

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»

**ДВОСЕКЦІЙНИЙ ЖИТЛОВИЙ БУДИНОК
У М. ДУБНО**

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

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

Виконав: здобувач вищої освіти
групи БЦІс-32
ТУРИШИН Артур Олександрович

(підпис)

Керівник:
к.т.н., доцент
УЖЕГОВА Ольга Анатоліївна

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
« 19 » червня 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

ТУРИЩИНУ Артуру Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи бакалавра

Двосекційний житловий будинок у м. ДубноКерівник кваліфікаційної роботи бакалавра к.т.н., доцент УЖЕГОВА Ольга Анатоліївна

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від " 31 " грудня 2024 року № 489/01-022. 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.Проектування таких несучих конструкцій будівлі: конструкція покриття, 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; проектування 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 проєкту (2 аркуші), включає: плани, фасади, розрізи, схеми елементів покриття, перекриття, покрівлі та фундаментів будівлі.Розрахунково-конструктивна частина виконується на стадії робочого проєкту, викреслюють основні несучі конструкції запроєктованої будівлі, розраховані у розділі 2 (2 аркуші).Розділ "Технологія та організація будівництва" (2 аркуші) виконується на стадії робочого проєкту, включає проєкт 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	Володимир Самчук, доцент кафедри БЦІ	31.12.2024	01.06.2025
2. Розрахунково-конструктивна частина	Ольга Ужегова, завідувач кафедри БЦІ	31.12.2024	01.06.2025
3. Технологія та організація будівництва	Олександр Чапюк, доцент кафедри БЦІ	31.12.2024	01.06.2025
4. Економічна частина	Ольга Ужегова, завідувач кафедри БЦІ	31.12.2024	01.06.2025
5. Охорона праці	Ольга Ужегова, завідувач кафедри БЦІ	31.12.2024	01.06.2025

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)

Артур ТУРИШИН
(ім'я та прізвище)

Керівник дипломного проекту _____
(підпис)

Ольга УЖЕГОВА
(ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Туришин А.О. Тема кваліфікаційної роботи бакалавра: «Двосекційний житловий будинок у м. Дубно». Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Будівництво та цивільна інженерія» спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2025.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з графічної частини на 6 аркушах формату А1 і пояснювальної записки, яка включає вступ, п'ять розділів, список використаних літературних джерел, додатки.

У кваліфікаційній роботі розроблено плани двосекційного житлового будинку, розрізи будівлі – поздовжній та поперечний; фасади, план покрівлі. Будівля запроєктована на 9 поверхів з підвалом. 8 верхніх поверхів житлові, загальна кількість квартир – 48, по 6 квартир на кожному поверсі. На першому поверсі передбачено офісні приміщення. Підвал запроєктовано під гаражі для автомобілів офісних працівників та мешканців будинку, технічні приміщення, частину з яких облаштовують під укриття.

Виконано проектування несучих конструкцій покриття, палевих фундаментів. Розроблено сітковий графік виконання робіт та будівельний генеральний план. Складено кошторис на загальнобудівельні роботи. Розроблено заходи з охорони праці.

Ключові слова: житловий будинок, сітковий графік, будівельний генеральний план, кошторис, охорона праці.

ABSTRACT

Turyshyn A.O. The topic of the bachelor's qualification work: "Two-section residential building in the city of Dubno". Manuscript.

Bachelor's qualification work of the specialty "Construction and Civil Engineering" of the specialty 192 Construction and Civil Engineering. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2025.

The bachelor's qualification work consists of a graphic part on 6 sheets of A1 format and an explanatory note, which includes an introduction, five sections, a list of used literary sources, and appendices.

The qualification work developed plans for a two-section residential building, sections of the building - longitudinal and transverse; facades, roof plan. The building is designed for 9 floors with a basement. The 8 upper floors are residential, the total number of apartments is 48, 6 apartments on each floor. The first floor is intended for office space. The basement is designed for garages for cars of office workers and residents of the building, technical rooms, some of which are being equipped as shelters.

The design of the supporting structures of the roof and pile foundations has been completed. A grid schedule of work and a construction master plan have been developed. An estimate for general construction work has been prepared. Occupational safety measures have been developed.

Keywords: residential building, grid schedule, construction master plan, estimate, labor protection.

ЗМІСТ

Вступ	7
1. Архітектурно-будівельна частина	8
1.1. Вихідні дані	8
1.2. Об'ємно-планувальне рішення.....	9
1.3. Конструктивне рішення.....	11
1.4. Будівельна фізика.....	13
1.5. Інженерні мережі.....	15
1.6. Техніко-економічні показники.....	19
2. Розрахунково-конструктивна частина	20
2.1. Розробка конструктивного рішення покриття	20
2.1.1. Розрахунок обрешітки	20
2.1.2. Розрахунок крокви №4.....	24
2.1.3. Розрахунок крокви №3.....	25
2.1.4. Розрахунок підкосу №20.....	26
2.1.5. Розрахунок стійки №22	28
2.2. Проектування фундаментів	29
3. Технологія та організація будівництва	43
3.1. Визначення номенклатури та об'ємів робіт	43
3.4. Проектування сіткового графіка	46
3.5. Проектування будгенплану	47
4. Економіка будівництва	49
5. Охорона праці	49
Література	51
Додатки	52

Вступ

Тема моєї кваліфікаційної роботи бакалавра «Двосекційний житловий будинок у м. Дубно».

Будинок передбачено побудувати по вулиці Млинівській, що у західній частині міста Дубно. Ділянка зі спокійним рельєфом вільна від забудови.

Будівля запроєктована на 9 поверхів з підвалом. 8 верхніх поверхів житлові, загальна кількість квартир – 48, по 6 квартир на кожному поверсі. На першому поверсі передбачено офісні приміщення. У підвалі передбачено гаражі для автомобілів офісних працівників та мешканців будинку, технічні приміщення, частину з яких облаштовують під укриття.

Будівля безкаркасна з несучими мурованими стінами з цегли та збірними порожнистими плитами перекриттів. Фундамент палевий через якість ґрунтової основи близько пойми річки Іква. Покрівля шатрова з металочерепиці.

Проєктом передбачено благоустрій прибудинкової території – мощення тротуарів і доріжок, влаштування зелених насаджень та газонів.

Розділ 1

Архітектурно-будівельна частина

1.1. Вихідні дані

Я розробив проєкт на тему «Двосекційний житловий будинок у місті Дубно». Район будівництва – західна частина міста.

Під'їзд до житлового будинку передбачено зі сторони вулиці Панаса Мирного. Входи в житловий будинок з внутрішнього двору, ізольованого від іншої частини забудови.

Заїзди на стоянку автомобілів здійснюються з вул. Млинівської через ворота в кожний блок-елемент.

Рельєф ділянки рівнинний з незначним ухилом.

Будівля запроєктована на 9 поверхів, 8 з яких житлові, загальна кількість квартир – 48, по 6 квартир на кожному поверсі. На першому поверсі передбачено офісні приміщення.

Конструктивно будівля скомпонована з двох блок-елементів.

Фундаменти: глибокого закладання, палі С 12-30, об'єднані залізобетонним ростверком розмірами 500 × 600 мм. Несуча здатність палі: на вдавлювання 700 кН, на горизонтальне навантаження – 10 кН.

Стіни: зовнішні несучі стіни виконуються багатошаровими з керамічної цегли завтовшки 570 мм; перегородки – цегляні завтовшки в пів цегли і в четверть – 65 мм і 120 мм з керамічної повнотілої цегли.

Вікна – металопластикові рами з двокамерними склопакетами.

Перекриття: плити залізобетонні порожнисті.

Матеріал покрівлі: металочерепиця.

Сходи: зі збірних залізобетонних елементів.

1.2. Об'ємно-планувальне рішення

Загальна площа будівлі - 3244 м², будівельний об'єм – 12603,6 м³. На першому поверсі передбачено офісні приміщення (експлікація подана в табл. 1.1).

Основні приміщення на відмітці 0.000: офісні кабінети (312,97 м²), хол (70,0 м²), вестибюль (42,08 м²), санвузли (10,04 м²), гардероб (36,76 м²). Площа основних приміщень 359,27 м².

Допоміжні приміщення: головний тамбур офісної частини будівлі (2,6 м²), електрощитова (6,36 м²), тамбур житлового будинку (3,42 м²). Допоміжна площа становить 12,38 м².

Таблиця 1.1. Експлікація приміщень на відм. 0,000

Номер приміщення	Найменування	Площа, м ²	Категорія приміщення
1	Кабінет	105,05	
2	Тамбур	2,60	
3	Вестибюль	42,08	
4	Хол	70,00	
5	Тамбур житлового будинку	3,42	
6	Санвузол (2 шт.)	5,02	
7	Електрощитова	6,36	В4
8	Гардероб	36,76	
9	Кабінет	32,25	
10	Кабінет	112,56	
11	Кабінет	44,71	
12	Кабінет	18,40	

2-9 поверхи займають житлові приміщення – дві трикімнатні квартири загальною площею 111,55 м² та 92,23 м², дві двокімнатні квартири загальною площею 67,15 м² та 74,95 м², дві однокімнатні квартири загальною площею 47,97 м² та 49,79 м².

Загалом по всіх восьми поверхах площа основних приміщень 6049,12 м²: загальні кімнати, спальні, вітальні займають 2317,04 м², кухні 640,4 м², санвузли та ванни 279,44 м², лоджії 312,24 м². Допоміжні приміщення мають площу 201,24 м²: сходові клітки 172,96 м², машинне відділення ліфта 28,28 м².

Таблиця 1.2. Експлікація приміщень типового поверху

Номер приміщення	Найменування	Площа, м ²	Категорія приміщення
Трикімнатна квартира			
1	Передпокій	17,90	
21	Загальна кімната	18,42	
26	Спальня	16,47	
27	Спальня	20,99	
2	Кухня	19,50	
3	Санвузол	1,73	
15	Ванна	7,57	
18	Лоджія	8,97	
Трикімнатна квартира			
8	Передпокій	9,54	
24	Загальна кімната	20,94	
28	Спальня	19,01	
29	Спальня	17,50	
11	Кухня	13,41	
14	Санвузол	2,08	
17	Ванна	3,20	
4	Лоджія	6,55	
Двокімнатна квартира			
9	Передпокій	5,63	
25	Загальна кімната	17,50	
31	Спальня	17,37	
13	Кухня	12,40	
14	Санвузол	2,08	
17	Ванна	3,20	
18	Лоджія	8,97	
Двокімнатна квартира			
8	Передпокій	9,54	
22	Загальна кімната	17,77	
30	Спальня	25,00	
12	Кухня	11,85	
14	Санвузол	2,08	
17	Ванна	3,20	
19	Лоджія	2,48	
20	Лоджія	3,03	
Однокімнатна квартира			
7	Передпокій	8,10	
22	Загальна кімната	17,77	
10	Кухня	11,04	
16	Ванна	2,78	

3	Санвузол	1,73	
4	Лоджія	6,55	
Однокімнатна квартира			
7	Передпокій	8,10	
23	Загальна кімната	22,08	
12	Кухня	11,85	
14	Санвузол	2,08	
17	Ванна	3,20	
19	Лоджія	2,48	

Приміщення на відмітці -3,500: гаражі для автомобілів офісних працівників (210,2 м²), технічні приміщення (165,38 м²), проїзди (97,54 м²). Площа становить 483,35 м².

Таблиця 1.3. Експлікація приміщень на відм. -3,500

Номер приміщення	Найменування	Площа, м ²	Категорія приміщення
1	Гаражі для автомобілів (2 шт.)	105,10	
2	Технічні приміщення (2 шт.)	31,73	
3	Технічні приміщення (2 шт.)	38,20	
4	Технічне приміщення	20,88	
5	Технічне приміщення ліфта	10,23	
6	Технічне приміщення	4,64	
7	Проїзд	77,08	
8	Проїзд	20,46	

1.3. Конструктивні рішення

Для даної житлової будівлі передбачені пальові фундаменти. Під колони влаштовуються «куці» паль. Палі розташовані під усіма кутами будівлі і в точках перетину осей стін. Палі фундаменту прийняті перерізом 300 × 300 мм, а розміри ростверку 500 × 600 мм.







Зовнішні стіни товщиною 570 мм виконані з керамічної цегли з шаром теплоізоляції.

Перегородки виконані із керамічної цегли завтовшки 65мм і 120 мм.

У житловій будівлі роль перекриття виконують збірні багатопустотні плити товщиною 220 мм і розмірами 6,0 м × 1,2 м; 6,0 м × 1,5 м.

В двосекційному житловому будинку підлоги виконують із ламінату, керамічної плитки, лінолеуму на теплозвукоізоляційній підоснові (див. табл. 1.4).

Таблиця 1.4. Експлікація підлог

Тип	Назва приміщення	Схема підлоги	Склад підлоги
1	Гаражі авто, технічні приміщення		Бетон класу С12/15 – 20 мм Бетон класу С 8/10 – 100 мм Ґрунт ущільнений щебнем – 600 мм Утрамбований ґрунт
2	Санвузли		Мозаїчна плитка Вирівнювальна стяжка з цементно-піскового розчину – 20 мм Звукоізоляція – 20 мм Залізобетонна плита – 220 мм
3	Сходова клітка, тамбури		Мозаїчна плитка Вирівнювальна стяжка з цементно-піскового розчину – 20 мм Бетонна підготовка С 8/10 – 50 мм
4	Передпокої, кухні		Лінолеум на теплозвукоізоляційній підоснові Вирівнювальна стяжка з цементно-піскового розчину – 40 мм Звукоізоляція – 20 мм Залізобетонна плита – 220 мм
5	Кімнати, кабінети офісів		Ламінат на теплозвукоізоляційній підкладці Вирівнювальна стяжка з цементно-піскового розчину – 40 мм Звукоізоляція – 20 мм Залізобетонна плита – 220 мм
6	Лоджії		Керамічна плитка Вирівнювальна стяжка з цементно-піскового розчину – 20 мм Залізобетонна плита – 220 мм

Покрівля. У проєкті покрівля передбачена з металочерепиці розміром листів 800×2000 мм.

Кроквяна система представлена похилими кроквами з кутом до горизонту рівному $\alpha = 23^\circ$ для крокв № 4 ($l = 4800$ мм) і $\beta = 8^\circ$ для крокв №3 ($l = 2800$ мм). Вся кроквяна система підтримується системою підкосів №23, 24 та 25 з відповідними довжинами 4400 мм, 2620 мм і 3400 мм, а також стійками № 29.

Двері. Дверні прорізи служать для з'єднання суміжних приміщень між собою і з зовнішнім простором. Передбачено двері індивідуального виготовлення вхідні металеві броньовані, міжкімнатні двері – дерев'яні.

Д1: 700×2200 мм; Д2: 900×2200 мм; Д3: 1500×2200 мм.

Сходи. Збірні залізобетонні серійного виготовлення.

1.4. Будівельна фізика

Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

За ДБН В.2.6-31:2021 [1] опір теплопередачі зовнішніх стінових огорожувальних конструкцій має бути не менше $R_{q,min} = 4,0 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

Структура стіни:

1. Внутрішнє оздоблення $\delta = 0,02$ м,
 $\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3$, $\lambda = 0,93 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$, $S = 11,09 \text{ Вт/м}^2$
2. Несуча частина стіни – кладка з повнотілої керамічної цегли
 $\delta = 0,38$ м, $\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3$, $\lambda = 0,81 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$, $S = 10,12 \text{ Вт/м}^2$
3. Утеплювач з мінераловатних плит $\delta = 0,10$ м
 $\gamma = 50 \text{ кг/м}^3$, $\lambda = 0,03 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$, $S = 1,01 \text{ Вт/м}^2$
4. Фасадна цегла, несучий шар $\delta = 0,12$ м
 $\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3$, $\lambda = 0,81 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$, $S = 10,12 \text{ Вт/м}^2$

Термічний опір кожного шару:

$$R_1 = \delta_1 / \lambda_1 = 0,02 / 0,93 = 0,0215 \text{ м}^2\text{К/Вт}.$$

$$R_2 = \delta_2 / \lambda_2 = 0,38 / 0,81 = 0,4691 \text{ м}^2\text{К/Вт}.$$

$$R_3 = \delta_3 / \lambda_3 = 0,10 / 0,03 = 3,3333 \text{ м}^2\text{К/Вт}.$$

$$R_4 = \delta_4 / \lambda_4 = 0,12 / 0,81 = 0,1481 \text{ м}^2\text{К/Вт}.$$

Загальний термічний опір стіни:

$$R_q = 1/\alpha_6 + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + 1/\alpha_3 = 0,115 + 0,0215 + 0,4691 + 3,3333 + 0,1481 + 0,043 = 4,13 \text{ м}^2\text{К/Вт} > R_{q, \text{min}} = 4,0 \text{ м}^2\text{К/Вт}.$$

$$\text{де } \alpha_6 = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{С}; \quad \alpha_3 = 23 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{С}.$$

Отже, для утеплення стіни приймаю плиту мінераловатну завтовшки 100 мм, запроєктована конструкція стіни придатна для застосування в будівництві житлового будинку в місті Дубно.

Теплотехнічний розрахунок горищного перекриття

Згідно ДБН В.2.6-31:2021 [1] для горищного перекриття значення опору теплопередачі має бути не менше $R_{q, \text{min}} = 6,0 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

Структура перекриття:

1. Цементно-піщана стяжка, $\delta = 0,025 \text{ м}$, $\lambda = 0,76 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$, $S = 9,6 \text{ Вт/м}^2$
2. Утеплювач з мінераловатних плит, $\delta = 0,18 \text{ м}$, $\lambda = 0,03 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$, $S = 1,01 \text{ Вт/м}^2$
3. Пароізоляція, $\delta = 0,005 \text{ м}$, $\lambda = 0,17 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$, $S = 3,53 \text{ Вт/м}^2$
4. Вирівнююча стяжка, $\delta = 0,025 \text{ м}$, $\lambda = 0,76 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$, $S = 9,6 \text{ Вт/м}^2$
5. Плита залізобетонна, $\delta = 0,220 \text{ м}$, $\lambda = 1,92 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$, $S = 17,98 \text{ Вт/м}^2$

Термічний опір кожного шару:

$$R_1 = \delta_1 / \lambda_1 = 0,025 / 0,76 = 0,0329 \text{ м}^2\text{К/Вт}.$$

$$R_2 = \delta_2 / \lambda_2 = 0,18 / 0,03 = 6,000 \text{ м}^2\text{К/Вт}.$$

$$R_3 = \delta_3 / \lambda_3 = 0,005 / 0,17 = 0,0294 \text{ м}^2\text{К/Вт}.$$

$$R_4 = \delta_4 / \lambda_4 = 0,025 / 0,76 = 0,0329 \text{ м}^2\text{К/Вт}.$$

$$R_5 = \delta_5 / \lambda_5 = 0,22 / 1,92 = 0,1146 \text{ м}^2\text{К/Вт}.$$

Загальний термічний опір стіни:

$$R_q = 1/\alpha_6 + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + 1/\alpha_3 = 0,115 + 0,0329 + 6,0 + 0,0294 + 0,0329 + 0,1146 + 0,043 = 6,3678 \text{ м}^2\text{К/Вт} > R_{q, \text{min}} = 6,0 \text{ м}^2\text{К/Вт}.$$

де $\alpha_6 = 8,7 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{С}$; $\alpha_3 = 23 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{С}$.

Отже, для утеплення горищного перекриття приймаю плиту мінераловатну завтовшки 180 мм, запроєктована конструкція горищного перекриття придатна для застосування в будівництві житлового будинку в місті Дубно.

1.5. Інженерні мережі

Опалення і вентиляція

В житловому будинку запроєктована горизонтальна двотрубна система опалення з двома циркуляційними насоси WILLO в котельні.

Магістральні трубопроводи прокладаються в комунікаційній шахті та в підвалі. Від розподільчих стояків тепло подається на поквартирний вузол обліку тепла. Розподільчі стояки та магістральні трубопроводи передбачені зі сталевих водогазопровідних труб за ДСТУ 8936:2019 [2]. Трубопроводи опалення в межах квартири монтують із металопластикових PEX труб KISAN в ізоляційних трубах TERMACОМПАКТ S. Нагрівальні прилади – сталеві радіатори PURMO. Трубопроводи, які прокладаються в неопалювальному підвалі, технічному поверсі ізолюють матеріалом Thermaflex FRZ.

Теплоносій – гаряча вода з такими температурними параметрами:

$$T_1 = 95^\circ\text{C}, T_2 = 70^\circ\text{C}.$$

Детальний розрахунок подано в додатку А.

В двосекційному житловому будинку запроєктована загальнообмінна припливно-витяжна вентиляція з природним та механічним спонуканням.

В санвузлах передбачені каналні вентилятори VENTS-150, в кухнях – навісні витяжні зонти над газовими плитами. Видалення повітря здійснюється через вентиляційні канали, що об'єднані у вентиляційних блоках. Приплив повітря через вікна, неорганізований.

Водопостачання

Джерелом холодного водопостачання є існуюча водогінна мережа міста Дубно. Необхідний напір на вводі – 0,35 МПа.

Внутрішня система водопостачання в двосекційному житловому будинку господарсько-питна тупикова.

Для обліку витрат води передбачено лічильник холодної води КВБ-10 та поквартирні лічильники холодної води КВ-1,5 Ø15 мм.

Трубопроводи внутрішньої системи монтуються з сталевих водогазопровідних оцинкованих труб за ДСТУ 8936:2019 [2] і металопластикових РЕХ труб KISAN. Трубопроводи, що прокладені в підвалі, технічному поверсі, штрабах, ізолюють матеріалом Thermaflex FRZ.

В двосекційному житловому будинку запроєктована централізована система гарячого водопостачання. Джерелом гарячого водопостачання є дахова котельня. Для обліку витрат гарячої води передбачене встановлення поквартирних лічильників КВ-1,5. Трубопроводи системи монтуються з сталевих водогазопровідних оцинкованих труб за ДСТУ 8936:2019 [2] і металопластикових РЕХ труб KISAN. Трубопроводи, що прокладені в підвалі, технічному поверсі, штрабах, ізолюють матеріалом Thermaflex FRZ.

Розрахункова витрата води в двосекційному житловому будинку з врахуванням гарячого водопостачання: 43,3 м³/добу, 5,06 м³/год., 2,22 л/с.

Проєктом передбачене зовнішнє пожежегасіння. Гасіння пожежі передбачене від одного пожежного гідранта.

В місцях розміщення гідрантів передбачається установка вказівних знаків.

Каналізація

Запроєктована каналізація для відводу побутових стоків від санітарних приладів двосекційного житлового будинку в зовнішню мережу побутової каналізації м. Дубно.

Внутрішні мережі побутової каналізації запроєктовані з чавунних каналізаційних труб діаметром \varnothing 50 – 100 мм за ДСТУ Б.В.2.5-25:2005 [3] і поліпропіленових каналізаційних труб РР-НТ.

Зовнішні мережі побутової каналізації запроєктовані з керамічних каналізаційних труб по ДСТУ Б В.2.5-57:2011 [4].

Кількість побутових стоків прийнята рівною водоспоживанню і становить 43,3 м³/добу, 5,06 м³/год, 2,22 л/с.

Для нагляду за зовнішньою каналізацією в місцях врізок та поворотів передбачені оглядові колодязі. Колодязі на каналізаційній мережі передбачено виконати із збірних з/б конструкцій за ДСТУ Б В.2.6-106:2010 [5].

Для забезпечення нормальної внутрішньої каналізації передбачена прочистка на мережі. Витяжні частини стояків виводяться на пів метра вище від покрівлі.

Для відведення дощових вод з даху запроєктована система внутрішніх водостоків, звідки вода відводиться в зовнішні мережі зливної каналізації. Скидання атмосферних вод здійснюється в запроєктований колектор \varnothing 100 мм. Для прийому дощових і талих вод на даху встановлюються лійки ВР9.

Водостічні стояки прокладають відкрито і в штрабах. Трубопроводи монтують з водопровідних труб чавунних каналізаційних труб \varnothing 100, \varnothing 150мм за ДСТУ Б.В.2.5-25:2005 [3] і сталевих електрозварних труб 108 x 4мм за ДСТУ 8936:2019 [2].

На випусках дощової каналізації монтуються колодязі із збірних з/б елементів за ДСТУ Б В.2.6-106:2010 [5].

Газопостачання

Газопостачання двосекційного житлового будинку у м. Дубно запроєктоване від існуючого газопроводу високого тиску міста.

Проект газопостачання двосекційного житлового будинку виконаний для природного газу калорійністю 8050 ккал/м³. Розрахункові витрати газу складають 10,0 м³/год.

Трубопроводи системи газопостачання монтують зі сталевих водогазопровідних труб за ДСТУ 8936:2019 [2].

При перетині цегляних стін і конструкцій перекриття газопровід укладається в футляри з поліетиленових труб діаметром на три пункти більшим від діаметра газопроводу. Футляри закладаються в стіни та перекриття на цементному розчині, а простір між трубою і футляром закладають бітумом або просмоленою паклею.

Для обліку витрат газу проєктом передбачене встановлення лічильників газу G-1,6 в приміщеннях кухонь. Витрата газу на одну газову плиту—1,1 м³/год.

Для припливу повітря в нижній частині дверей кухні передбачити провіт між дверима кухні та підлогою розміром чистого перерізу не менше 0,02 м².

Димові канали виведено вище від граничної зони вітрового підпору.

Трубопроводи газопостачання фарбують олійною фарбою за 2 рази.

Монтаж системи газопостачання, її випробування та прийняття в експлуатацію вести відповідно ДБН В.2.5-20:2018 [6].

Електропостачання та електроосвітлення

Живлення двосекційного житлового будинку в м. Дубно виконується двома вводами від існуючої трансформаторної підстанції.

Ввід №1: $P_p = 10,3$ кВт, $I_p = 22,4$ А.

Ввід №2: $P_p = 50,8$ кВт, $I_p = 90,7$ А.

Категорія надійності двосекційного житлового будинку за електропостачанням II.

Живлення електроприймачів двосекційного житлового будинку у м. Дубно передбачене від мережі 380/220 В зі стандартною системою заземлення TN-C-S. Підключення ліфта здійснюється від ввідно-розподільчого пристрою окремою віткою.

Живлення освітлення сходової клітки здійснюється окремою віткою.

В житлових кімнатах передбачено встановлення по 2 штепсельних розетки питомою потужністю 0,1 кВт кожна.

В кухнях передбачено встановлення 5 штепсельних розеток.

Вимикачі світильників загального освітлення встановлюються на висоті 0,9 метри від рівня підлоги на стіні зі сторони дверної ручки. Вимикачі світильників ванних кімнат та санвузлів винесені в коридор.

Провідники електромереж квартир від поквартирного щитка прийнято перерізом 1,5 мм². Провідники живлення розеток прийнято перерізом 2,5 мм².

В приміщеннях двосекційного житлового будинку застосовується система загального освітлення.

Згідно вимог ДБН В.2.5-23:2010 [7] передбачається спеціальне освітлення в приміщеннях машинного відділення ліфта, в тепловому пункті двосекційного житлового будинку.

Передбачено також евакуаційне освітлення, світильники якого встановлюють у сходовій клітці. Лінію чергового освітлення сходової клітки з'єднують з мережею евакуаційного освітлення.

Вхід в будинок освітлюється світильниками, що приєднані до внутрішньої аварійної мережі. В коридорах, сходовій клітці та ліфті передбачено використання світлодіодних ламп.

Напруга низьковольтної мережі ~ 220 В;

Розрахункова потужність зовнішнього електроосвітлення — 3,2 кВт;

Річна витрата електроенергії $W=10700$ кВт.

Напруга мережі зовнішнього електроосвітлення 380/220 В.

Напруга на цоколях ламп 220 В.

Пожежна сигналізація

Проектом передбачена автоматична пожежна сигналізація (АПС першої категорії). В якості сигналізатора передбачено використання ППКОП ST 716С з вбудованим блоком живлення і акумулятором. Прилад АПС встановлюється на першому поверсі в приміщенні чергового з цілодобовим чергуванням персоналу.

Живлення сигналізатора АРС від АВР. Резервне живлення передбачене від блоку безперебійного живлення з акумуляторною батареєю 12 В з автоматичним переключенням на резервне живлення.

1.6. Техніко-економічні показники проєкту

Таблиця 1.5. ТЕП двосекційного житлового будинку у м. Дубно

Найменування	Показники
Загальна площа	6483,00 м ²
Загальна площа квартир	4939,20 м ²
Площа забудови	1232,76 м ²
Будівельний об'єм	12603,80 м ³
К1	0,53
К2	19,48

Розділ 2

Розрахунково-конструктивна частина

2.1. Розробка конструктивного рішення покриття

Каркас покриття двосекційного житлового будинку розроблений у вигляді кроквяної системи. Складається з мауерлата, кроквяних ніг, підкrokвяних конструкцій, обрешітки і покриття з листів металочерепиці.

Настил і обрешітка. Обрешітку під покрівлю розраховую за двома варіантами сполучення навантажень:

1. Власна вага і снігове навантаження (розрахунок на міцність і деформації);
2. Власна вага і зосереджена сила 1 кН, величина якого помножена на коефіцієнт перевантаження 1,2 (розрахунок на міцність).

Покрівлю проєктую із металочерепиці товщиною 0,7 мм, густина матеріалу металочерепиці 7850 кг/м³.

Крокви. Похилі сегментні крокви влаштовуємо з кроком від 0,86 м до 1,54 м, найдовша кроквяна нога № 4 має довжину $l = 4,2$ м, кроквяна нога № 3 має довжину $l = 2,5$ м.

Підкrokвяні конструкції. Основними елементами підкrokвяної конструкції, яка направлена вздовж будинку, є прогони, які опираються на стійки, і передають навантаження від ваги даху на внутрішні стіни або стовпи.

Підкrokвяна конструкція має такі геометричні розміри складових елементів: висота стійки (№22) 3,2 м; довжина підкосу (№20) 3,2 м.

Необхідно розрахувати і підібрати поперечний переріз кроквяних ніг (№3, №4), обрешітки, підкосу (№20) і стійки (№22).

Проєктування виконую згідно ДБН В.2.6-161:2017 [8].

2.1.1. Розрахунок обрешітки

Обрешітка – сукупність брусків, укладених перпендикулярно до кроkv. Обрешітка безпосередньо передає навантаження на крокви, які вже передають навантаження від даху на несучі стіни.

Розрахунок настилу виконую для умовної смужки шириною 1,15 метра, що відповідає кроку кроків в осях. Кут нахилу покрівлі до горизонту $\alpha = 23^\circ$ ($\cos \alpha = 0,921$; $\sin \alpha = 0,391$; $\operatorname{tg} \alpha = 0,424$), тут кут α прийнятий виходячи із конфігурації покрівлі, а також умов щодо забезпечення проходу обслуговуючого персоналу; відстань між осями брусків $S = 0,25$ м; розміри перерізу брусків 50×50 мм; відстань між кроквами в осях $b = 1,15$ м.

Матеріал – сосна С20 за ДБН В.2.6-161:2017 [8].

Характеристичне снігове навантаження для м. Дубно – 1270 Па (на горизонтальну поверхню).

Граничне розрахункове снігове навантаження:

$$S_m = \gamma_{fm} \times S_o \times C = 1 \times 1270 \times 1,0 = 1270 \text{ Па.}$$

де коефіцієнт $\gamma_{fm} = 1,0$; $S_o = 1270 \text{ Па}$ – характеристичне значення снігового навантаження для м. Дубно за 8.5 [9]; $C = \mu C_e C_{alt} = 1,0$, тут $\mu = 1,0$ – коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву на поверхні ґрунту до снігового навантаження на покрівлю, який визначається за 8.7, 8.8 [9] для заданого кута ухилу покрівлі 23° . За 8.9 [1] $C_e = 1$, за 8.10 [1] $C_{alt} = 1$.

Експлуатаційне снігове навантаження:

$$S_e = \gamma_{fe} \times S_o \times C = 0,49 \times 1270 \times 1,0 = 622,3 \text{ Па.}$$

Де $\gamma_{fe} = 0,49$ – коефіцієнт надійності за експлуатаційним розрахунковим значенням снігового навантаження. Для об'єктів масового будівництва допускається при $\eta = 0,02$.

Обрешітка: розмір бруска 50×50 мм, крок 250 мм, тому в 1 метрі погонному є 4 штуки брусків обрешітки.

Суха деревина має густину 500 кг/м^3 .

Отже, навантаження від обрешітки:

$$0,05 \times 0,05 \times 4 \text{ шт.} \times 500 \text{ кг/м}^3 \times 10 = 50 \text{ Н/м}^2.$$

Таблиця 2.1. Збір навантаження, кН/м²

Найменування і підрахунок навантаження	Характеристичне навантаження	Коефіцієнт надійності щодо дії навантаження	Граничне навантаження
Металеві листи 0,0007 м × 78,5 кН/м ³	0,0549	1,05	0,0577
Обрешітка	0,05	1,1	0,055
Разом:	0,1049	-	0,1127
Снігове навантаження	0,6223	-	1,2700
Всього:	0,7272	-	1,3827

Рівномірно розподілене навантаження від 1 м² покриття передається до одного бруса, враховуючи крок брусків 0,25 м:

граничне $1,3827 \times 0,25 = 0,346$ кН/м;

граничне постійне $0,1127 \times 0,25 = 0,0282$ кН/м;

експлуатаційне $0,7272 \times 0,25 = 0,182$ кН/м.

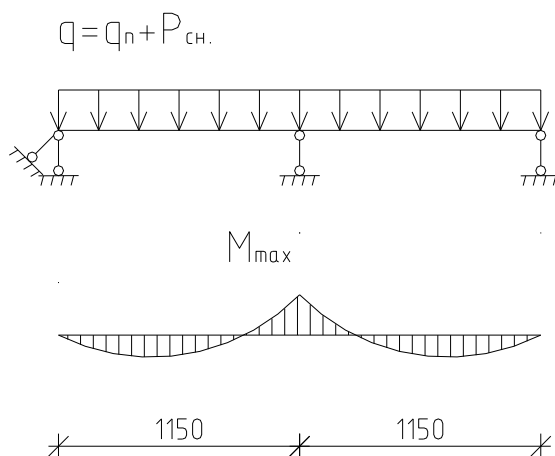


Рис. 2.1. Розрахункова схема бруса обрешітки

Обрешітку проекту з брусків перерізом $b \times h = 50 \times 50$ мм і розглядаю як двопролітну нерозрізну балку з прольотом 1,15 м, що відповідає кроку кроків в осях. Найбільший згинальний момент:

а) для першого сполучення навантаження (власна вага і снігове навантаження):

$$M_{on} = ql^2/8 = 0,346 \times 1,15^2 / 8 = 0,057 \text{ кНм.}$$

де M_{on} – найбільший момент на опорі, кНм,
 q – розрахункове погонне навантаження, кН/м,
 l – проліт обрешітки, м.

б) для другого сполучення навантаження (власна вага і монтажне навантаження) за формулою:

$$M_{np} = 0,07ql^2 + 0,207Pl = 0,07 \times 0,0282 \times 1,15^2 + 0,207 \times 1,0 \times 1,2 \times 1,15 = 0,288 \text{ кН/м.}$$

де q – розрахункове погонне постійне навантаження, кН/м,

P – зосереджене навантаження від ваги робітника з інструментом, кН.

Очевидно, найбільш не вигідним для перевірки міцності настилу буде друге сполучення навантаження.

Отже, розрахунковий момент M дорівнює M_{np} .

Брусок розраховується на косий згин, оскільки площа дії навантаження не збігається з головними площинами перерізу бруска.

Складові згинального моменту M відносно головних осей бруска рівні:

$$M_x = M \times \cos\alpha = 0,288 \times 0,921 = 0,265 \text{ кНм} = 265 \text{ кН/мм},$$

$$M_y = M \times \sin\alpha = 0,288 \times 0,391 = 0,112 \text{ кНм} = 112 \text{ кН/мм}.$$

Момент опору і момент інерції перерізу:

$$W_x = W_y = b \times h^2/6 = 50 \times 50^2/6 = 20833,3 \text{ мм}^3;$$

$$J_x = J_y = b \times h^3/12 = 50 \times 50^3/12 = 520833,3 \text{ мм}^4.$$

Найбільше напруження в перерізі:

$$\sigma = M_x/W_x + M_y/W_y = 265/20833,3 + 112/20833,3 = 0,01809 \text{ кН/мм}^2 = 18 \text{ Н/мм}^2.$$

Значення міцності при згині сосни класу С30

$$f_{m,k} = 30 \text{ МПа} = 30 \text{ Н/мм}^2.$$

Розрахункове значення міцності деревини класу С30 при згині:

$$f_{m,d} = k_{mod} \times f_{m,k} / \gamma_M = 0,8 \times 30 / 1,3 = 18,46 \text{ Н/мм}^2.$$

Умова міцності $\sigma = 18 \text{ Н/мм}^2 < f_{m,d} = 18,46 \text{ Н/мм}^2$ виконується.

2.1.2. Розрахунок крокви №4

Таблиця 2.2. Збір навантаження на крокву №4, кН/м

Найменування і підрахунок навантаження	Характеристичне навантаження	Граничне навантаження
1. Постійне		
1.1. Від покрівлі		
Металочерепиця	$54,9 \text{ Па} \times 1,15 \text{ м} = 63,135 \text{ Н/м}$	$57,7 \times 1,15 \text{ м} = 66,355 \text{ Н/м}$
Обрешітка	$50 \times 1,15 \text{ м} = 57,5 \text{ Н/м}$	$55 \times 1,15 \text{ м} = 63,25 \text{ Н/м}$
1.2. Власна вага крокви	$0,06 \text{ м} \times 0,175 \text{ м} \times 380 \text{ кг/м}^3 \times 10 = 39,9 \text{ Н/м}$	$39,9 \times 1,1 = 43,89 \text{ Н/м}$
Разом:	160,535	173,495
2. Змінне		
Снігове навантаження	$622,3 \times 1,15 \text{ м} = 715,645 \text{ Н/м}$	$1270,0 \times 1,15 \text{ м} = 1460,5 \text{ Н/м}$
Всього:	876,2	1634,0

Згин крокви буде викликати навантаження, перпендикулярне до її осі. Потрібно врахувати кут нахилу крокви до горизонту 23° , $\cos 23^\circ = 0,921$.

Експлуатаційне навантаження:

$$q_e = 876,2 \times 0,921 = 806,5 \text{ Н/м.}$$

Розрахункове (граничне) навантаження:

$$q_m = 1634,0 \times 0,921 = 1504,1 \text{ Н/м.}$$

Відстань між опорами в плані – 4,25 м. Ухил крокви 23° . Довжина крокв становитиме:

$$4,25 \text{ м} / \cos 23^\circ = 4250 / 0,921 = 4617 \text{ мм.}$$

Для рівномірно розподіленого навантаження $l_{ef}/l = 0,9$,

тому розрахункова довжина крокви:

$$l_{ef} = 0,9 \times 4617 = 4155 \text{ мм} = 4,155 \text{ м.}$$

Розрахунковий згинальний момент для крокви як однопролітної балки з шарнірним опиранням на краях:

$$M_{yd} = q_m l^2 / 8 = 1504,1 \times 4,155^2 / 8 = 3245,8 \text{ Нм.}$$

Значення міцності при згині сосни класу С30

$$f_{m,k} = 30 \text{ МПа} = 30 \text{ Н/мм}^2.$$

Розрахункове значення міцності деревини класу С30 при згині:

$$f_{m,d} = k_{mod} \times f_{m,k} / \gamma_M = 0,8 \times 30 / 1,3 = 18,46 \text{ Н/мм}^2.$$

Оскільки попередньо було прийнято переріз крокви 60×175 мм, то момент опору перерізу:

$$W = b \times h^2 / 6 = 60 \times 175^2 / 6 = 306250 \text{ мм}^3.$$

Перевіримо міцність підібраної крокви:

$$\sigma = M / W = 3245,8 \times 1000 / 306250 = 10,6 \text{ Н/мм}^2.$$

$$\sigma_{m,y,d} = 10,6 \text{ Н/мм}^2 < f_{m,d} = 18,46 \text{ Н/мм}^2,$$

отже, міцність підібраної крокви забезпечена.

Перевірка жорсткості крокви.

Модуль пружності сосни класу С30 $E_{0,mean} = 12000 \text{ Н/мм}^2$ та модуль зсуву $G_{mean} = 750 \text{ Н/мм}^2$.

Граничний прогин для крокви:

$$w_{net,fin} = l / 250 = 4617 / 250 = 18,5 \text{ мм.}$$

Розрахунковий прогин для крокви за формулою:

$$w = \frac{5ql_{ef}^4}{32E_{o,mean}bh^3} \left[1 + 0,96 \frac{E_{o,mean}}{G_{o,mean}} \left(\frac{h}{l_{ef}} \right)^2 \right] =$$

$$= 5 \times 806,5 \times 4,155^4 \times [1 + 0,96 \times 12000 \times (0,175 / 4,155)^2 / 750] /$$

$$(32 \times 12000 \times 10^6 \times 0,06 \times 0,175^3) = 0,00999 \text{ м} = 10 \text{ мм.}$$

$$w = 10 \text{ мм} < w_{net,fin} = 18,5 \text{ мм.}$$

Отже, підібрана кроква перерізом $b \times h = 60 \times 175$ мм задовольняє умовам жорсткості.

2.1.3. Розрахунок крокви №3

Кут нахилу покрівлі до горизонту для крокви № 3 $\alpha = 8^\circ$.

Крокви при куті нахилу $\alpha \leq 10^\circ$ розраховують як балки з горизонтальною віссю. Відстань між опорами (проліт крокви) при довжині крокви 2,55 м становить $l = l_0 \times \cos\alpha = 2,55 \times 0,99 = 2,52$ м, крок крокв $b = 1,15$ м.

Навантаження на крокву №3 таке ж, як і на крокву №4, визначене в таблиці 2.2:

Експлуатаційне навантаження: $q_e = 876,2$ Н/м.

Розрахункове (граничне) навантаження: $q_m = 1634,0$ Н/м.

Розрахунковий згинальний момент для крокви як однопролітної балки з шарнірним опиранням на краях:

$$M_{yd} = q_m l^2 / 8 = 1634,0 \times 2,52^2 / 8 = 1297,1 \text{ Нм.}$$

У зв'язку з тим, що згинальний момент для крокви №3 значно менший від згинального моменту для крокви №4, то поперечний переріз крокви прийнято таким же як і для крокви №4: $b \times h = 60 \times 175$ мм, що відповідає умовам міцності та жорсткості.

2.1.4. Розрахунок підкосу №20

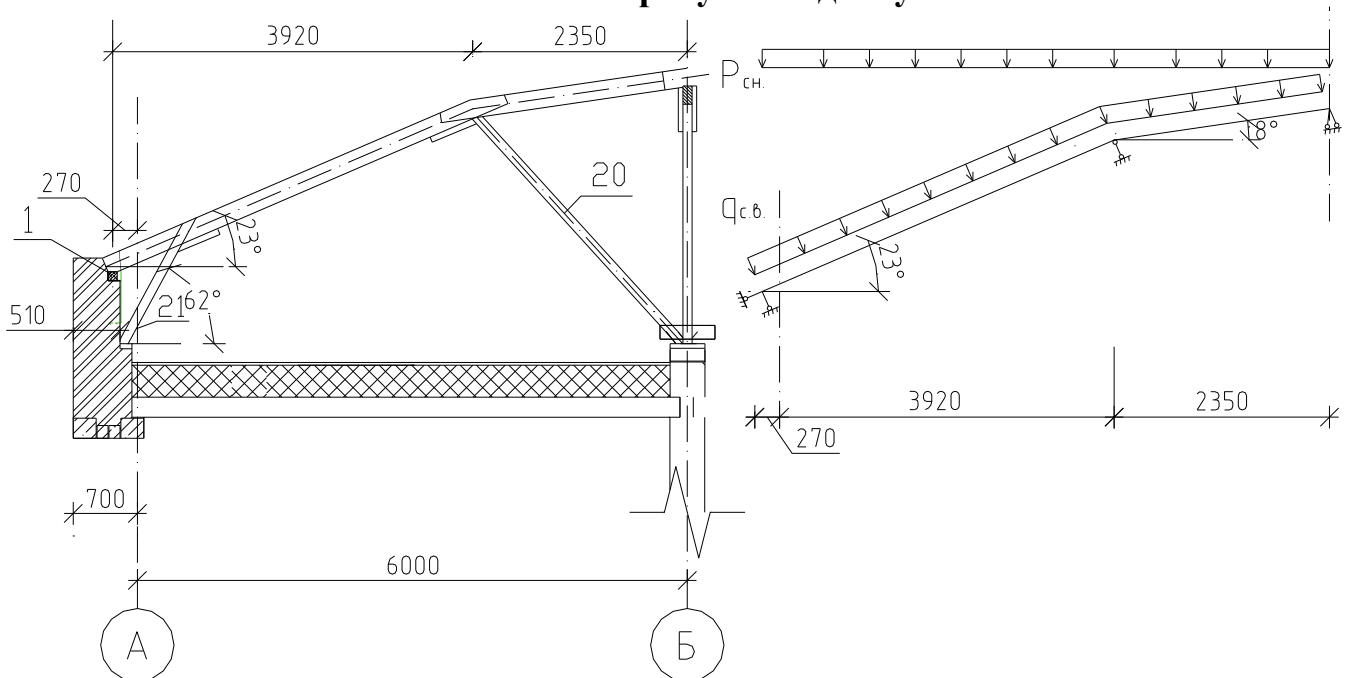


Рис. 2.2. Розрахункова схема підкосу №20

Вісь мауерлата зміщена щодо осі зовнішньої стіни на 270 мм, тоді відстань від осі мауерлата до осі Б становить $l = l_1 + 0,27 = 6,27$ м.

Згинальний момент у точці кріплення підкосу:

$$M = q \times l^2 / 8 = 1,634 \times 6,27^2 / 8 = 8,03 \text{ кНм};$$

Підкіс розміщений з кутом нахилу 42° ($\sin\beta = 0,669$; $\cos\beta = 0,743$).

Довжина підкосу: $l = l / \cos\alpha = 2,35 / 0,743 = 3,16 \text{ м}$.

Зусилля у підкосі:

$$N = M_B \cos\alpha / \sin\beta = 8,03 \times 0,743 / 0,669 = 8,92 \text{ кН}.$$

Приймаємо поперечний переріз підкосу $h \times b = 100 \times 100 \text{ мм}$.

Найменший радіус інерції перерізу $i = 0,289 \times b = 0,289 \times 10 = 2,89 \text{ см}$.

Найбільша гнучкість підкосу $\lambda = l / i = 316 / 2,89 = 109,3$.

Модуль пружності сосни класу С22: $E_{0,\text{mean}} = 10000 \text{ Н/мм}^2$.

Модуль пружності при деформації 0,05%:

$$E_{0,05} = E_{0,\text{mean}} \times 2/3 = 6666,7 \text{ Н/мм}^2.$$

Приведена гнучкість $\lambda_{\text{rel},y}$ обчислена з умови:

$$\lambda_{\text{rel},y} = \lambda_y \times \sqrt{(f_{c,0,k} / E_{0,05})} / \pi = 109,3 \times \sqrt{(20 / 6666,7)} / 3,14 = 1,9.$$

Коефіцієнт k_y визначаю з умови:

$$k_y = 0,5 (1 + \beta_c (\lambda_{\text{rel},y} - 0,3) + \lambda_{\text{rel},y}^2) = 0,5 (1 + 0,2 (1,9 - 0,3) + 1,9^2) = 2,46.$$

Коефіцієнт повздожнього згину визначаю з умови:

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{(k_y^2 - \lambda_{\text{rel},y}^2)}) = 1 / (2,46 + \sqrt{(2,46^2 - 1,9^2)}) = 0,2486 = 0,25.$$

Стійкість підкосу перевіряємо з умови:

$$\begin{aligned} \sigma_{c,o,d} &= N / (A \times k_c) = 8,92 / (10 \times 10 \times 0,25) = \\ &= 0,3568 \text{ кН/см}^2 = 3,568 \text{ Н/мм}^2. \end{aligned}$$

$$\sigma_{c,o,d} = 3,568 \text{ Н/мм}^2 < f_{c,o,d} = 12,38 \text{ Н/мм}^2,$$

отже, стійкість (і міцність) підбраного стиснутого підкосу забезпечена.

2.1.5. Розрахунок стійки №22

Повна висота стійки $h = 3,2 \text{ м}$.

Момент на середній опорі:

$$M = 0,125 \times q (l_1^3 + l_2^3) / (l_1 + l_2).$$

$$M = 0,125 \times 1,634 (3,05^3 + 2,35^3) / (3,05 + 2,35) = 1,564 \text{ кНм};$$

Розрахункова осьова сила:

$$N_c = q \times l \times (l_1 + l_2) / 2 = 1,634 \times 1 \times (3,05 + 2,35) / 2 = 3,68 \text{ кН}.$$

Попередньо приймаю стійку поперечним перерізом $b \times h = 100 \times 100$ мм.

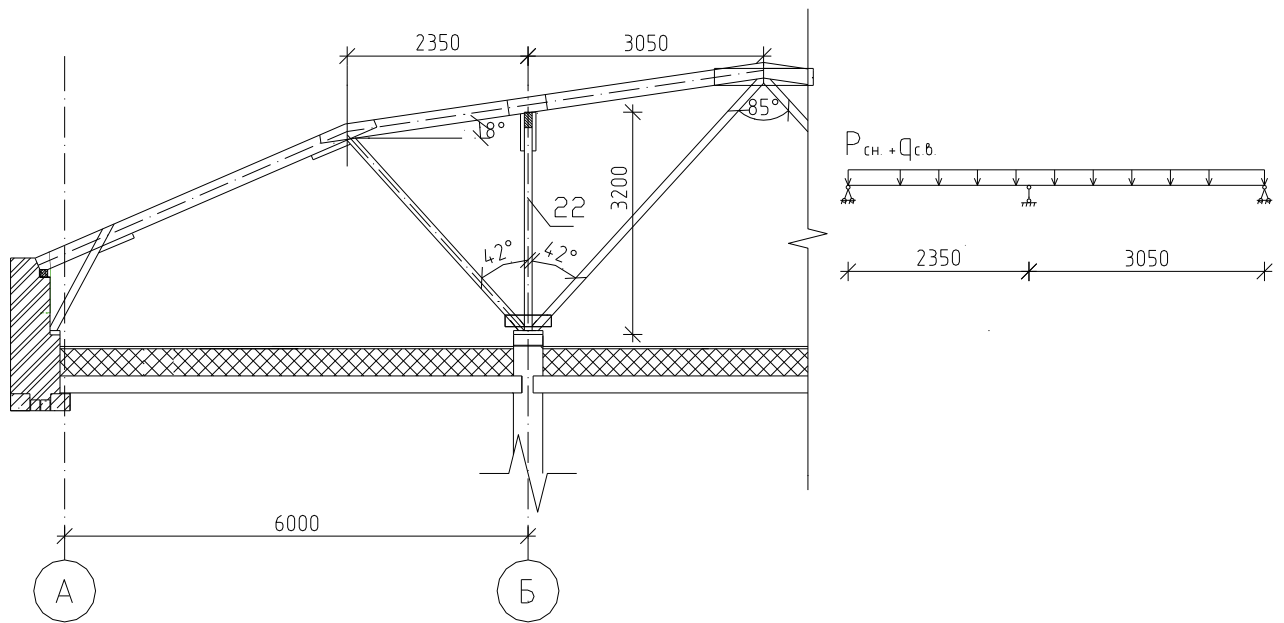


Рис. 2.3. Розрахункова схема дерев'яної стійки №22

Найменший радіус інерції перерізу $i = 0,289 \times b = 0,289 \times 10 = 2,89$ см.

Найбільша гнучкість підкосу $\lambda = l / i = 320 / 2,89 = 110,7$.

Модуль пружності сосни класу С22: $E_{0,mean} = 10000$ Н/мм².

Модуль пружності при деформації 0,05%:

$$E_{0,05} = E_{0,mean} \times 2/3 = 6666,7 \text{ Н/мм}^2.$$

Приведена гнучкість $\lambda_{rel,y}$ обчислена з умови:

$$\lambda_{rel,y} = \lambda_y \times \sqrt{(f_{c,0,k} / E_{0,05})} / \pi = 110,7 \times \sqrt{(20 / 6666,7)} / 3,14 = 1,93.$$

Коефіцієнт k_y визначаю з умови:

$$k_y = 0,5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,5 (1 + 0,2 (1,93 - 0,3) + 1,93^2) = 2,52.$$

Коефіцієнт повздовжнього згину визначаю з умови:

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{(k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)}) = 1 / (2,52 + \sqrt{(2,52^2 - 1,93^2)}) = 0,2486 = 0,24.$$

Стійкість підкосу перевіряємо з умови:

$$\begin{aligned} \sigma_{c,o,d} &= N / (A \times k_c) = 2,36 / (10 \times 10 \times 0,24) = \\ &= 0,098 \text{ кН/см}^2 = 0,98 \text{ Н/мм}^2. \end{aligned}$$

$$\sigma_{c,o,d} = 0,98 \text{ Н/мм}^2 < f_{c,o,d} = 12,38 \text{ Н/мм}^2,$$

отже, стійкість (і міцність) підбраного стиснутого підкосу забезпечена.

2.2. Проектування палевих фундаментів

Проектування палевих фундаментів розробляю на основі матеріалів інженерно-геологічних вишукувань

У проекті розраховую висячі палі, під нижніми кінцями яких залягають несучі ґрунти; навантаження передається через нижній кінець палі і по бічній поверхні палі.

Майданчик під будівництво розташований у районі, обмеженому вулицями Панаса Мирного та Млинівською.

Для вивчення основ під будівлю на майданчику пробурені три свердловини глибиною 15 м: С-1 (81,20) і С-2 (83,70), С-3 (82,50).

Дослідженнями встановлено інженерно-геологічні елементи:

- насипний ґрунт (ІГЕ-1) – суглинок м'якопластичний консистенції з включенням будівельно-побутового сміття, потужністю 1,6-2,0 м;
- супіски текучої консистенції (ІГЕ-2);
- торф високозольний потужністю 1,8 м. Свердловина №1 (ІГЕ-3);
- суглинок м'якопластичний потужністю 2,0 м (ІГЕ-4). Свердловина № 2;
- галькові ґрунти з піщаним заповнювачем (ІГЕ-5) потужністю до 1,2 м;
- суглинки елювіальні напівтвердої консистенції (ІГЕ-6) дуже щільні – кора вивітрювання глинистих сланців.

Материнська порода – суглинок напівтвердої консистенції.

За даними інженерно-геологічних досліджень несучим шаром є суглинок напівтвердої консистенції. Виконую збір навантажень.

Фізико-механічні властивості ґрунтів

Показники фізико-механічних властивостей ґрунтів	Найменування ґрунту					
	Насипний	Торф	Суглинок м'яко-пластичний	Супісок текучої консистенції	Галька з піщаним заповнювачем	Суглинок напівтвердої консистенції
Природна вологість, $W, \%$	-	-	26,2	20,0	-	25,8
Ступінь вологості, S_r	-	-	0,95	0,79	-	0,98
Коефіцієнт пористості, e	-	-	0,76	0,67	-	0,71
Вологість на границі текучості, W_L	-	-	31	19	-	36
Вологість на границі розкочування, W_p	-	-	18	14	-	25
Число пластичності, I_p	-	-	12	5	-	12
Показник текучості, I_L	-	-	0,65	>1	-	0,18
Щільність ґрунту, кН/м^3	Природної вологості, ρ	-	1,95	1,92	-	1,98
	Сухого ґрунту, ρ_d	-	1,55	1,58	-	1,59
	Частинок ґрунту, ρ_s	-	2,68	2,67	-	2,68
Кут внутрішнього тертя ґрунту, φ .град.	Нормативне, φ_n	-	17	19	38	25
	φ_I	-	15	17	38	22
	φ_{II}	-	17	19	38	25
Питоме зчеплення, C , кПа	Нормативне, C_n	-	19	14	0	29
	C_I	-	13	9	0	18
	C_{II}	-	19	14	0	29
Модуль деформації, E , МПа	-	-	5,8	13,1	50	43

На майданчику будівництва виконується планування по абсолютній відмітці 82,50 м. По дну котловану виконується гравійно-піщана підготовка товщиною 300 мм до відмітки низу ростверку. Розрахункова глибина сезонного промерзання ґрунту для міста Дубно становить 90 см.

Несучим шаром вибираємо шар № 6 – суглинок напівтвердий з достатніми характеристиками міцності. Довжина палі з урахуванням заглиблення в несучий шар не менше 1 м складе:

$$L = 10,4 + 0,3 + 1,0 = 11,7 \text{ м}$$

Приймаю суцільну залізобетонну палю типу С120.30-12, довжиною 12 м, поперечним перерізом 300 × 300 мм.

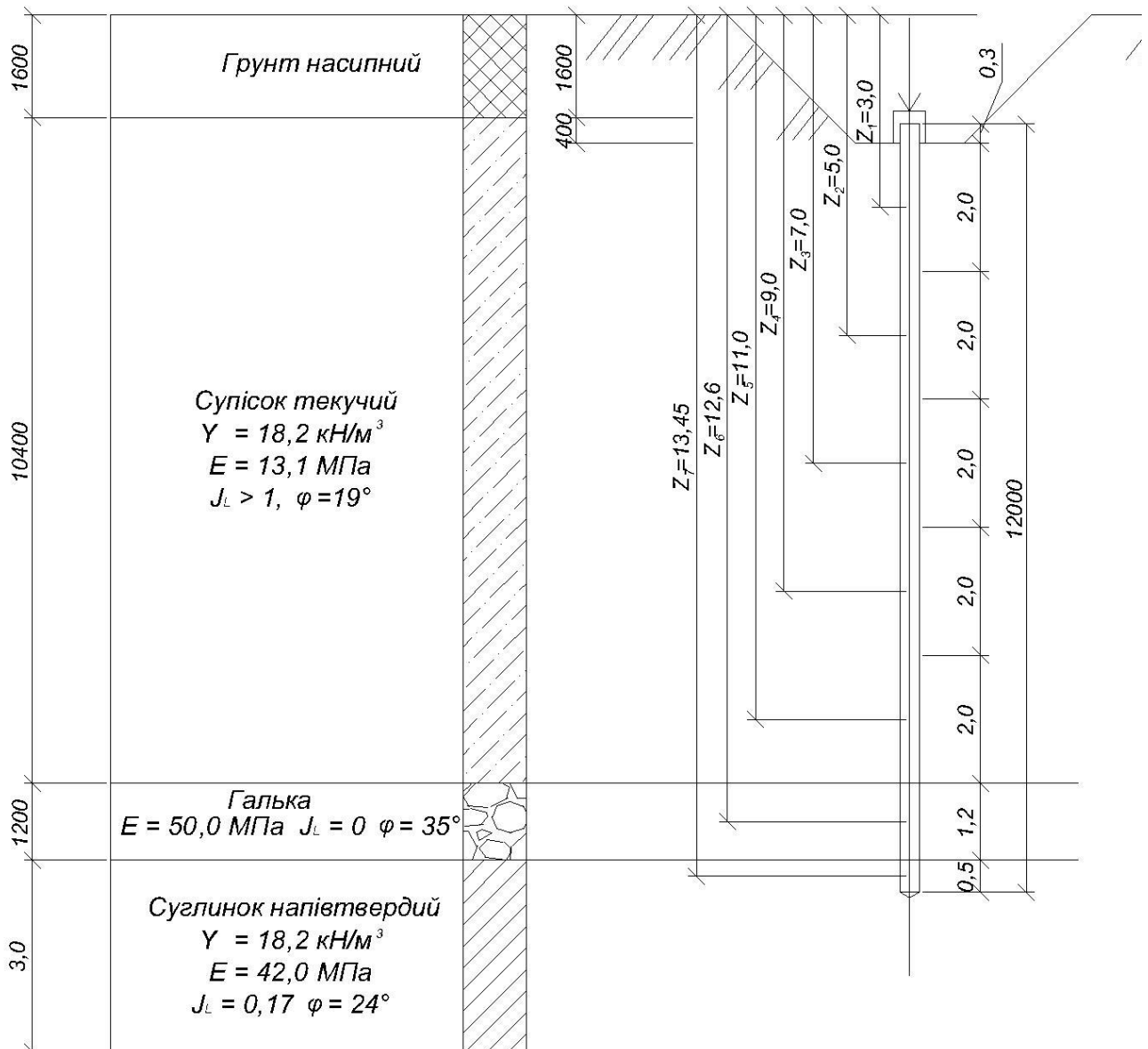


Рис. 2.5. Схема до розрахунку палі

Глибина занурення нижнього кінця палі становить 13,7 м.

Значення R для гравійних ґрунтів складає:

$$R = 6610 + \frac{6930 - 6610}{15 - 10} (13,7 - 10) = 6846,8 \text{ кПа}.$$

	$I = 0,1$	$I = 0,2$	$I = 0,17$
	f_1	f_2	f
$h_1 = 10$	$\mapsto 7300$	$\mapsto 5000$	6610
$h_2 = 15$	$\mapsto 7500$	$\mapsto 5600$	

Розрахунковий опір ґрунту на бічній поверхні палі визначається як сума опору окремих шарів, дотичних зі палею. Основу розбиваємо на розрахункові шари таким чином, щоб кожен розрахунковий шар був однорідним і мав товщину не більше 2м. Значення f_i для кожного шару визначаємо окремо, причому на глибині, відповідній глибині розташування середини розрахункового шару (z_i).

$f_1 = 5,0$ кПа,	$h_1 = 2,0$ м;	$f_5 = 6,0$ м,	$h_5 = 2,0$ м;
$f_2 = 5,0$ кПа,	$h_2 = 2,0$ м;	$f_6 = 67,6$ м,	$h_5 = 1,2$ м;
$f_3 = 6,0$ кПа,	$h_3 = 2,0$ м;	$f_7 = 68,45$ м,	$h_5 = 0,5$ м;
$f_4 = 6,0$ кПа,	$h_4 = 2,0$ м;		

Підставимо значення:

$$F_d = 1 \cdot (1 \cdot 6846,8 \cdot 0,09 + 1,2 \cdot (3 \cdot (2,0 \cdot 6,0) + 2 \cdot (2,0 \cdot 5,0) + 1,2 \cdot 67,6 + 0,5 \cdot 68,45)) = 821,83 \text{ кН}.$$

Несуча здатність палі $F_d = 821,83 \text{ кН}$

Розрахунок кількості палей по осі 18 на ділянці А-Б

В перерізі 1-1 фундамент стрічковий, тому визначаємо кількість палей що необхідне на 1 метр погонний ростверку.

Розрахункове навантаження на рівні верху ростверку $N = 652,0 \text{ кН/м}$.

Несуча здатність палі $F_d = 821,83 \text{ кН}$.

Кількість палей S_{12-30} на 1 п.м.: $n = N \times \gamma_k / F_d = 652,0 \times 1,4 / 821,83 = 1,01$.

Відстань між палями: $a = m_p \times F_d / (N \times \gamma_k) = 1 \times 821,83 / (1,4 \times 652,0) = 1,305$.

Приймаю крок палей $a = 1,31 \text{ м}$.

Ширина ростверку: $b = d + (2 \times 0,15) = 0,3 + (2 \times 0,15) = 0,6 \text{ м}$.

Визначення кроку паль, їх кількості та ширини ростверку

Несуча стіна по осі"_" на ділянці	Розрах. довж. діл. ростверка	Погон. нав. на ростверк на діл. L	Заг. нав. на ростверк на діл. L	Допустиме навантаж. на палю, Рпл.	Проектна к-сть діл. між палями	Проектна відстань між палями одного ряду			Проект. ширина роств.
	L	N	PL = N x L		n	По довж. ряду	С врахув. невязки	Округл. отримаєм	
	(м)	(кН/м)	(кН)	(кН)	(шт.)	(м)	(м)	(м)	(м)
<i>I</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Повздожні стіни будівлі									
"Г", 14-20	29.800	312	9298	821.8	20	1.800	1.490	1.490	0.6
"А", 14-20	29.800	388	11562	821.8	20	1.800	1.490	1.490	0.6
"Б", "В", 15-16, 17-18	6.400	634	4058	821.8	5	1.280	1.280	1.280	0.6
"Б", "В", 16-17	4.200	634	2663	821.8	4	1.050	1.050	1.050	0.6
Поперечні стіни будівлі									
"14", А-Г	18.325	556	10189	821.8	13	1.410	1.410	1.410	0.6
"15", А-Г	18.325	652	11948	821.8	13	1.230	1.410	1.410	0.6
"18", А-Г	18.325	652	11948	821.8	14	1.230	1.309	1.310	0.6
"20", А-Г	18.325	642	11765	821.8	14	1.230	1.309	1.310	0.6

Власна вага одного погонного метру ростверку:

$$\sigma_I = b \cdot h_p \cdot \gamma_b \cdot \gamma_f = 0,6 \times 0,5 \times 1,1 \times 25 = 7,92 \text{ кН/м.}$$

Розрахункове навантаження в площині підосви ростверку:

$$652,0 + 7,92 = 659,92 \text{ кН/м.}$$

Фактичне навантаження що передається на кожен палю

$$N_f = 0,9 \times 659,92 = 596,93 \text{ кН.}$$

Перевіримо виконання умов несучої здатності:

$$N_f \leq \frac{F_d}{\gamma_k}; \quad 593,93 \text{ кН} \leq \frac{821,83}{1,4} = 631,83 \text{ кН, умова виконується.}$$

Розрахунок просідання стрічкового пального фундаменту

по осі 20, 15, 18 на ділянці А-Г

Просідання стрічкового фундаменту з одно- і дворядним розташуванням паль і відстанню між палями $3d$ визначають за формулою:

$$S = \frac{N_n \cdot (1 - \nu^2)}{\pi \cdot E} \cdot \delta_0.$$

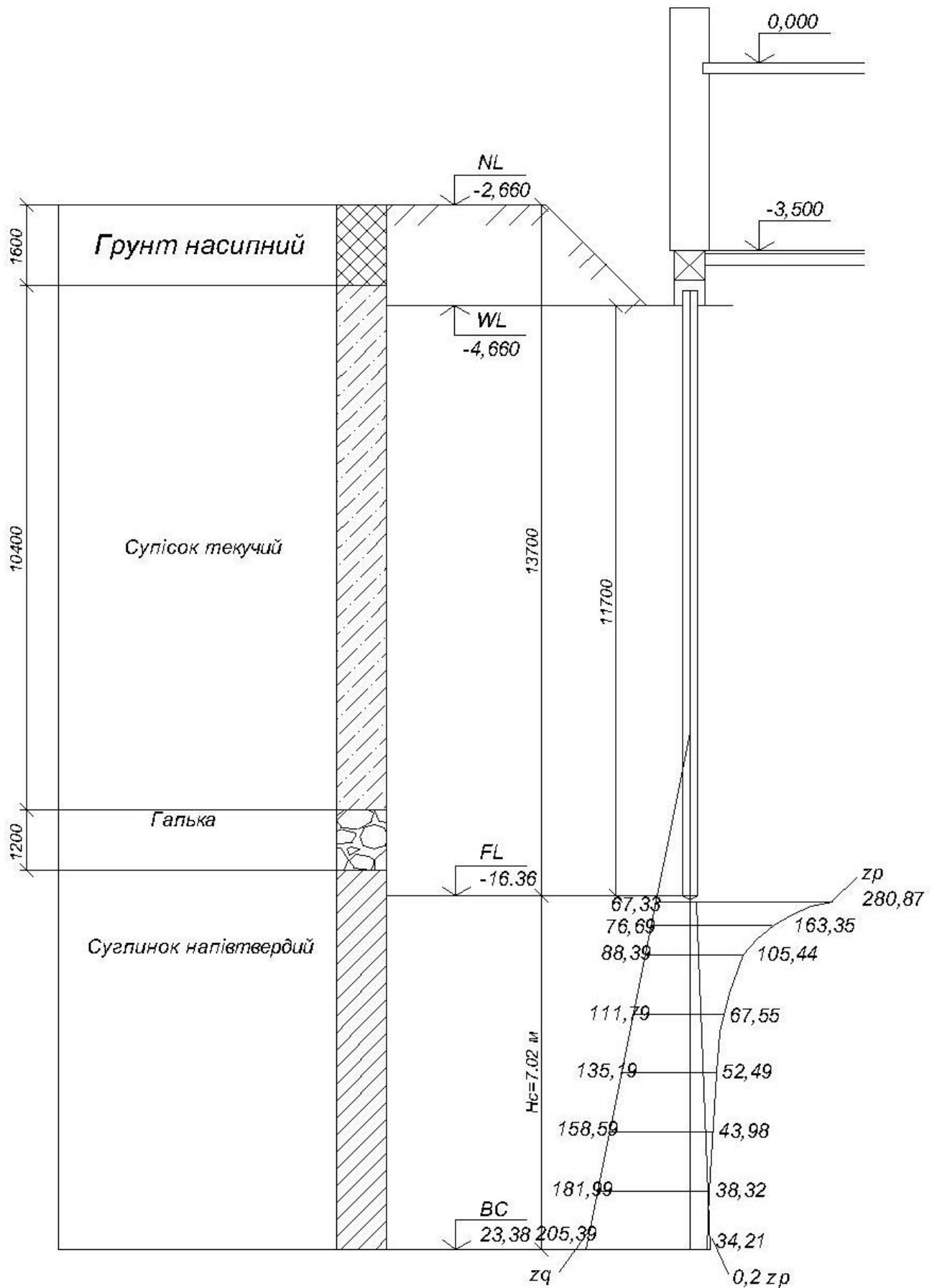


Рис. 2.6. Схема до розрахунку просідання стрічкового пальового фундаменту по осі 20,15,18 на ділянці А-Г

Значення додаткових напружень для розрахунку просідання фундаменту
по осі 20,18,15 на ділянці А-Г

N	Z/h	α_n	σ_{zd} , кПа	Z, м	σ_{zq} , кПа	$0,2\sigma_{zq}$, кПа
1	0,01	13,79	280,88	0,12	67,34	13,48
2	0,05	8,02	163,36	0,59	76,68	15,35
3	0,1	5,18	102,44	1,17	88,38	17,69
4	0,2	3,32	67,56	2,34	111,78	22,37
5	0,3	2,58	52,48	3,51	135,18	27,05
6	0,4	2,16	43,98	4,68	158,18	31,73
7	0,5	1,88	38,33	5,85	181,98	36,41
8	0,6	1,68	34,22	7,02	205,38	41,09

Просідання фундаменту буде рівне:

$$S = \frac{Nn \cdot (1 - \nu^2)}{\pi \cdot E} \cdot \delta_0 = \frac{748,24 \cdot (1 - 0,35^2)}{3,14 \cdot 42000} \cdot 1,70 = 0,0085\text{ м} = 0,85\text{ см} < \bar{S}_u = 10\text{ см},$$

умова виконується.

Розрахунок кількості паль по осі 14

Розрахункове навантаження на рівні верху ростверку $N = 556$ кН/м.

Несуча здатність палі $F_d = 821,83$ кН.

Кількість паль на 1 п.м. під внутрішню стіну будівлі:

$$n = N \times \gamma_k / F_d = 556 \times 1,4 / 821,83 = 0,95.$$

Відстань між палями: $a = m_p \times F_d / (N \times \gamma_k) = 1 \times 821,83 / (1,4 \times 556) = 1,06$.

Ширина ростверку: $b = d + (2 \times 0,15) = 0,3 + (2 \times 0,15) = 0,6$ м.

Власна вага одного погонного метру ростверку:

$$\sigma_I = b \cdot h_p \cdot \gamma_b \cdot \gamma_f = 0,6 \times 0,5 \times 1,1 \times 25 = 7,92 \text{ кН/м.}$$

Розрахункове навантаження в площині подошви ростверку:

$$556 + 7,92 = 563,92 \text{ кН/м.}$$

Фактичне навантаження, що передається на кожну палю:

$$N_f = 0,9 \times 563,92 = 507,53 \text{ кН.}$$

Перевіримо виконання умови несучої здатності:

$$N_f \leq \frac{F_d}{\gamma_k}; \quad 507,53\text{ кН} \leq \frac{821,83}{1,4} = 632,18\text{ кН}.$$

Умова виконується.

Розрахунок просідання стрічкового пальового фундаменту по осі 14

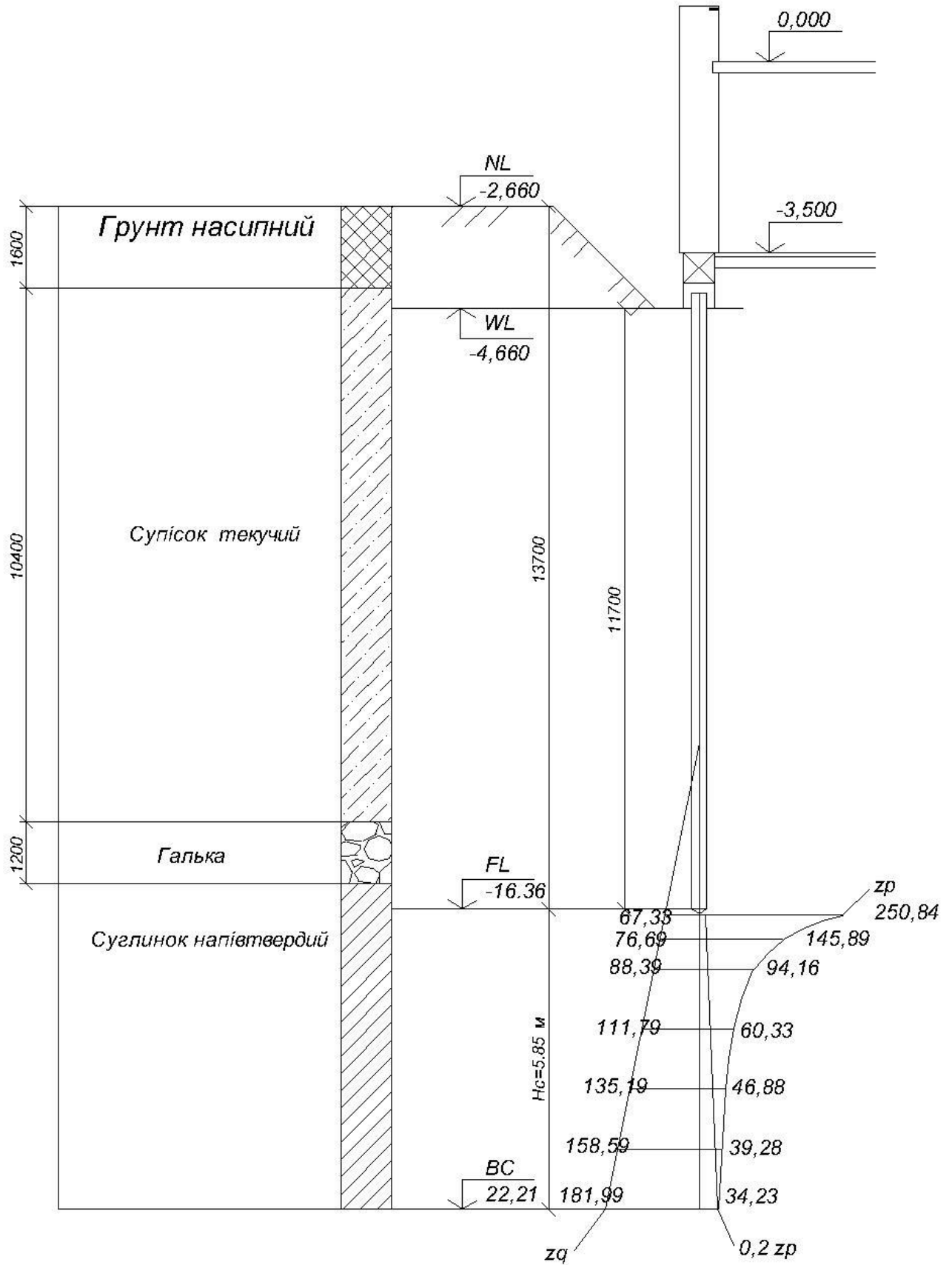


Рис.2.7. Схема до розрахунку просідання стрічкового пальового фундаменту по осі 14 на ділянці А-Г

Значення додаткових напружень до розрахунку просідання по осі 14

N	Z/h	α_n	σ_{zp} , кПа	Z, м	σ_{zq} , кПа	$0,2\sigma_{zq}$, кПа
1	0,01	13,79	250,85	0,12	67,34	13,48
2	0,05	8,02	145,88	0,59	76,68	15,35
3	0,1	5,18	94,17	1,17	88,38	17,69
4	0,2	3,32	60,34	2,34	111,78	22,37
5	0,3	2,58	46,89	3,51	135,18	27,05
6	0,4	2,16	39,29	4,68	158,18	31,73
7	0,5	1,88	34,24	5,85	181,98	36,41
8	0,6	1,68	30,56	7,02	205,38	41,09

$$S = \frac{Nn \cdot (1 - \nu^2)}{\pi \cdot E} \cdot \delta_0 = \frac{668,24 \cdot (1 - 0,35^2)}{3,14 \cdot 42000} \cdot 1,5 = 0,0067 \text{ м} = 0,67 \text{ см} < \bar{S}_u = 10 \text{ см},$$

умова виконується.

Відносна різниця просідань:

$$\Delta S / L = 0,18 / 2340,0 = 0,000077 < (\Delta S / L)_u = 0,0020$$

$\Delta S = 0,85 - 0,67 = 0,18 \text{ см}$ – різниця просідань; L – відстань між фундаментами.

Розрахунок просідання стрічкового пальового фундаменту по осі А

Значення додаткових напружень до розрахунку просідання по осі А

N	Z/h	α_n	σ_{zp} , кПа	Z, м	σ_{zq} , кПа	$0,2\sigma_{zq}$, кПа
1	0,01	13,79	199,78	0,12	67,34	13,48
2	0,05	8,02	116,21	0,59	76,68	15,35
3	0,1	5,18	75,02	1,17	88,38	17,69
4	0,2	3,32	48,06	2,34	111,78	22,37
5	0,3	2,58	37,35	3,51	135,18	27,05
6	0,4	2,16	31,29	4,68	158,18	31,73
7	0,5	1,88	27,27	5,85	181,98	36,41
8	0,6	1,68	24,34	7,02	205,38	41,09

Просідання фундаменту буде рівне:

$$S = \frac{Nn \cdot (1 - \nu^2)}{\pi \cdot E} \cdot \delta_0 = \frac{532,24 \cdot (1 - 0,35^2)}{3,14 \cdot 42000} \cdot 1,4 = 0,00697 \text{ м} = 0,7 \text{ см} < \bar{S}_u = 10 \text{ см},$$

умова виконується.

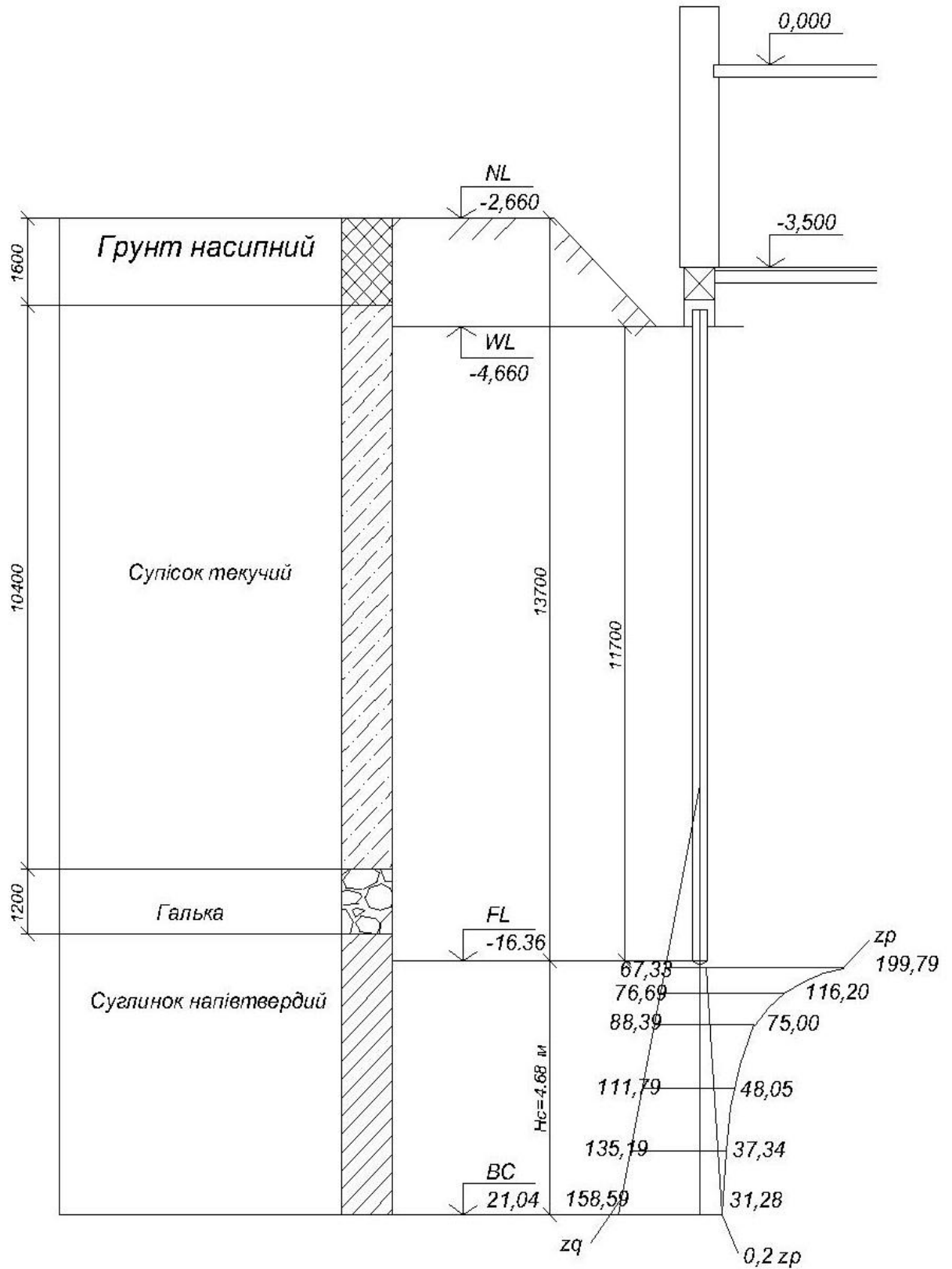


Рис. 2.8. Схема до розрахунку просідання стрічкового пальового фундаменту по осі А на ділянці 14-20

Розрахунок просідання стрічкового пальового фундаменту по осі Б, В

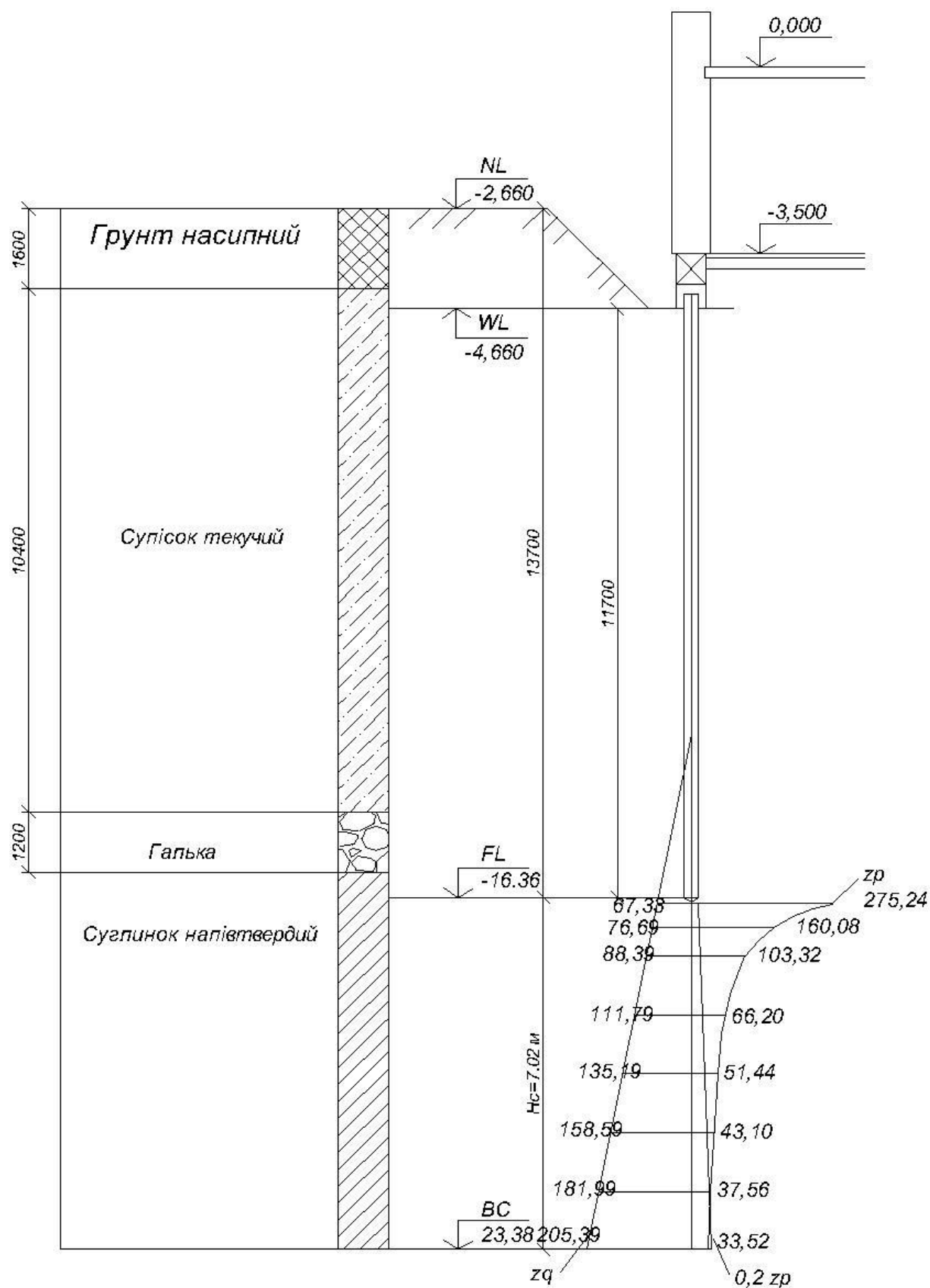


Рис. 2.9. Схема до розрахунку просідання стрічкового пальового фундаменту по осі Б, В на ділянці 14-20

Значення додаткових напружень до розрахунку просідання по осі Б, В

N	Z/h	α_n	σ_{zp} , кПа	Z, м	σ_{zq} , кПа	$0,2\sigma_{zq}$, кПа
1	0,01	13,79	275,25	0,12	67,34	13,48
2	0,05	8,02	160,09	0,59	76,68	15,35
3	0,1	5,18	103,33	1,17	88,38	17,69
4	0,2	3,32	66,21	2,34	111,78	22,37
5	0,3	2,58	51,45	3,51	135,18	27,05
6	0,4	2,16	43,12	4,68	158,18	31,73
7	0,5	1,88	37,57	5,85	181,98	36,41
8	0,6	1,68	33,53	7,02	205,38	41,09

Просідання фундаменту буде рівне:

$$S = \frac{Nn \cdot (1 - \nu^2)}{\pi \cdot E} \cdot \delta_0 = \frac{733,24 \cdot (1 - 0,35^2)}{3,14 \cdot 42000} \cdot 1,5 = 0,0075 \text{ м} = 0,75 \text{ см} < \bar{S}_u = 10 \text{ см},$$

умова виконується.

Розрахунок просідання стрічкового пальового фундаменту по осі Г

Значення додаткових напружень для розрахунку по осі Г

N	Z/h	α_n	σ_{zp} , кПа	Z, м	σ_{zq} , кПа	$0,2\sigma_{zq}$, кПа
1	0,01	13,79	171,27	0,12	67,34	13,48
2	0,05	8,02	99,62	0,59	76,68	15,35
3	0,1	5,18	64,28	1,17	88,38	17,69
4	0,2	3,32	41,18	2,34	111,78	22,37
5	0,3	2,58	32,02	3,51	135,18	27,05
6	0,4	2,16	26,83	4,68	158,18	31,73
7	0,5	1,88	23,38	5,85	181,98	36,41
8	0,6	1,68	20,87	7,02	205,38	41,09

Просідання фундаменту буде рівне:

$$S = \frac{Nn \cdot (1 - \nu^2)}{\pi \cdot E} \cdot \delta_0 = \frac{456,24 \cdot (1 - 0,35^2)}{3,14 \cdot 42000} \cdot 1,4 = 0,00697 \text{ м} = 0,7 \text{ см} < \bar{S}_u = 10 \text{ см},$$

умова виконується.

Розрахунок армування центрально навантаженого фундаменту

Робоча висота ростверку прийнята $d = 500 - 40 = 460$ мм.

Фундамент проектуємо з арматурою класу А400С, міцність якої 365 МПа.

Ростверк розраховуємо на найбільше погонне навантаження $N = 652$ кН/м.

Монолітний стрічковий фундамент розглядаємо як нерозрізну балку.

Найбільший згинальний момент на опорі:

$$M = N \times l^2 / 12 = 652,0 \times 1^2 / 12 = 54,34 \text{ кНм.}$$

Найбільший згинальний момент в прольоті:

$$M = N \times l^2 / 16 = 652,0 \times 1^2 / 16 = 40,76 \text{ кНм.}$$

Площу перерізу верхньої і нижньої арматури визначаю з умови:

$$A_s = M / (0,9df_{yd}) = 54,34 \times 10^6 / (0,9 \times 460 \times 365) = 359,6 \text{ мм}^2.$$

Приймаю робочу арматуру із стержнів 4Ø12 А400С, $A_s = 452 \text{ мм}^2$.

$$A_s = M / (0,9df_{yd}) = 40,76 \times 10^6 / (0,9 \times 460 \times 365) = 269,7 \text{ мм}^2.$$

Приймаємо робочу арматуру із стержнів 4Ø10 А400С, $A_s = 314 \text{ мм}^2$.

Розділ 3

Технологія та організація будівництва

3.1. Визначення номенклатури та об'ємів робіт

Таблиця 3.1. Відомість об'ємів і трудомісткості робіт

№ п/п	Найменування робіт, од. вим.	Об'єм робіт		Виробіток		Трудомісткість	
				1 люд / зм	1 маш/зм	1 люд -зм	1 маш -зм
		1діл.	2діл.				
ПІДЗЕМНА ЧАСТИНА							
1	Вертикальне планування площадки, м ³ всього	132	132		97		1,3
2	Розробка ґрунту екскаватором, м ³ , всього	4847	4847		236		20,7
3	Доробка ґрунту вручну, м ³ , всього	244	244	43,5		5,7	
4	Забивання паль, шт., всього	159	159	2,4		74	
5	Зрубування оголовків паль, шт., всього	159	159	8,4		19,2	
6	Влаштування монолітного ростверку, м ³ всього	58	58	2,9		19,7	
7	Монтаж фундаментних блоків, шт., всього	90	90	6,4		14,5	
8	Горизонтальна гідроізоляція стін підвалу, м ² , всього	158,8	158,8	41,2		3,88	
9	Вертикальна обмазочна гідроізоляція гарячим бітумом, м ² , всього	255,6	255,6	76,2		3,38	
10	Влаштування бетонного підстиляючого шару, м ² , всього	450,2	450,2	6,2		75,2	
11	Монтаж плит перекриття підвалу, шт, всього	52	52	3,6		13,8	
12	Зворотня засипка бульдозером, м ³	480,8	480,8		272		1,76
13	Ущільнення ґрунту пневмотрамбовками, м ³	480,8	480,8	71,8		6,8	
Надземна частина							
1.	Цегляна кладка зовнішніх стін м ³ , всього	1898	1898			1356	
	1 ярус	544	544	1,4		387,2	
	2 ярус	544	544			387,2	
	3 ярус	544	544			387,2	
	4 ярус	272	272			193,8	
2.	Цегляна кладка внутрішніх стін, м ³ , всього	278,8	278,8			139,4	
	1 ярус	79,8	79,8	2,0		39,8	
	2 ярус	79,8	79,8			39,8	
	3 ярус	79,8	79,8			39,8	
	4 ярус	39,6	39,6			19,9	
3.	Вкладання перемичок, шт, всього	866	866			71,8	

	1 ярус	246	246	12,2		20,6	
	2 ярус	248	246			20,6	
	3 ярус	246	246			20,6	
	4 ярус	126	126			10,4	
4	Цегляна кладка перегородок, м ²	1393	1393			114,1	
	1 ярус	398	398	12,4		32,8	
	2 ярус	398	398			32,8	
	3 ярус	398	398			32,8	
	4 ярус	199	199			16,4	
5	Вкладання плит перекриття, шт	364	364			95,6	
	1 ярус	104	104	3,8		27,6	
	2 ярус	104	104			27,6	
	3 ярус	104	104			27,6	
	4 ярус	52	52			13,8	
6	Встановлення блоків лоджій, шт.	42	42			5,6	
	1 ярус	6	6	5,4		1,2	
	2 ярус	12	12			2,4	
	3 ярус	12	12			2,4	
	4 ярус	12	12			2,4	
7	Встановлення сходових маршів і площадок, шт	15	15			3,4	
	1 ярус	5	5	4,8		1,2	
	2 ярус	5	5			1,2	
	3 ярус	5	5			1,2	
8	Утеплення покрівлі теплоізоляційними плитами, м ³						
	4 ярус	135,8	135,8	0,74		186,4	
9	Влаштування кров'яної системи, м ³						
	4 ярус	60,8	60,8	0,36		178,4	
10	Влаштування покриття покрівлі із металочерепиці, м ²						
	4 ярус	714	714	11,6		60,6	
11	Влаштування віконних блоків, м ²	422	422			124,4	
	1 ярус	120,8	120,8	3,4		35,6	
	2 ярус	120,8	120,8			35,6	
	3 ярус	120,8	120,8			35,6	
	4 ярус	60,4	60,4			17,8	
13	Встановлення дверних проїомів м ²	455	455			64,0	
	1 ярус	130,0	130,0	7,1		18,3	
	2 ярус	130,0	130,0			18,3	
	3 ярус	130,0	130,0			18,3	
	4 ярус	65,0	65,0			9,1	
14	Покращена штукатурка стін, м ²	6376	6376			306,4	
	1 ярус	1594	1594	20,8		76,6	
	2 ярус	1594	1594			76,6	
	3 ярус	1594	1594			76,6	
	4 ярус	1594	1594			76,6	
15	Штукатурка відкосів, м ² , всього	616	616			158	
	1 ярус	176	176	3,9		45,0	
	2 ярус	176	176			45,0	

	3 ярус	176	176			45,0	
	4 ярус	88	88			23,0	
17	Підготовка поверхонь стель під фарбування, м ²	2804	2804	27,0		104	
	1 ярус	701	701			26	
	2 ярус	701	701			26	
	3 ярус	701	701			26	
	4 ярус	701	701			26	
18	Фарбування стін, м ²	3240	3240			40,4	
	1 ярус	810	810	80,4		10,1	
	2 ярус	810	810			10,1	
	3 ярус	810	810			10,1	
	4 ярус	810	810			10,1	
21	Влаштування підлог із лінолеуму, м ²	2151	2151	30,0		71,6	
	1 ярус	537,7	537,7			17,9	
	2 ярус	537,7	537,7			17,9	
	3 ярус	537,7	537,7			17,9	
	4 ярус	537,7	537,7			17,9	
22	Влаштування цементної стяжки на підлоги, м ²	2294	2294			48,8	
	1 ярус	573,5	573,5	47,2		12,2	
	2 ярус	573,5	573,5			12,2	
	3 ярус	573,5	573,5			12,2	
	4 ярус	573,5	573,5			12,2	
23	Влаштування підлог із керамічної плитки, м ²	650	650	6,0		108	
	1 ярус	162,5	162,5			27	
	2 ярус	162,5	162,5			27	
	3 ярус	162,5	162,5			27	
	4 ярус	162,5	162,5			27	
24	Електромонтажні роботи 1 циклу, грн., всього	3,18	3,18	0,04 5		70,8	
	1 ярус	0,795	0,795			17,7	
	2 ярус	0,795	0,795			17,7	
	3 ярус	0,795	0,795			17,7	
	4 ярус	0,795	0,795			17,7	
25	Сантехнічні роботи 1 циклу, грн., всього	4,24	4,24	0,06		70,8	
	1 ярус	1,06	1,06			17,7	
	2 ярус	1,06	1,06			17,7	
	3 ярус	1,06	1,06			17,7	
	4 ярус	1,06	1,06			17,7	
26	Опалення і вентиляція, грн., всього	5,29	5,29	0,06		88	
	1 ярус	1,32	1,32			22	
	2 ярус	1,32	1,32			22	
	3 ярус	1,32	1,32			22	
	4 ярус	1,32	1,32			22	
27	Електромонтажні роботи 2 циклу, грн., всього	1,36	1,36	0,04 5		30,2	
	1 ярус	0,34	0,34			7,56	
	2 ярус	0,34	0,34			7,56	

	3 ярус	0,34	0,34			7,56	
	4 ярус	0,34	0,34			7,56	
28	Сантехнічні роботи 2 циклу, грн., всього	1,81	1,81	0,06		30	
	1 ярус	0,45	0,45			7,5	
	2 ярус	0,45	0,45			7,5	
	3 ярус	0,45	0,45			7,5	
	4 ярус	0,45	0,45			7,5	
29	Монтаж ліфтового обладнання , грн.	13,612	13,612	0,050		272,24	
	1 ділянка	3,403	3,403			68,06	
	2 ділянка	3,403	3,403			68,06	
	3 ділянка	3,403	3,403			68,06	
	4 ділянка	3,403	3,403			68,06	
30	Пусконаладжувальні роботи	-	-	-		60	
31	Благоустрій і озеленення	-	-	-		120	
32	Здача об'єкту	-	-	-		15	

3.2. Проектування сіткового графіка

Складання картки-визначника робіт для побудови сіткового графіка винесено в додаток Б.

Нормативний термін будівництва двосекційного житлового будинку загальною площею $S_3 = 6483,0 \text{ м}^2$ становить 17 місяців.

Розрахунок параметрів часу сіткового графіка визначив , що

$$T_{кр} = 256 \text{ дні} < T_n = 360 \text{ днів},$$

отже, коригування сіткового графіка не потрібно.

Таблиця 3.2. Розрахунок доставки будівельних конструкцій для 1-ї ділянки

Найменування конструкцій, одиниця вимірювання	Об'єм матеріалу, (V)	Норма розходу матеріалу на одиницю вимірювання (Н _р)	Кількість конструкцій, (П), одиниця виміру	Тривалість роботи, дні (Т)	Добовий розхід конструкцій, (q)	Норма запасу, дні (n)	Нормативний запас, (З _н)	Тривалість заводу, дні		Об'єм матеріалів, що завозяться за добу	
								до початку роботи (D ₁)	під час роботи (D ₂)	до початку роботи (N ₁)	під час роботи (N ₂)
Палі, штук	159	1	159	10	18	5	40	4	7	8	18
Збірні з/б фундаментні блоки, шт.	90	-	90	14	8	5	30	4	6	6	10
Плити перекриття, шт.	416	-	416	36	11	5	104	4	28	21	11
Перемички, шт.	868	-	868	36	23	5	218	4	29	43	23

Цегла, м ³	2178	396 шт/м ³	858,0 т. шт.	36	23	5	214	4	29	43	23
-----------------------	------	--------------------------	-----------------	----	----	---	-----	---	----	----	----

Техніко–економічні показники

- 1) Будівельний об'єм будівлі $V_{\text{буд}} = 12603,8 \text{ м}^3$;
- 2) Площа забудови $S_{\text{заб}} = 1232,76 \text{ м}^2$;
- 3) Загальна площа $S_{\text{заг}} = 6483,0 \text{ м}^2$;
- 4) Загальна площа квартир $S_{\text{кв}} = 4939,2 \text{ м}^2$;
- 8) Загальна трудомісткість $Q = 9299,68 \text{ люд.} \cdot \text{С}_м$;
- 9) Трудомісткість 1 м² будівлі $T_1 = 9299,68 / 6483,0 = 1,43 \text{ люд.} \cdot \text{С}_м/\text{м}^2$;
- 10) Нормативна тривалість будівництва $T_n = 17 \text{ міс}$;
- 11) Планована тривалість будівництва $T_{\text{пл}} = 12 \text{ міс}$.

3.3. Проектування будгенплану

Зведення двосекційного житлового будинку у м. Дубно здійснюється за допомогою баштового крану КБ-403 з вильотом стріли 30 м. Ширина монтажної зони прийнята 10 м. Небезпечна зона роботи крана 37 м, за розрахунком. При розвантаженні з автотранспорту вантаж піднімати не вище 3,5 м, небезпечна зона при цьому 2,0 м.

Розрахунки до будгенплану винесені в додаток В.

Таблиця 3.3. Розрахунок площі складів

Вид конструкцій і матеріалів	Од. вим.	Запас матеріалу	Норма складування матеріалу, м ²	Коефіцієнт використання площі	Прийнята площа, м ²	Спосіб зберігання
Фундаментні блоки	м ³	42,2	1,4/ 2 яруси	0,8	36	Відкрит.
Палі, м ³	м ³	87,4	1,2	0,8	94	Відкрит.
Перемички, м ³	м ³	39,4	2,0	0,8	34	Відкрит.
Плити перекриття	м ³	418	2.0 / 4 шт.	0,8	68	Відкрит.
Цегла	тис. шт.	1714,2	2.2 / 2 яруси	0,8	486	Відкрит.
Дверні блоки	м ²	226	44	0,6	8,6	Навіс
Віконні блоки	м ²	214	45	0,6	8,2	Навіс
Металочерепиця	м ²	0,94	0,33	0,7	4,2	Закрит.
Шпаклівка	м ²	0,94	0,15	0,7	8,8	Закрит.
Мінераловатні плити	м ²	0,94	0,64	0,7	2,06	Закрит.

Сантехнічне обладнання	м ²	0,94	0,66	0,7	2,2	Закрит.
Електромонтажне обладнання	м ²	0,94	0,66	0,7	2,2	Закрит.

Техніко-економічні показники будгенплану

- 1) площа ділянки $F_{\text{діл}} = 5087 \text{ м}^2$
- 2) площа забудови $F_{\text{з}} = 1232,76 \text{ м}^2$
- 3) площа тимчасових споруд $F_{\text{тим}} = 93,8 \text{ м}^2$
- 4) площа доріг і площадок $F_{\text{д}} = 1288 \text{ м}^2$
- 5) коефіцієнт забудови $K_{\text{з}} = \frac{F_{\text{з}}}{F_{\text{діл}}} = 0,24$
- 6) коефіцієнт використання площі $K_{\text{пл}} = \frac{F_{\text{з}} + F_{\text{д}} + F_{\text{тим}}}{F_{\text{діл}}} = 0,51$

Вимоги до охорони праці на будгенплані

Організація будівельного майданчика має забезпечувати безпеку праці працюючих на всіх етапах виконання робіт. Спочатку будмайданчик огорожують, виконують підготовчі роботи, влаштовують тимчасову дорогу на в'їзді з дорожніх плит ПД-1 розміром $1,5 \times 3 \text{ м}$ шириною $3,5 \text{ м}$.

Біля в'їзду на будмайданчик має бути розміщений щит з основними показниками будівництва та схему заїзду автотранспорту. Заїзд автотранспорту організувати з вулиці Млинівської.

Доставка збірних бетонних та залізобетонних конструкцій, товарного бетону і розчину передбачається автотранспортом із заводу ЗБК міста Дубно.

Підйом і переміщення цегли до робочих місць здійснювати в спеціальних піддонах. Складування цегли допускається на перекритті в один ярус по висоті.

Знаходитись робітникам в зоні дії крана КБ-403 заборонено. Небезпечна зона крана становить 10 м при умові піднімання вантажу не вище 30 м ; $2,5 \text{ м}$ при розвантаженні краном матеріалів на майданчику складування, прийому розчину і розвантаження з автотранспорту з умови, що вантаж піднімати не вище $3,5 \text{ м}$.

На будмайданчику встановити пожежний щит з відповідним інвентарем.

Розділ 4

Економіка будівництва

В дипломному проекті виконується розробка двосекційного житлового будинку у м. Дубно. Локальний кошторис розрахунку вартості будівництва винесено в додаток Г, складений в поточних цінах станом на квітень 2025 р.

Кошторисна вартість будівництва двосекційного житлового будинку у м. Дубно 80971,828 тисяч гривень, кошторисна заробітна плата 7655,146 тисяч гривень, середній розряд робіт – 3,4, кошторисна трудомісткість 187,862 тисяч людино-годин.

Розділ 5

Охорона праці

Заходи з охорони праці в будівництві визначені ДБН А.3.2-2-2009 [12].

«До виконання робіт із підвищеною небезпекою в умовах дії небезпечних і/або шкідливих виробничих факторів допускаються особи, які не мають медичних протипоказань, пройшли попередні та періодичні медичні огляди ... і визнані придатними до виконання даного виду робіт; пройшли спеціальне навчання безпечним методам і прийомам праці, інструктаж із безпеки праці, стажування на робочому місці, перевірку знань із безпеки праці і мають відповідну професійну підготовку» [12].

При організації будівельного майданчика, розміщенні робочих місць, проїздів будівельних машин та транспортних засобів, проходів для людей слід встановлювати вказівники небезпечних зон, в межах яких постійно діють або потенційно можуть діяти небезпечні виробничі фактори та виконувати їх огороження згідно з ДСТУ Б В.2.8-43:2011.

Освітлення повинне бути рівномірним, без сліпучої дії освітлюваних ламп на працівників. Проведення будівельних робіт в неосвітлених місцях заборонене.

Проїзди, проходи та робочі місця необхідно регулярно очищати від бруду, не загромаджувати.

Ширина проходів до робочих місць та на місцях виконання будівельних операцій повинна бути не меншою 0,6 м, а висота проходів в просвіті має бути не меншою 1,8 м.

Рух автотранспорту, будівельних машин та механізмів по будмайданчику має відповідати вимогам ДБН А.3.1-5. Швидкість руху автотранспорту допускається до 10 км/год. на прямих ділянках і до 5 км/год. на поворотах.

Робочі місця повинні бути забезпечені відповідно до їх призначення засобами технологічного оснащення та засобами колективного захисту.

Подача матеріалів, будівельних конструкцій на робочі місця повинна виконуватись в технологічній послідовності, що забезпечує безпеку робіт.

Складувати матеріали на робочих місцях слід так, щоб вони не створювали небезпеки при виконанні робіт і не звужували проходи.

Будівельне сміття з будівлі, що будується, та з риштування слід спускати закритими жолобами, в закритих ящиках або в контейнерах, нижній кінець жолоба повинен знаходитися не вище за 1,0 м над землею. Скидати сміття без жолобів або інших пристосувань дозволяється з висоти до 3,0 м. Місця, на які скидається сміття слід зі всіх сторін обгородити або встановити нагляд для попередження про небезпеку.

Література

1. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель.
2. ДСТУ 8936:2019 Труби сталеві водогазопровідні. Технічні умови.
3. ДСТУ Б.В.2.5-25:2005 Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Труби чавунні каналізаційні і фасонні частини до них. Технічні умови.
4. ДСТУ Б В.2.5-57:2011 Труби керамічні каналізаційні. Технічні умови.
5. ДСТУ Б В.2.6-106:2010 Конструкції бетонні і залізобетонні для колодязів каналізаційних, водопровідних і газопровідних мереж. Технічні умови.
6. ДБН В.2.5-20:2018 Газопостачання. З урахуванням Зміни № 1.
7. ДБН В.2.5-23:2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення.
8. ДБН В.2.6-161:2017 Дерев'яні конструкції. Основні положення.
9. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зі Змінами №1 та №2.
10. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги.
11. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель.
12. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення
13. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва
14. ДСТУ Б А.3.1-22:2013 Визначення тривалості будівництва об'єктів
15. ДБН В.1.2-7:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека

