та його основи за деформаціями виконується за методикою, прийнятою для умовного фундаменту на природній основі відповідно до вимог ДБН.

Межі умовного фундаменту визначаються таким чином:

- знизу — площиною АБ, що проходить через нижні кінці паль;
- з боків — вертикальними площинами АБ та БГ, розташованими поза межами крайніх рядів вертикальних паль.

Розрахунок середнього кута внутрішнього тертя

Верхня межа умовного фундаменту визначається поверхнею планування ґрунту.

Відстань до межі визначається за формулою:

$$h \cdot \operatorname{tg}(\varphi_{\text{II,mt}}) / 4$$

Середнє розрахункове значення кута внутрішнього тертя ґрунту $\varphi_{\text{II,mt}}$ визначається за формулою:

$$\varphi_{\text{II,mt}} = (\sum \varphi_{\text{II,i}} \cdot h_{\text{i}}) / (\sum h_{\text{i}})$$

де:

$\varphi_{\text{II,i}}$ — розрахункове значення кута внутрішнього тертя для окремих шарів ґрунту;

h_{i} — товщина відповідного шару ґрунту.

h — глибина занурення палі в ґрунт.

Власна вага умовного фундаменту при розрахунку його осадки враховує:

- вагу паль;
- вагу ростверку;
- вагу ґрунту в межах об'єму умовного фундаменту.

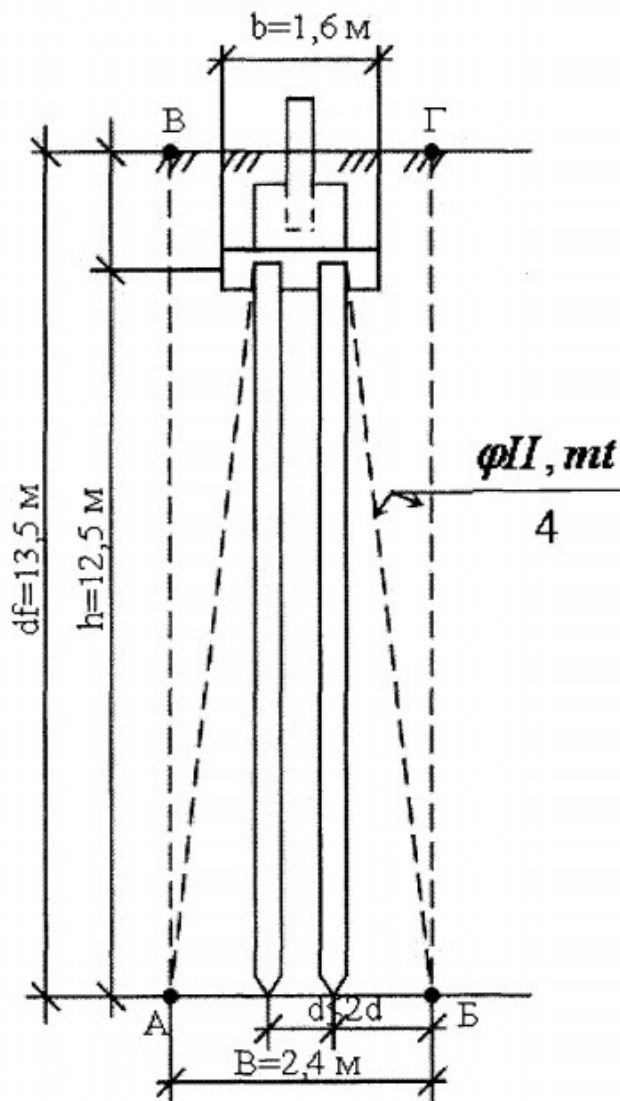


Рис. 2.4. Визначення меж умовного фундаменту при розрахунку осадок пильових фундаментів

Розрахунок основи умовного фундаменту

1. Лесові ґрунти:

$$\Pi_L = 0,5; \varphi = 18^\circ; \varphi_{\text{II}} = \varphi / j_{\varphi} = 18^\circ / 1,15 \approx 16^\circ$$

$$E = 12 \text{ МПа}; j_1 = 17 \text{ кН/м}^3$$

2. Глина напівтверда:

$$\Pi_L = 0,2; \varphi = 20^\circ; \varphi_{\text{II}} = 20^\circ / 1,15 \approx 17^\circ$$

$$E = 24 \text{ МПа}; j_1 = 22 \text{ кН/м}^3$$

$$\varphi_{\text{II,mt}} = (16^\circ \cdot 10 + 17^\circ \cdot 2,5) / 12,5 = 16,2^\circ \approx 16^\circ$$

Розрахунок ширини умовного фундаменту:

$$B = d + 2 \cdot h \cdot \operatorname{tg}(\varphi_{\text{II,mt}} / 4) \\ = 0,8 + 2 \cdot 12,5 \cdot \operatorname{tg}(4^\circ) = 2,55 \text{ м}$$

Приймаємо остаточно: $B = 2,4 \text{ м}$

Знаючи розміри підшви умовного фундаменту АБВГ, що включає ґрунт, палі, ростверк, а також глибину закладання:

$$d_f = h_t + d = 12,5 + 1,0 = 13,5 \text{ м}$$

Розрахунок середньої інтенсивності тиску по підшві

$$P_{\text{mt,II}} = (N_{\text{ed0II}} + G_{\text{pII}} + G_{\text{fII}} + G_{\text{gII}}) / (B \cdot l_c)$$

де:

$N_{\text{ed0II}} = 2128 \text{ кН}$ — розрахункове вертикальне навантаження;

$G_{\text{pII}} = 1,96 \cdot 4 \cdot 25 = 196 \text{ кН}$ — вага палі;

$G_{\text{fII}} = 1,00 \cdot 25 = 25 \text{ кН}$ — вага ростверку;

$G_{\text{gII}} = (17 \cdot 11,0 + 22 \cdot 2,5) \cdot 2,4 \cdot 2,4 = 1394 \text{ кН}$ — вага ґрунту в межах об'єму умовного фундаменту

$$P_{\text{mt,II}} = (2128 + 196 + 25 + 1394) / (2,4 \cdot 2,4) = 650 \text{ кПа}$$

Розрахунок опору ґрунту основи

$$R = (j_{c1} \cdot j_{c2} / K) \cdot [M_{jKz} \cdot b \cdot j_1 + M_g \cdot d_1 \cdot j_{ll} \cdot (M_g - 1) \cdot d_b \cdot j_{ll} + M_c \cdot \sigma_{ll}]$$

$$= (1,25 \cdot 1,00 / 1,00) \cdot [0,39 \cdot 1,0 \cdot 2,4 \cdot 22 + 2,57 \cdot 13,5 \cdot 18,0 + 5,12 \cdot 45]$$

$$= 1,25 \cdot (20,60 + 625 + 231,80) = 1096 \text{ кПа}$$

де:

$$j_{c1} = 1,25; j_{c2} = 1,0; K = 1,0; \varphi_{\text{II}} = 17^\circ;$$

$$M_{jKz} = 0,39; M_{\text{едг}} = 2,57; M_{\text{ст}} = 5,15; b = 2,4 \text{ м}; Kz = 1,0$$

$$j_1 = 22 \text{ кН/м}^3;$$

$$j_{ll} = (22 \cdot 2,5 + 17 \cdot 11,0) / 13 = 18 \text{ кН/м}^3$$

$$d_f = 13,5 \text{ м}; d_b = 0$$

$$\sigma_{\text{II}} = c_n / (j_g \cdot c) = 68 / 1,5 = 45 \text{ кПа}$$

Середній тиск по подошві фундаменту:

$$p_{mt,II} = 650 \text{ кПа} < R = 1096 \text{ кПа}$$

Осадка фундаменту

$$P = 650 \text{ кПа}$$

$$\sigma_{zg} = j \cdot d_f = 18 \cdot 13,5 = 243 \text{ кПа}$$

$$d_f = 13,5 \text{ м}; b = 2,4 \text{ м}$$

$$\sigma_{zpo} = p - \sigma_{zg} = 650 - 243 = 407 \text{ кПа}$$

Подальші розрахунки буде подано у вигляді таблиці 1.

$$\eta = 1 / b = 2,4 / 2,4 = 1,0$$

Таблиця 1 – Розрахунок тиску по глибині

z (м)	d+z (м)	σ_{zg} (кПа)	$0.2 \cdot \sigma_{zg}$ (кПа)	$\xi = 2z / b$	a	$\sigma_{гр.}$ (кПа)	$\sigma_{гр.ср.}$ (кПа)
0.0	13.5	243.0	48.6	0.0	1.0	407.0	364.0
1.0	14.5	267.0	53.6	0.83	0.778	325.0	247.0
2.0	15.5	286.0	57.7	1.67	0.465	147.0	nan
3.0	16.5	307.0	61.6	2.5	0.246	97.0	135.0
4.0	17.5	337.0	66.7	3.33	0.172	61.65	82.33

$$S = (0,8 \cdot 1,0 / 24 \cdot 10^3) \cdot (364 + 248 + 138 + 80,33) = 27,7 \text{ мм} = 2,8 \text{ см} < S_u = 8 \text{ см}$$

Отже, умова допустимої осадки виконана.

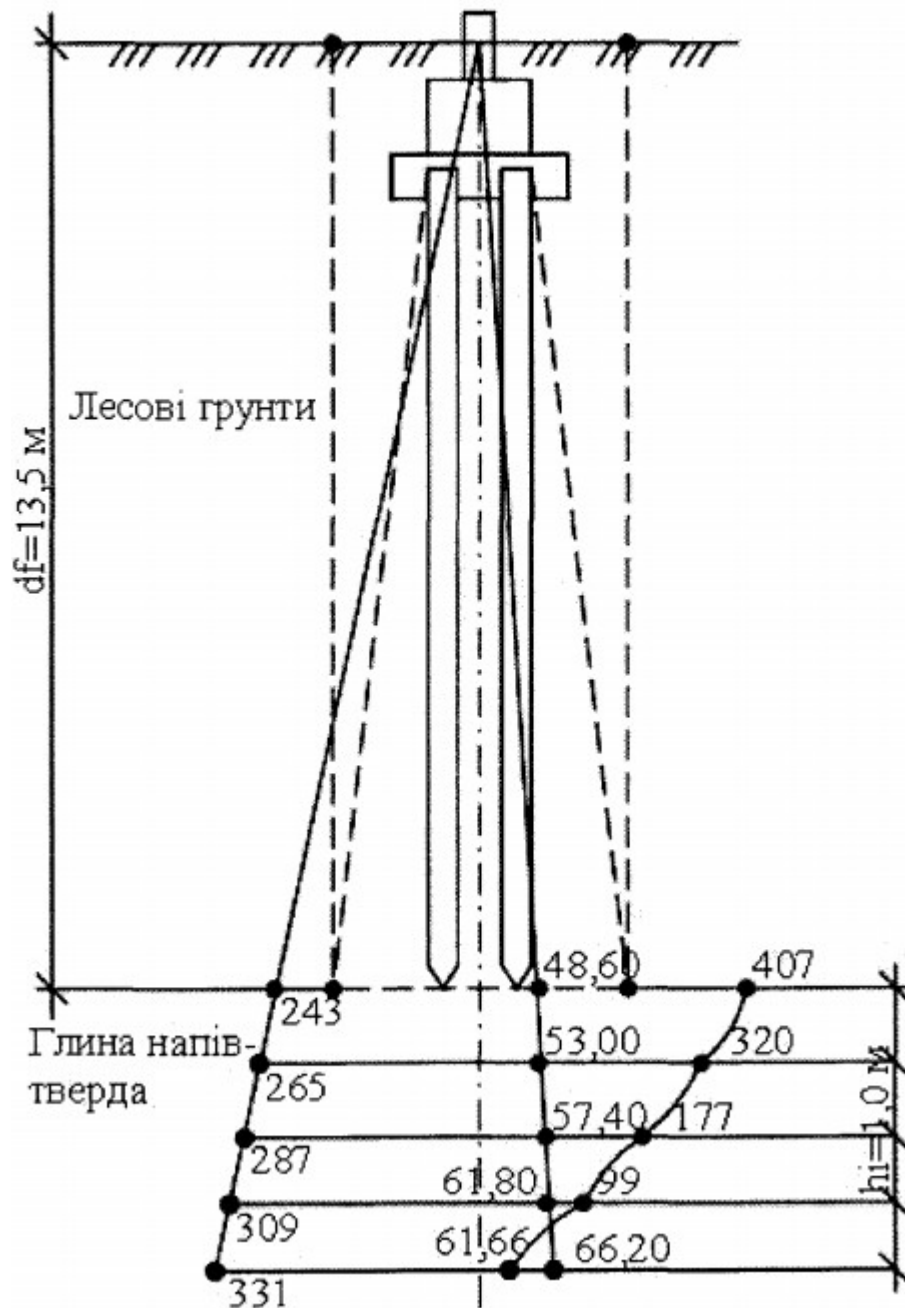


Рис. 2.5. Схема розподілу вертикальних напружень у лінійно-деформованому напівпросторі під основою фундаменту.

2.4. Розрахунок ростверка

Ростверк типу I (на 4 палі). Розрахунок виконується відповідно до рекомендацій щодо проєктування ростверків пальових фундаментів, що застосовуються під колони будівель і споруд промислового призначення.

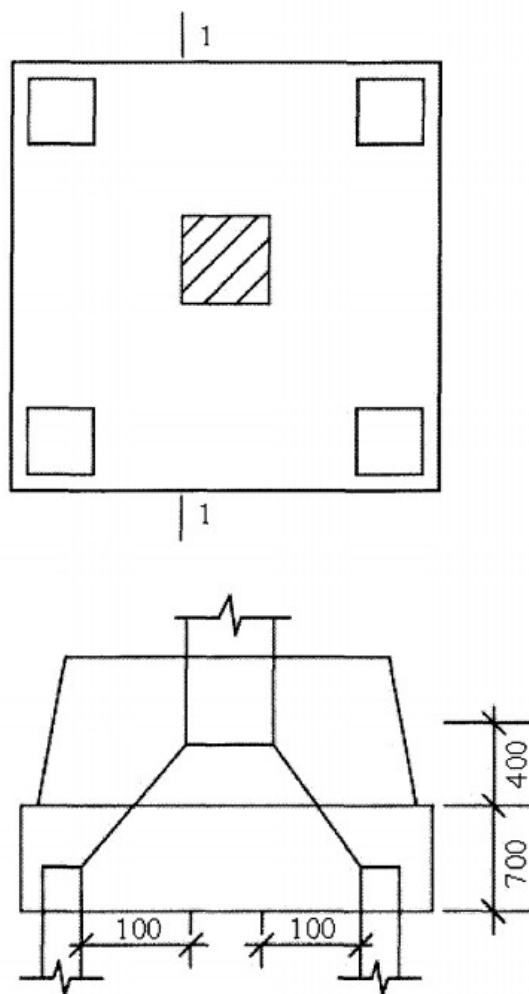


Рис. 2.6. Схема ростверка.

Розрахунок на продавливання колоною

Перевірка здійснюється за умовою:

$$g \leq 2a_1(d_k + c_1) \cdot h_1 \cdot f_{cd}$$

Відношення:

$$a' / d_1 = 0,1 / 0,9 = 0,11$$

Згідно з табл. 1 приймаємо: $a_1 = 5,24$

$$h_1 = 900 - 60 = 840 \text{ мм}$$

$$P = 60 \cdot 4 = 240 \text{ тс}$$

Приймаємо бетон класу C15/20:

$$f_{cd} = 6 \text{ кгс/см}^2$$

Розрахункове значення:

$$5,24 \cdot (40 + 10) \cdot 846 = 254100 \text{ кгс} > P = 240 \text{ кгс}$$

Висновок: умова продавлювання виконується.

Розрахунок міцності похилих перерізів

Виконується перевірка умови:

$$V_{Ed} \leq m \cdot b \cdot d \cdot f_{cd}$$

де:

- V_{Ed} — сума реакцій усіх паль за межами похилого перерізу;
- m — коефіцієнт, що визначається за табл. 3 залежно від співвідношення l/d :
 $l/d = 10/44 = 0,23 \Rightarrow m = 2,45$

Максимальне значення поперечної сили, яке може сприйняти плита
ростверка по похилому перерізу:

$$V_{Ed} = 2,45 \cdot 1,4 \cdot 0,44 \cdot 60 = 90,6 \text{ тс} < 120 \text{ тс}$$

Після збільшення висоти ростверка:

$$d = 70 \text{ см}; d_1 = 63 \text{ см}$$

$$V_{Ed} = 2,45 \cdot 1,4 \cdot 0,63 \cdot 60 = 130 \text{ тс}$$

Розрахунок по згинальному моменту

У перерізі 1—1 по межі колон:

$$M_{Ed.a-1} = 2 \cdot P_{cb} \cdot 0,25 = 2 \cdot 60 \cdot 0,25 = 30 \text{ тс} \cdot \text{м}$$

Площа арматури:

$$A_{s'} = M_{Ed} \cdot (a - 1) / (0,9 \cdot d \cdot f_{cd}) = 30 \cdot 10^5 / (0,9 \cdot 63 \cdot 3600) = 14,7 \text{ см}^2$$

Приймаємо арматуру 7Ø18 А400С

Площа поперечного перерізу: $F_a = 17,81 \text{ см}^2$ (ячейка 200×200)

Навантаження на 1 м:

$$g = N_{Ed} / (1,4 \cdot 1) = 240 / (1,4 \cdot 1) = 171,4 \text{ тс/м}$$

Перевірка моменту:

$$M_{Ed} = (q \cdot l^2) / 8 = (171,4 \cdot 0,9^2) / 8 = 17,3 \text{ тс} \cdot \text{м} < 30 \text{ тс} \cdot \text{м}$$

Розділ 3

Технологія та організація будівництва

3.1. Визначення складу та обсягів будівельно-монтажних робіт

Склад та обсяги запроєктованих будівельно-монтажних робіт визначено у табличній формі. Усі підрахунки систематизовано й узагальнено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Визначення складу та обсягів будівельних робіт

№ п/п	Види робіт	Ескізи, формули підрахунку	Одиниця виміру	Кільк.
Підготовчі роботи				
1	Проведення внутрішньомайданчикових заходів		%	6
Земляні роботи				
2	Механізоване розроблення котловану у відвал		1000м ³	1,59
3	Розробка ґрунту з навантаженням на самоскиди		1000м ³	7,9
4	Ручне копання котловану		100м ³	2,1
5	Зворотна засипка траншей та котлованів бульдозером		1000м ³	1,58
6	Ущільнення ґрунту за допомогою трамбівок		100м ²	13,6
7	Забивання залізобетонних паль	план фонд	шт	693
8	Обрізання оголовок паль	план фонд	шт	693
9	Улаштування бетонної підготовки		м ³	68,3
10	Монтаж ростверка		м ³	396,4
11	Улаштування фундаментної частини під колони	план колон	м ³	
12	Монтаж фундаментних балок		шт	28
Надземна частина				
Стіни				
14	Зведення стін з газоблоків		м ³	1325
15	Мурування з керамічної цегли		м ³	32,0

16	Мурування неармованих стін з газоблоків		100м2	48,3
17	Монтаж залізобетонних плит підвіконь		100м2	0,93
18	Монтаж і демонтаж інвентарних трубчастих риштувань		100м2 гп	3,45
Каркас				
19	Опалубка щитова дерев'яна для колон		100м3	1,65
20	Монтаж арматури з в'язанням вузлів у колони		т	7,6
21	Бетонування колон з використанням бетононасоса		100м3	1,91
Перекриття				
22	Монтаж і демонтаж риштувань для перекриттів		100м	17,3
23	Опалубка дерев'яна для перекриттів		100м3	12,9
24	Армування плит перекриття з в'язанням вузлів		т	174
25	Бетонування плит перекриття бетононасосом		100м3	6,45
Сходи				
26	Монтаж сходових маршів	-	100шт.	0,22
27	Монтаж балок під сходові площадки	-	100шт.	0,11
Підлоги				
28	Ущільнення ґрунту щебеневою підсипкою		100м2	15,93
29	Улаштування бетонної підготовки		м3	351,9
30	Обмазувальна гідроізоляція бітумною мастикою		100м2	15,93
31	Улаштування цементної стяжки		100м2	1,2
32	Улаштування дощатого покриття		100м2	16,18
Покриття				

33	Опалубка металева щитова до 1 м ² для монолітного парапету		100м ²	6,08
34	Армування плит перекриття та парапету		т	0,621
35	Бетонування плит перекриття та парапету бетононасосом		100м ³	1,82
36	Влаштування цементно-піщаної стяжки		м ³	24,42
37	Утеплення мінераловатними плитами		100м ²	12,21
38	Улаштування пароізоляційного шару		100м ²	12,21
39	Цементно-піщана армована стяжка з сіткою 4 Вр-I 150×150 мм		м ³	30,525
40	Гідроізоляційне покриття		100м ²	12,21
41	Монтаж секцій купола (висота до 20 м, маса до 3 т)		т	4,8711
42	Скління купола		100м ²	5,35
43	Напилення гідропінополіуретану		100м ²	12,21
Вікна				
44	Монтаж металопластикових віконних блоків		100м ²	2,25
45	Встановлення віконних зливів		100м	1,29
46	Монтаж сталевого каркаса під вітражі		100м	43,5
47	Заповнення каркасу вітражними склоблоками		100м ²	52,3
Двері				
48	Монтаж ламінованих дверей із кріпленням анкерами	-	шт.	67
Внутрішнє опорядження				
49	Цементно-вапняне поліпшене штукатурення стін		100м ²	337,5
50	Фінішне шпаклювання стін вручну		100м ²	332,42

51	Фінішне шпаклювання стель вручну		100м2	32,22
52	Фарбування стін акриловими фарбами		100м2	337,5
53	Фарбування стель акриловими фарбами		100м2	32,22
54	Облицювання стін глазурованою плиткою		100м2	10,3
55	Фасадне утеплення мінеральними плитами з декоративним покриттям CEREZIT		100м2	44,6
56	Фарбування фасадних поверхонь		100м2	44,6
57	Улаштування декоративних елементів фасаду, включно з водостоками		100м2	25,4
Спеціальні роботи				
58	Сантехнічне оснащення будівлі		%	5
59	Електромонтажні роботи		%	3
60	Система газопостачання		%	5
61	Здача об'єкта в експлуатацію		%	2
Благоустрій				
62	Загальний благоустрій території	-II-	%	10
63	Резерв на непередбачувані роботи	-II-	%	15

Таблиця 3.2. Калькуляція трудозатрат

Номер процесу	Назва процесу	Одиниці виміру	Обсяг робіт	На одиницю виміру		На весь обсяг		Склад ланок		
				Норма часу, люд.-год.	Норма часу, маш.-год.	Затрати праці, люд.-год.	Затрати праці, маш.-год.	Професія	Розряд	Кількість робітників
1	Планування площ бульдозерами	1000м2	6,86	0,39	0,39	2,88	3,26	Машиніст	7	1
2	Розроблення ґрунту котловану ескав. у відвал	1000м3	0,8	15,49	33,66	12,08	27,6	Машиніст	7	1
3	Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами	1000м3	3,64	18,02	52,36	79,26	227,73	Машиніст	5	2
4	Розроблення ґрунту вручну в траншеях глибиною до 2 м	100м3	1,2	200,6	-	263,15	-	Землекоп	2 1	3 3
5	Засипка траншей і котлованів бульдозерами	1000м3	0,84	11,75	11,75	8,53	9,3	Машиніст	5	1
6	Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками	100м3	7,33	18,36	22,3	132,17	166,54	Землекоп	3	2
7	Влаштування бетонної підготовки	100м3	2,28	195,8	17,66	544,65	47,45	Машиніст Бетонувальн ик	4 4	1 1
8	Монтажно-демонтажні роботи і розбирання металевої щитової опалубки стрічковий фундамент	100м3	1,18	281,3	102,7	297,32	119,31	Слюсар будівельний	4 3 2	1 1 1

9	Монтажно-демонтажні роботи і розбирання металевої щитової опалубки під колони	100м3	7,77	105,2	38,43	775,54	303,56	Слюсар будівельний	4 3 2	1 1 1
10	Встановлення арматури окремими стрижнями	т	34,11	25,68	0,38	838,34	12,66	Арматурник	5 2	1 1
11	Монтаж бетонної суміші в конструкції бетононасосами	100м3	0,13	57	21	7,37	2,54	Машиніст бетононасосної установки Бетонувальник	4 2	1 1
12	Монтаж бетонної суміші в конструкції бетононасосами. Масиви, окремі фундаменти і плитні основи	100м3	1,06	60	23	59,16	21,35	Машиніст бетононасосної установки Бетонувальник	4 2	1 1
13	Влаштування гориз. гідроізоляції	1м2	235,44	1,34	0,02	278,65	4,17	Гідроізолювальники	4 2	1 1
14	Кладка зовнішніх стін з газосилікатних блоків	1м3	1195,89	6,08	0,43	7544,03	629,84	Муляр	2	2
15	Кладка внутрішніх стін з цегли керамічної	1м3	31,72	6,92	0,98	205,87	29,03	Муляр	4 3	1 1
16	Кладка перегородок неармованих з газосилікатних блоків	100м2	46,26	162,7	3,24	8221,75	170,75	Муляр	4	2

17	Монтаж підвіконних залізобетонних плит	100м2	0,94	154,8	6,81	159,22	6,31	Монтажник	5 4 3	1 1 1
								Машиніст крану	6	1
18	Монтаж й розбирання внутрішніх інвентарних трубчастих риштувань	100м2	3,04	110,9	-	340,05	-	Слюсар будівельний	4 3	1 2
19	Монтажно-демонтажні роботи і розбирання дерев'яної щитової опалубки для улаштування колон	100м3	1,57	1570,18	21,74	2532,49	37,53	Тесляр	6 4 3 2	1 1 1 1
20	Встановлення арматури окремими стрижнями із в'язанням вузлів в колони	т	7,6	25,5	0,5	192,53	13,47	Арматурник	5 2	1 1
21	Монтаж бетонної суміші в конструкції бетононасосами.	100м3	1,85	210	92	360,51	150,86	Машиніст бетононасосної установки Бетонувальник	4 2	1 1
22	Монтажно-демонтажні роботи і розбирання риштувань	100м	17,56	54,15	2,42	884,49	39,74	Тесляр	3 2	1 1
23	Монтажно-демонтажні роботи і розбирання дерев'яної щитової опалубки	100м3	7,06	316,4	7,81	2229,75	49,82	Тесляр	6 4 3 2	1 1 1 1
24	Встановлення арматури окремими стрижнями із	т	94,72	24,27	0,5	2341,55	41,74	Арматурник	5 2	1 1

	в'язанням вузлів в плити покриття і перекриття									
25	Монтаж бетонної суміші в конструкції бетононасосами.	100м3	6,05	96	39	708,46	253,28	Машиніст бетононасосної установки Бетонувальник	4 2	1 1
26	Монтаж сходових маршів	100шт	0,21	423,4	114,7	80,0	25,1	Монтажник Машиніст крану	4 3 2 6	2 1 1 1
27	Монтаж балок для обпирання сходових площадок	100шт	0,12	266,8	64,08	28,54	6,47	Монтажник Машиніст крану	5 4 3 6	1 1 1 1
28	Ущільнення ґрунту щебенем	100м2	19,96	56,25	4,69	1274,57	98,96	Бетонувальник	3 2	3 1
29	Влаштування підстиляючих бетонних шарів	м3	16,37	38,39	2,72	607,37	42,76	Гідроізолювальники	4 2	1 1
30	Влаштування гідроізоляції обмазувальної бітумною мастикою	100м2	335,89	40,76	1,61	15419,9	564,03	Ізолювальники	3 2	1 1
31	Влаштування стяжок цементних	100м2	15,17	231,1	0,77	3827,75	13,41	Облицювальник-плиточник	4 3	1 1

32	Влаштування покриттів із дощат	100м2	17,81	71,6	0,08	1146,14	1,28	Облицювальник	4 3	1 1
33	Монтажно-демонтажні роботи і розбирання металевої щитової опалубки площею щитів до 1 м2 для влаштування монолітного парапету	100м2	5,96	105,2	38,43	596,06	254,43	Слюсар будівельний	4 3	1 1
34	Встановлення арматури окремими стрижнями із в'язанням вузлів в плити перекриття і парапету	т	0,67	24,27	0,5	14,44	0,3	Арматурник	5 2	1 1
35	Монтаж бетонної суміші в конструкції бетононасосами.	100м3	1,84	96	39	183,0	76,08	Бетонувальник	3 4	1 1
36	Влаштування стяжок цементних	100м2	24,17	56,25	4,69	1417,55	114,21	Бетонувальник	3 2	3 1
37	Утеплення покриттів плитами з мінеральної вати	100м2	11,07	63,67	1,35	803,74	15,15	Ізолювальники	3 2	1 1
38	Влаштування пароізоляції	100м2	13,03	65,73	10,97	110,53	143,6	Ізолювальники	4 2	1 1
39	Влаштування стяжок цементних	100м2	10,52	56,25	4,69	705,59	56,45	Бетонувальник	3 2	3 1
40	Монтаж секцій купола на висоті до 20 м, масою до 3 т	т	4,53							
41	Заскління купола	100м2								
42	Влаштування гідропінополіуритану	100м2	10,28	29,39	0,4	347,52	5,04	Монтажник	4 3	1 1
43	Заповнення віконних прорізів готовими блоками з металопластику	100м2	2,23	113,4	4,46	241,13	9,21	Монтажник	4 3	1 1

44	Монтаж зливів віконних	100м	1,15	20,05	0,5	26,22	0,66	Монтажник и	4 3	1 1
45	Монтаж ламінованих дверних блоків із застосуванням анкерів і монтажною піни	шт	70,95	5,06	-	352,5	-	Монтажник и	4 3	1 1
46	Монтаж металевого каркасу для скляних вітражів	100м	43,01					Монтажник и		
47	Заповнення металевого каркасу скляними блоками	100м2	51,39					Монтажник и		
49	Поліпшене штукатурення цементно-вапняним розчином стін	100м2	322,6	122,1	8,53	44252,9 8	3143,6	Штукатур	4 3 2	2 2 1
50	Оздоблювальне шпаклювання стін ручним способом	100м2	299,2 6	65	0,11	23388,0 8	39,11	Штукатур	4 3	1 1
51	Оздоблювальне шпаклювання стель ручним способом	100м2	28,75	85,7	0,11	2534,85	3,42	Штукатур	4 2	1 1
52	Фарбування акриловими фарбами стін	100м2	338,5 9	97,84	0,06	32000,5 9	21,17	Маляри	4 3	1 1
53	Фарбування акриловими фарбами стель	100м2	27,29	149,8	1,14	4638,17	38,55	Маляри	5 4	1 1
54	Облицювання глазурованою плиткою	100м2	11,03	308,6	0,33	3281,47	3,36	Облицюваль ник- плиточник	4 3	1 1
55	Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 100 мм та оздоблення декоративним	100м2	40,61	479,9	77,3	21992,1 9	3400,76	Ізолювальни ки	4 3 2	1 1 1

	розчином по технології CEREZIT.							Штукатур	5 3	1 1
56	Фарбування поверхні фарбою	100м2	45,79	9,57	0,13	466,58	1,33	Маляри	4 3	1 1
57	Влаштування облагоджень на фасадах [зовнішні підвіконня, пояски, балкони та ін.], включаючи водостічні труби	100м2	26,72	21,17	0,05	539,67	2,29	Монтажники	4 3	1 1
58	Сантехнічні роботи	%	5,0	-	-	7042,44	-	Сантехнік	3 2	1 1
59	Електромонтажні роботи	%	2,91	-	-	5059,87	-	Електрик	4 3	1 1
60	Газопостачання	%	5,26	-	-	7630,75	-	Газовик	4 2	1 1
61	Благоустрій території	%	9,1	-	-	14348,32	-	Різноробочі	3	1
62	Невраховані роботи	%	14,58	-	-	25525,9	-	Різноробочі	2	1
63	Здача об'єкта	%	1,95	-	-	3372,63	-	Різноробочі	1	1
	Всього без спецробіт					170961,06	8561,49			
	Всього зі спецроботами					199191,83	9468,51			

3.2. Обґрунтування вибору способів виконання будівельно-монтажних робіт

Земляні роботи

Земляні роботи є однією з ключових ланок початкового етапу зведення будівель і споруд. Їх виконують у чіткій технологічній послідовності з дотриманням проектних строків. До початку виконання земляного циклу на будівельному майданчику обов'язково проводяться інженерно-геологічні та гідрогеологічні дослідження з метою визначення характеристик ґрунтів, рівня залягання та режиму ґрунтових вод.

Роботи виконуються поетапно:

- розробка котловану під основний об'єм будівлі;
- профілювання укосів;
- вибірка ґрунту під фундаменти;
- улаштування траншей для інженерних мереж.

Технологічний процес розробки котловану включає: механізовану виїмку ґрунту екскаватором Е-5015А, доопрацювання вручну до проектних позначок, укладання ґрунту на бровку, подальше транспортування, формування укосів і дна, зворотне засипання пазух із ущільненням. У місцях, недоступних для техніки, засипання виконується вручну. Для зворотного засипання застосовується бульдозер ДЗ-42 на базі трактора ДТ-75.

У процесі виконання земляних робіт здійснюється геодезичний супровід відповідно до ДБН В.1.3-2:2010 "Геодезичні роботи в будівництві".

Влаштування монолітних конструкцій

Проектом передбачено виконання покрівлі у вигляді монолітної залізобетонної плити. Опалубку зі збірних металевих щитів монтують і демонтують вручну. Подачу бетонної суміші забезпечує автобетононасос Putzmeister M20-4. Роботи проводяться за захватками.

Під час бетонування колон та плит перекриття суміш подається безпосередньо до місця укладання тим же автобетононасосом. Усі монтажно-допоміжні риштування встановлюються і демонтуються вручну монтажниками.

Геодезичне забезпечення процесу здійснюється згідно з вимогами ДБН В.1.3-2:2010.

Кам'яна та армокам'яна кладка

Кладка стін виконується відповідно до проєктних рішень та вимог розділу 8 ДБН Д.2.2-8-99 «Конструкції з цегли та блоків». Контроль якості виконання і приймання проводиться згідно з цим же нормативним документом.

Під час виконання робіт у зимових умовах дотримуються вказівок ДБН Д.2.2-8-99, а також ДБН А.3.2-2:2009 «Система стандартів безпеки праці. Промислова безпека у будівництві». Подача матеріалів (цегли, газоблоків) здійснюється краном у тарі — на піддонах або в пакетах. Кладка ведеться з інвентарних риштувань.

Покрівельні роботи

Конструкція покрівлі передбачає використання гідропінополіуретану. Її тип впливає на прийнятий контур покриття та визначає вибір систем водовідведення. Запроєктовано організовану внутрішню систему водовідведення. Монтаж водостічних елементів (труб, жолобів) виконується з риштувань.

Оздоблювальні роботи

Оздоблення внутрішніх поверхонь виконується поточним методом у визначеній технологічній послідовності.

Монтаж віконних блоків здійснюється вручну.

Штукатурні роботи виконуються механізовано за допомогою машини типу САЛЮТ із подачею розчину через розчинонасос PFT ZP 3 XXL.

Малярні роботи проводяться вручну з дотриманням вимог щодо захисту оброблених поверхонь від механічних пошкоджень.

Оздоблення фасаду декоративною мінеральною штукатуркою здійснюється з риштувань.

Монтаж внутрішніх інженерних систем (сантехнічні, електротехнічні, слабкострумові) виконується після завершення основних будівельно-монтажних робіт і в межах передбачених технічних умов на стадії оздоблення приміщень.

3.3. Підбір монтажного крана

З урахуванням специфіки будівельних конструкцій, їхньої маси та технологічної послідовності монтажу елементів будівлі, виникає необхідність у виборі основного вантажопідйомного механізму — монтажного крана.

Маса основних конструктивних елементів:

1. Плити перекриття — 2,5 т;
2. Ригелі — 1,95 т;
3. Колони — 1,7 т;
4. Діафрагми жорсткості — 0,75 т;
5. Піддони з цеглою — 0,7 т.

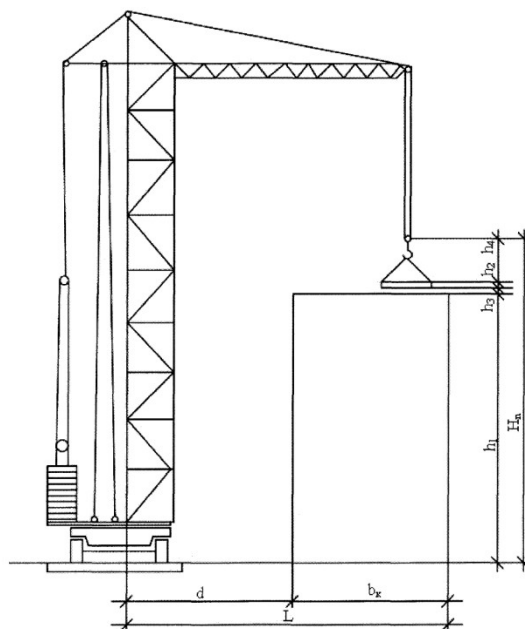


Рис. 3.1. Схема розрахунку параметрів монтажу баштового крана

У випадку використання баштових кранів із поворотною баштою та розташуванням противаги в нижній частині, визначення вильоту стріли виконується згідно з розрахунковим виразом:

h — розрахунковий виліт стріли крана;

b_n — ширина наземної частини будівлі з урахуванням виступаючих конструктивних елементів;

H_n — необхідна висота підйому гака від рівня основи крана, м;

h_1 — загальна висота будівлі, м;

h_2 — висота елемента, що монтується, м;

h_3 – відстань від верхньої позначки вантажу до його нижнього краю (у межах 0,5–1 м);

h_4 – висота захоплювального обладнання (від 2 до 4,5 м).

1. Розрахунковий виліт стріли визначається як:
2. $L = d + b_n = 5 + 54 = 59$ м.
3. Потрібна висота підйому гака обчислюється за формулою:
4. $H_n = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = 22,8 + 1 + 0,3 + 4,5 = 28,6$ м.
5. Вантажопідйомність крана визначається з урахуванням маси вантажу та захоплювального обладнання за формулою:
6. $Q = K_m \times g = 1,12 \times 4,75 = 5,3$ т,
7. де K_m — коефіцієнт, що враховує масу вантажозахватних пристроїв і можливі відхилення (у межах 1,08–1,12).

З урахуванням наведених характеристик, для монтажу будівлі обрано два баштових крани моделі КБК-160.2 з довжиною стріли 30 м та вантажопідйомністю 8 т.

Для остаточного вибору баштового крана необхідно провести порівняльний аналіз техніко-економічних характеристик двох моделей, які мають подібні параметри. Для аналізу розглядаються крани КБК-160.2 та КБ-503.

№ з/п	Показник	Кран КБК-160.2	Кран КБ-503
1	Довжина стріли, м	30	35
2	Вантажопідйомність на мінімальному вильоті, т	8	10
3	Вантажопідйомність на максимальному вильоті, т	5	1,5
4	Висота підйому гака при мінімальному вильоті, м	17,5	53
5	Висота підйому гака при максимальному вильоті, м	29,8	67,5

Щоб обрати більш економічно вигідний монтажний кран, необхідно порівняти вартість його роботи за зміну. Загальна собівартість машино-зміни обчислюється за такою формулою:

$C_{\text{м/зм}} = (C_e / T_0) + ((O + C_1) / T_1) + C_2$, де:

- C_e – витрати, пов'язані з перевезенням крана з одного об'єкта на інший;
- O – амортизаційні витрати за рік;
- T_0 – кількість змін, протягом яких кран працює на будівельному майданчику без перерв;
- C_1 – щорічні витрати на обслуговування підкранових шляхів;
- T_1 – кількість змін, що відпрацьовуються краном протягом року згідно з визначеним режимом роботи;
- C_2 – інші супутні витрати.

C_2 — це витрати на експлуатацію крана протягом однієї зміни. Їх визначають за формулою:

$$C_2 = C_p - C_o + C_3 + C_e + Z,$$

де:

- C_p — витрати на паливо та енергію,
- C_o — витрати на обслуговування та ремонт,
- C_3 — заробітна плата обслуговуючого персоналу,
- C_e — інші супутні витрати,
- Z — додаткові витрати на непередбачувані витрати або надбавки.

Вартість однієї машино-зміни крана КБК–160.2 становить: $C_{\text{м.зм.}} = 2129$ грн.

Вартість машино-зміни крана КБ–503 становить: $C_{\text{м.зм.}} = 2643$ грн.

Враховуючи проведене техніко-економічне порівняння, для виконання монтажних робіт доцільно прийняти баштовий кран КБК–160.2 зі стрілою довжиною 30 м, як більш економічно вигідний варіант.

3.4. Визначення необхідності у транспортних засобах

Для організації безперервного забезпечення будівництва матеріалами та конструкціями необхідно здійснити розрахунок кількості автотransпортних засобів.

Розрахунок виконується за формулою:

$$N = Q * (2l / V_{сер} + t_{пн} + t_{прп}) / (g * v * T),$$

де:

- Q – обсяг матеріалу, що підлягає перевезенню;
- $V_{сер}$ – середня швидкість руху автомобілів, км/год;
- l – відстань транспортування, км;
- $t_{пн}$ – час навантаження;
- $t_{прп}$ – час розвантаження;
- g – вантажопідйомність транспортного засобу, т;
- v – кількість рейсів за зміну;
- T – тривалість зміни, год.

Час завантаження та розвантаження матеріалів становить 0,33 години.

1. Колони:

Розрахунок кількості машин для транспортування колон здійснюється за формулою:

$$N = 552 * (2 / 20 + 0,33) / (8,2 * 1 * 25) = 9 \text{ машин}$$

2. Ригелі:

Кількість автомобілів, необхідна для перевезення ригелів:

$$N = 1094 * (2 * 25 / 20 + 0,33 + 0,333) / (8,2 * 2 * 25) = 8 \text{ машин}$$

3. Плити перекриття:

Кількість машин для транспортування плит перекриття:

$$N = 3122 * (2 * 25 / 20 + 0,33 + 0,33) / (8,2 * 2 * 25) = 24 \text{ машини}$$

3.5. Календарне планування виконання робіт

Календарний план будівництва представлено на аркуші №6 графічної частини проєкту. Тривалість кожного етапу робіт зображено у вигляді векторної діаграми, над якою вказано кількість працівників, залучених до відповідного будівельного процесу.

Під час складання календарного плану використовуються наступні вихідні дані: проєкт організації будівництва, робоча проєктна документація, результати інженерно-геологічних та техніко-економічних вишукувань, інформація про будівельну техніку та обладнання, доступні види транспорту, нормативні або директивні строки реалізації проєкту.

Процес формування календарного плану здійснюється у такій послідовності:

- аналіз вихідних матеріалів;
- формування переліку робіт для реалізації об'єкта;
- визначення обсягів робіт;
- вибір способів виконання робіт та основного механізованого обладнання;
- розрахунок трудових і машинних витрат;
- комплектування бригад та робочих ланок;
- визначення тривалості виконання кожного виду робіт;
- узгодження черговості та тривалості робіт у часовій шкалі.

Для деяких однотипних або взаємопов'язаних процесів, що виконуються однією бригадою, роботи об'єднуються в укрупнені комплекси з обрахуванням загальної трудомісткості.

Тривалість будівництва становить 480 календарних днів. Середньодобова чисельність робітників на об'єкті становить 37 осіб, а максимальна — 58 осіб. Техніко-економічні характеристики календарного плану наведено у графічній частині документації.

3.6. Проект будівельного генерального плану

Будівельний генеральний план (будгенплан) розроблено для періоду активної фази виконання робіт, що охоплює спорудження надземної частини об'єкта. План відображає розміщення основних та допоміжних споруд, зон складування матеріалів, тимчасових комунікацій та технічної інфраструктури.

Основою для розроблення будгенплану є:

- календарний графік виконання робіт;
- затверджені методи виробництва будівельних процесів.

При розробці будгенплану враховуються такі ключові принципи:

- забезпечення зручного транспортування матеріалів і конструкцій у межах майданчика з мінімізацією витрат;
- оптимізація вартості тимчасових споруд;
- дотримання норм охорони праці, техніки безпеки та протипожежної безпеки;
- забезпечення раціональної логістики та зручного пересування працівників;
- скорочення довжини тимчасових інженерних мереж.

Детальний розрахунок усіх параметрів будгенплану винесено в додаток 3

Розділ 4

Економіка будівництва

4.1 Пояснювальна записка до економічної частини проєкту

Капітальне будівництво є ваговою складовою національної економіки, оскільки забезпечує стійкий розвиток як державних, так і суспільних процесів. Основний акцент при цьому робиться не лише на ефективному використанні матеріальних ресурсів, а й на досягненні високої економічної результативності за рахунок впровадження конструктивних рішень із мінімальними питомими витратами на одиницю потужності. Уміння оцінити економічну доцільність технічного рішення належить до ключових компетенцій фахівця у галузі будівництва.

Кожен будівельний проєкт повинен супроводжуватися ретельним економічним обґрунтуванням, а всі технічні рішення – бути підтвердженими фінансовою доцільністю. Це вимагає високого рівня професійної підготовки фахівців у сфері економіки будівництва та здатності застосовувати теоретичні знання на практиці. Оскільки дипломне проєктування є завершальним етапом підготовки в закладі вищої освіти, особлива увага приділяється розрахункам економічної ефективності. Основне завдання цього розділу – визначення вартості об'єкта будівництва та обсягів ресурсів, необхідних для його реалізації. Обсяг і зміст економічної частини залежать від тематики проєкту.

Ключовим показником економічної доцільності є поточна кошторисна вартість об'єкта. Основою для її розрахунку слугує локальний кошторис, у якому наведено детальну інформацію про види робіт, обсяги та витрати, сформовані на основі робочої проєктної документації.

Метою складання локального кошторису є визначення повної вартості реалізації об'єкта готельно-рекреаційного комплексу, що розглядається в межах дипломного проєкту. Локальний кошторис є основним документом для організації та контролю фінансування будівництва.

Кошторисна вартість об'єкта та окремих конструктивних елементів визначалася із застосуванням програмного комплексу АВК, на основі обсягів будівельно-монтажних робіт та вибраної технології їх виконання. З урахуванням впливу інфляційних процесів, зміни цін на матеріали, оплату праці та експлуатацію техніки в локальних кошторисах застосовано індексацію. Починаючи з 01.01.2004 року, для коригування вартості використовується індекс інфляції $I=2$.

Зведений кошторис на будівництво складено в поточних цінах відповідно до чинних нормативних документів станом на 27 квітня 2025 року. Вартість улаштування тимчасових будівель і споруд визначена згідно з положеннями ДСТУ-Н Б Д.1.1-3:2013 «Настанова з визначення вартості будівництва».

Загальна кошторисна вартість будівництва об'єкта «Культурно-просвітницький центр у місті Суми» становить:

- підземна частина – 5046,999 тис. грн, при кошторисній трудомісткості 37,768 тис. люд.-год і фонді заробітної плати 853,021 тис. грн;
- надземна частина – 18451,322 тис. грн, при трудомісткості 154,083 тис. люд.-год і фонді заробітної плати 3303,396 тис. грн.

(Кошторис наведено у додатку 5)

Розділ 5

Охорона праці

Організаційно-технічні рішення, спрямовані на забезпечення безпечних умов праці під час зведення Культурно-просвітницького центру в місті Суми, повинні бути розроблені з урахуванням фактичних умов виконання робіт на об'єкті. Зведений перелік заходів з охорони праці подано в додатку 5.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гетун Г.В. Архітектура будівель і споруд. Книга 1. Основи проектування: Підручник для вищих навчальних закладів. – Видання друге, перероблене і доповнене / Гетун Г.В. – К.: КОНДОР, 2012, – 380 с ;іл.
2. Гетун Г.В., Криштоп Б.Г. Багатоповерхові каркасно-монолітні житлові будинки/ Гетун Г.В., Криштоп Б.Г. – К.: КОНДОР, 2005. – 220 с.
3. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. – К.: Мінбуд України, 2006. – 72 с.
4. ДБН В.2.2-9:2018 "Громадські будинки та споруди. Основні положення"
5. ДБН В.2.2-11-2002 Будинки і споруди. Підприємства побутового обслуговування. Основні положення - К.: Держбуд України, 2002.-51с.
6. ДБН В.2.2-15-2005. Житлові будинки. Основні положення. – К.: Держбуд України, 2005. – 36 с.
7. ДБН В.2.2-17-2006 “Будинки і споруди. Доступність будинків і споруд для маломобільних груп населення». – К.:Мінбуд України, 2007
8. ДБН В.2.2-28:2010. Будинки адміністративного та побутового призначення. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011, 28 с.
9. ДБН В.2.5-22-2002. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі гарячого водопостачання та водяного опалення з використанням труб зі структурованого поліетилену з тепловою ізоляцією зі спіненого поліетилену і захисною гофрованою поліетиленовою оболонкою.
- 10.ДБН В.2.5-23-2003. Проектування електрообладнання об’єктів цивільного призначення.
- 11.ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення. – К.: Мінбуд України, 2006.–77 с.
- 12.ДБН В.2.5-39:2008. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі.
- 13.ДБН В.2.5-64-2012. Державні будівельні норми України. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво.
- 14.ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування.
- 15.ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Основні положення проектування.
- 16.ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Основні положення проектування.
- 17.ДБН В.2.6-14-97. Покриття будинків і споруд.
- 18.ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. – К.: Мінбуд України, 2016. – 65 с.
- 19.ДБН В.2.2-20:2008 Будинки і споруди. Готелі. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009.–43 с.
- 20.ДК 018-2000. Державний класифікатор будівель та споруд. – К.: Держстандарт України, 2000. – 24 с.
- 21.ДСТУ ISO4190-6-2001 Установка ліфтова (елеваторна). Частина 6. Ліфти пасажирські для встановлення в житлових будинках. Планування і вибір (ISO4190-6:1984, IDT)
- 22.ДСТУ Б А.2.4-4:2009. Основні вимоги до проектної та робочої

- документації. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 68 с.
- 23.ДСТУ Б А.2.4-7:2009. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 71 с.
 - 24.ДСТУ Б В.2.6-23-2009. Блоки віконні. Загальні технічні вимоги. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009.
 - 25.ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010.
 - 26.ДСТУ-Н Б В.2.2-31:2011. Настанова з облаштування будинків і споруд цивільного призначення елементами доступності для осіб з вадами.
 - 27.ДСТУ-Н БА.1.1-81-2008. Система стандартизації та нормування у будівництві. Основні вимоги до будівель і споруд. - К.: Держбуд України, 2008.
 - 28.Коваленко Ю.Н., Шевченко В.П., Михайленко И.Д. Краткий справочник архитектора. - К.: Будівельник, 1975.
 - 29.Плоский В.О., Гетун Г. В. Архітектура будівель та споруд. Книга 2. Житлові будинки: Підручник. – Кам'янець-Подільський: ПП «Медобори»; 2014, - 617 с.
 - 30.Проектування і розрахунок вентиляції житлових будинків. Методичні поради / С.В.Синій. – Луцьк,: РВВ, ЛНТУ, 2011. – 22 с.
 - 31.Шерешевский И.А. Конструирование гражданских зданий/ Шерешевский И.А. – М., Архитектура-С, 2005. – 176 с.
 - 32.Баженов В.А., Криксунов Е.З., Перельмутер А.В., Шишов О.В. Информатика. Інформаційні технології в будівництві. Системи автоматизованого проектування. Підручник для вузів. – К.: Каравела, 2004. – 260 с.
 - 33.Будівельні конструкції, будівлі та споруди. Методичні вказівки до практичних занять для студентів спеціальності 6.06010101 – „Промислове та цивільне будівництво” денної та заочної форм навчання / Ротко С.В., Ужегова О.А. – Луцьк: ЛНТУ, 2016. – 44 с.
 - 34.ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва.
 - 35.ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві.

