

**Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»**

ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА

Кафедра будівництва, геотехніки і геомеханіки

**ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню магістра**

студента Ваніна І.В.

академічної групи 192М-19з-1 ФБ

(шифр)

спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія

(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою Будівництво та цивільна інженерія

(офіційна назва)

на тему «Проект будівництва триповерхового будинку на одну сім'ю у м. Підгородне
Дніпропетровської області»

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи				
розділів:				
Розділ 1	Шаповал В.Г.	90	відмінно	
Розділ 2	Шаповал В.Г.	91	відмінно	
Розділ 3	Шаповал В.Г.	90	відмінно	
Розділ 4	Вигодін М.О.	80	добре	
Розділ 5	Шаповал В.Г.	92	відмінно	
Рецензент	Головко С.І.	90	відмінно	
Нормоконтролер	Максимова Е.О.	93	відмінно	

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
будівництва, геотехніки і геомеханіки

_____ Гапєєв С.М. _____
(підпис) (прізвище, ініціали)

«01» вересня 2020 року

ЗАВДАННЯ на кваліфікаційну роботу ступеню магістра

студенту Ваніну Ігору Віталіовичу академічної групи 192м-19з-1ФБ
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія

за освітньо-професійною програмою Будівництво та цивільна інженерія
(офіційна назва)

на тему «Проект будівництва триповерхового будинку на одну сім'ю у м. Підгороднє Дніпропетровської області»

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від ___ . ___ .2020 р. № _____

Розділ	Зміст	Термін виконання
Розділ 1	Архітектурно – будівельні рішення	02.09.2020 – 30.09.2020
Розділ 2	Обґрунтування вибору та розрахунку будівельних конструкцій	01.10.2020 – 14.10.2020
Розділ 3	Організація и технології будівельного процесу улаштування кровляної системи даху з дерев'яних елементів (фрагмент).	15.10.2020 – 31.10.2020
Розділ 4	Економіка будівельного виробництва	01.11.2020 – 16.11.2020
Розділ 5	Науково - дослідницька частина диплому. дослідження можливості використання критерію міцності О. М. Шашенка для визначення міцності супіщаних ґрунтів	17.11.2020 – 05.12.2020

Завдання видано

_____ (підпис керівника)

Шаповал В.Г.

_____ (прізвище, ініціали)

Дата видачі: 01.09.2020 р

Дата подання до екзаменаційної комісії: 18.12.2020 р.

Прийнято до виконання _____

(підпис студента)

Ванін І.В.

_____ (прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 123 с., 22 табл., 76 рис., 1 дод., 56 джерел.

ГРУНТ, ЗСУВ, ЗРІЗ, КОНСТРУКЦІЇ, КОНСОЛІДОВАНЕ ЗРУШЕННЯ, ПОХИБКА, МІЦНІСТЬ, ПРИРОДНИЙ СТАН, ТРИПОВЕРХОВИЙ БУДИНОК

Об'єкт розроблення – будівництво триповерхового будинку

Мета роботи – будівництво триповерхового будинку на одну сім'ю у м. Підгороднє Дніпропетровської області.

Результати та їх новизна – У кваліфікаційній роботі наведено: загальну характеристику об'єкту будівництва, будівельну і кліматичну характеристики району, планувальне рішення ділянки, об'ємно-планувальне та будівельно - конструктивне рішення несучих конструкцій будинку, наведено обґрунтування вибору та розрахунку будівельних конструкцій.

У ході проектування було розроблено: опалубочні креслення залізобетонних балок, колон та фундаментів, а також креслення арматурних виробів та закладних деталей, необхідних для армування конструкцій а також креслення арматурних виробів.

Крім того також розроблено креслення вузлів з'єднання металевих елементів будівельних конструкцій. Розглянуто особливості організації процесу технології улаштування фундаментів з монолітного залізобетону.

Взаємозв'язок з іншими роботами – продовження інноваційної діяльності кафедри будівництва, геотехніки і геомеханіки НТУ «Дніпровська політехніка» в сфері проектування і спорудження гірничих виробок.

Сфера застосування розробки – спорудження триповерхового будинку.

Практичне значення кваліфікаційної роботи – забезпечення комфортного проживання сім'ї.

ABSTRACT

Qualification work: 125 pp., 22 tables, 76 figures, 1 add, 56 sources.

SOIL, SHIFT, CUT, STRUCTURES, CONSOLIDATED SHIFT, ERROR, STRENGTH, NATURAL CONDITION, THREE-STOREY BUILDING

The object of development – construction of a three-storey house.

The purpose – construction of a three-storey house for one family in Pidhorodne, Dnipropetrovsk region.

Results and their novelty – The qualification work provides: general characteristics of the construction object, construction and climatic characteristics of the area, planning decision of the site, spatial planning and construction - structural solution of the load-bearing structures of the house, justification of the choice and calculation of building structures.

During the design, the following were developed: formwork drawings of reinforced concrete beams, columns and foundations, as well as drawings of reinforcing products and embedded parts required for reinforcement of structures, as well as drawings of reinforcing products.

In addition, drawings of joints of metal elements of building structures have also been developed. Peculiarities of the organization of the process of technology of arrangement of foundations from monolithic reinforced concrete are considered.

In terconnection with other works – continuation of innovative activity of the department of construction, geotechnics and geomechanics of NTU "Dnieper Polytechnic" in the field of design and construction of mine workings.

Scope of application – construction of a three-storey building.

The practical significance of qualifying work – ensuring comfortable family living.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АРХІТЕКТУРНО – БУДІВЕЛЬНІ РІШЕННЯ.....	8
1.1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА БУДІВНИЦТВА. МІСТОБУДІВНІ РІШЕННЯ. КЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ	8
1.2 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ТА ПЛОЩАДКИ БУДІВНИЦТВА.....	12
1.3 ОБ'ЄМНО - ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ.....	13
1.4 КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ.....	15
1.5 ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК СТИНОВОГО ОГОРОДЖЕННЯ.....	17
1.6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ.....	20
1.7 ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ. ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ	22
2 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТА РОЗРАХУНКУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ.....	23
2.1 ЗАГАЛЬНІ ДАНІ. ВИЗНАЧЕННЯ НАВАНТАЖЕНЬ НА РА КАРКАСУ. ІНЖЕНЕРНО – ГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ.....	23
2.2 ЗАЛІЗОБЕТОННІ КОНСТРУКЦІЇ. СТАТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК КАРКАСУ БУДІВЛІ У ПРОСТОРОВІЙ ПОСТАНОВЦІ.	31
2.3 МЕТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ.....	40
2.4 ДЕРЕВ'ЯНІ КОНСТРУКЦІЇ.....	44
2.5 ФУНДАМЕНТНІ КОНСТРУКЦІЇ.....	49
2.6 ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ	52

3.ОРГАНІЗАЦІЯ И ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВЕЛЬНОГО ПРОЦЕСУ УЛАШТУВАННЯ КРОКВЯНОЇ СИСТЕМИ ДАХУ З ДЕРЕВ'ЯНИХ ЕЛЕМЕНТІВ (ФРАГМЕНТ).....	55
3.1 ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ.....	55
3.2 ПІДГОТОВЧІ РОБОТИ.....	56
3.3 ОРГАНІЗАЦІЯ І ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ РОБІТ.....	57
3.4 ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ.....	65
4 ЕКОНОМІКА БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА.....	66
5 НАУКОВО - ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА ДИПЛОМ ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КРИТЕРІЮ МІЦНОСТІ О. М. ШАШЕНКА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МІЦНОСТІ СУПІЩАНИХ ГРУНТІВ.....	75
5.1 ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ.....	86
6 ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ.....	88
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	90
ДОДАТКИ.....	95

ВСТУП

При розробці даного проекту мною вирішувались такі завдання:

- забезпечення комфортного проживання сім'ї з трьох – п'яти чоловік;
- забезпечення комфортного відпочинку всіх членів сім'ї з трьох поколінь – батьки, діти та онуки кількістю 5 – 8 чоловік;
- для дітей – можливість займатися спортом та іграми;
- можливість для осіб жіночої статі займатися улюбленим хобі - вирощуванням екзотичних городництвом і садівництвом;
- можливість для осіб похилого віку чоловічої статі займатися улюбленим хобі - вирощуванням кролів та нутрій;
- можливість займатися улюбленим хобі – конструюванням механічних пристроїв;
- можливість займатися улюбленим хобі – плетінням виробів з лози.

Крім того необхідно було виконати вимогу економії площі забудови (це обумовлено невеликою площею земельної ділянки).

Одним із варіантів вирішення цієї проблеми є побудова замість одноповерхового будинку триповерхового.

Використання триповерхового будинку замість одноповерхового дозволило на відносно невеликій площі забудови розмістити, зокрема, такі приміщення:

- веранду;
- лоджії;
- гараж;
- тренажерний зал;
- зимовий сад;
- майстерню;
- сауну.

1 АРХІТЕКТУРНО – БУДІВЕЛЬНІ РІШЕННЯ

1.1 Загальна характеристика об'єкта будівництва. містобудівні рішення. кліматична характеристика району

Об'єкт будівництва розташований у м. Підгородне Дніпропетровської області. (рис. 1.1).

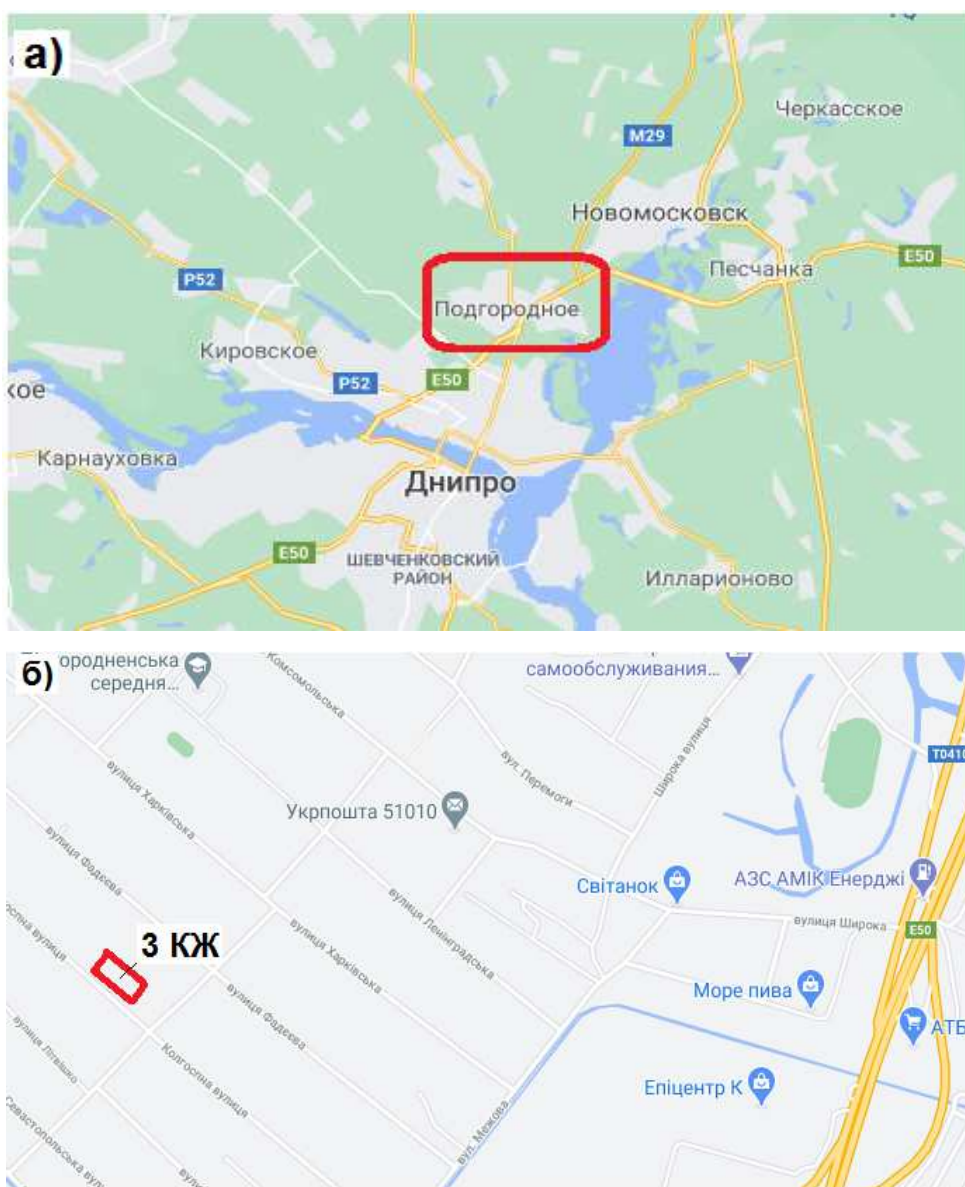


Рисунок 1.1 – Розташування об'єкту що підлягає проектуванню: а)- загальне розташування м. Підгородне; б) – детальна локація об'єкту що підлягає проектуванню



Рисунок 1.2 – Фасад будинку у вісях 1 – 5

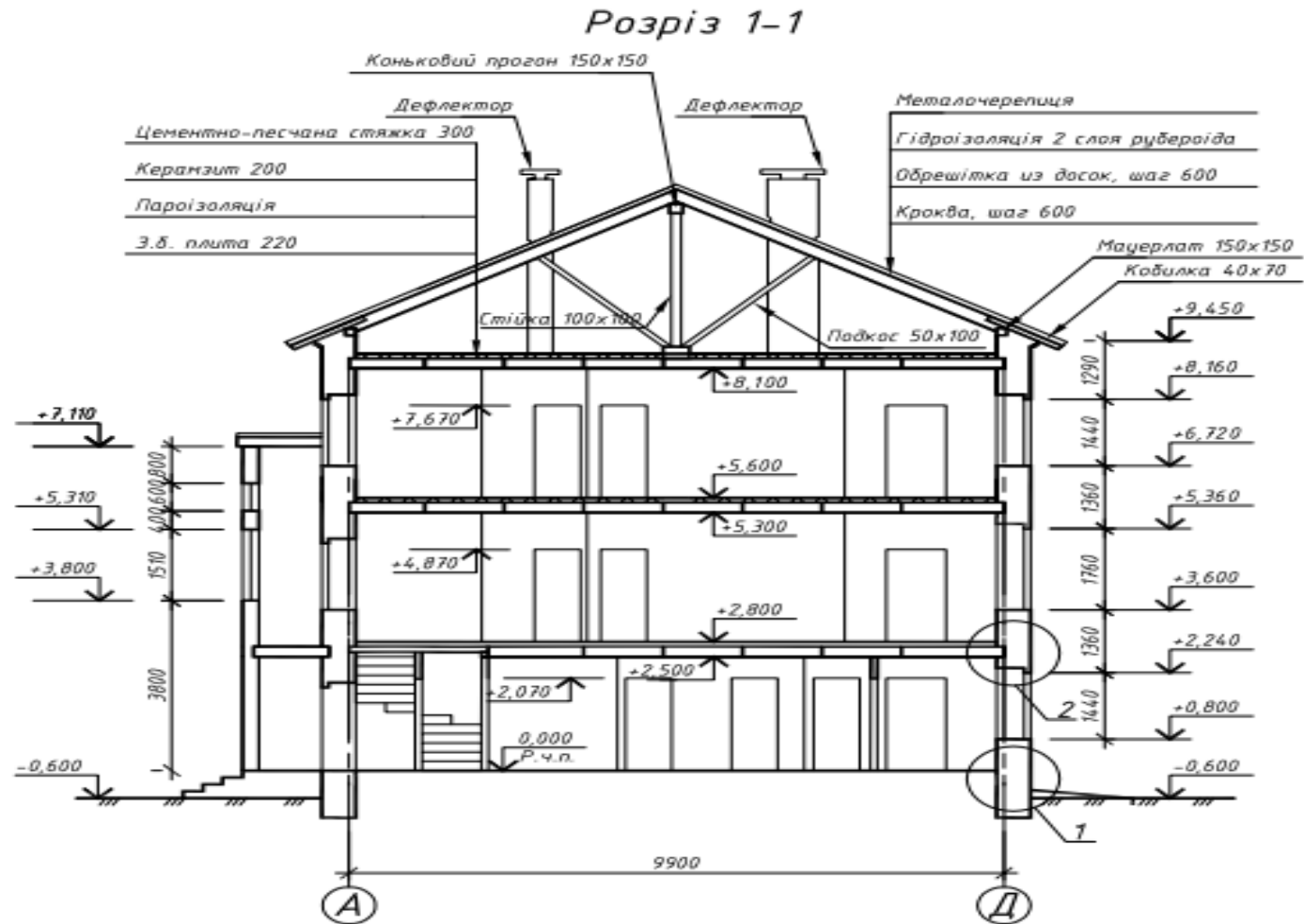


Рисунок 1.3 – Розріз по 1-1

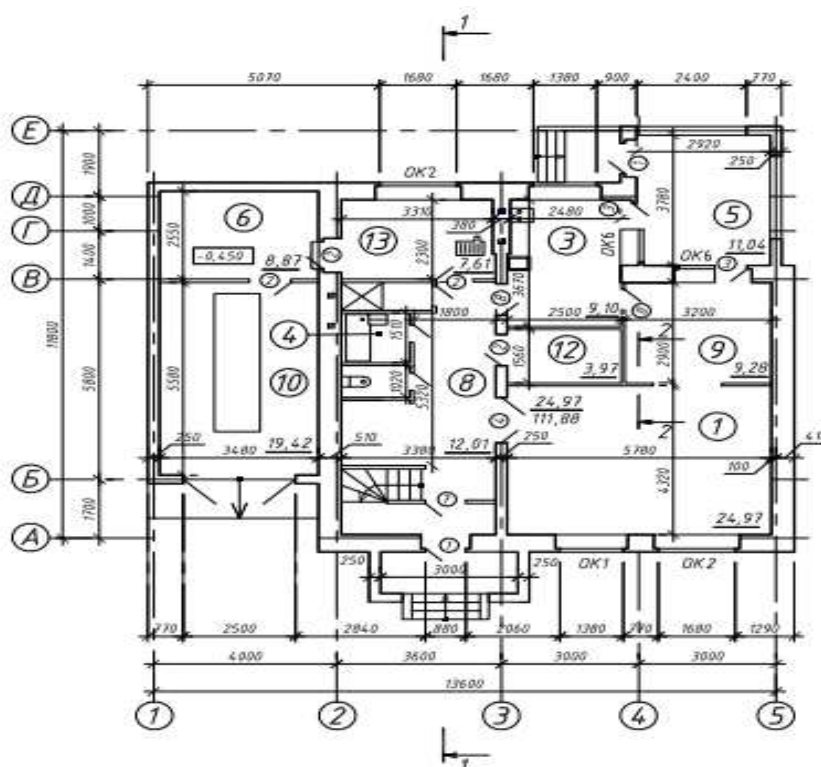


Рисунок 1.4 – План першого поверху на відмітці 0,000 м

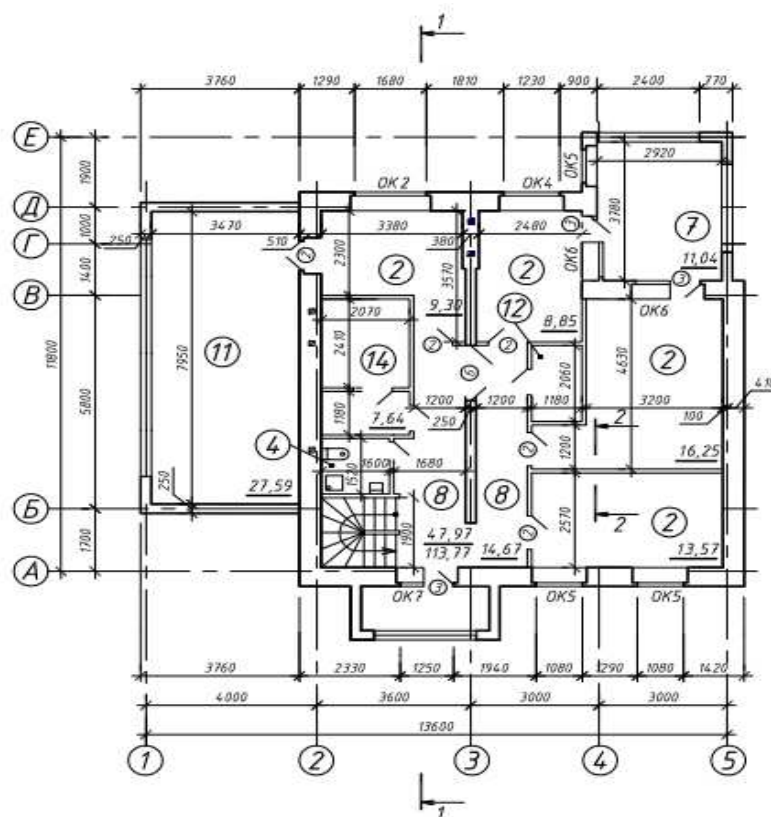


Рисунок 1.5. План другого та третього поверхів на відмітках +2,800 та 5,400 м відповідно

Будівля має такі параметри: (рис. 1.2, 1.3, 1.4 та 1.5):

- ширина 11,80 м;
- довжина 13,60 м;
- кількість поверхів - 3;
- висота поверху 2,8 м;
- висота будівлі 12,8 м;

Кількість квартир -1.

За нульову відмітку прийнята відмітка підлоги 1-го поверху

1.2 Загальна характеристика району та площадки будівництва

1. Об'єкт будівництва розташований у кліматичному південно – східному районі.
2. Кількість градусо – діб опалювального періоду дорівнює 3000.
3. Температури зовнішнього середовища об'єкту будівництва наведено у таблиці 1.1.

Таблиця – 1.1 Температури зовнішнього середовища об'єкту будівництва

Область, місто	Середня місячна температура повітря												Температура повітря, °С				Період із середньою добовою температурою повітря								
	середня добова амплітуда температури												°С				°С								
													холодного періоду		теплого періоду		<8 °С		<10 °С		>21 °С				
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	найхолодніша доба забезпеченістю 0,98	найхолодніша п'ятиденка забезпеченістю 0,92	найвища доба забезпеченістю 0,98	найвища п'ятиденка забезпеченістю 0,92	найвища доба забезпеченістю 0,98	найвища п'ятиденка забезпеченістю 0,92	тривалість, діб	середня температура, °С	тривалість, діб	середня температура, °С	тривалість, діб	середня температура, °С	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Дніпропетровська область Дніпропетровськ	-4,7 6,0	-3,8 5,9	1,1 7,0	9,6 9,9	16,0 11,0	19,6 10,8	21,6 10,6	20,7 11,2	15,4 10,7	8,6 8,8	2,2 5,6	-2,5 5,0	8,7	-29	-27	-26	-24	30	26	172	-0,2	188	0,6	57	21,6

4. Кількість опадів у районі розташування об'єкту будівництва наведено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Кількість опадів у районі розташування об'єкту будівництва

Область, місто	Середня по місяцях кількість опадів, мм наявність снігового покриву, дні												Кількість опадів за рік, мм
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Дніпропетровська область													
Дніпропетровськ	43 20	43 18	43 8	41 -	46 -	66 -	54 -	47 -	38 -	35 -	47 3	47 15	550

4. Сніговий район - IV.

4.1. Характеристичне значення снігового навантаження: $s_0 = 1,4$ кПа

5. Вітровий район - III (тип місцевості «III»)

5.1. Значення вітрового навантаження: $w_0 = 0,5$ кПа

6. Розрахункова сейсмічність 5 балів за картками А і В ЗСР-2004 і 6 балів по карті С ЗСР-2004 (ДБН В.1.1-12 2006).

1.3 Об'ємно - планувальні рішення

Фасад виконана в стриманій манері, що відповідає навколишній забудові. У оформленні використовуються такі прийоми як створення ефектного екстер'єру будівлі за рахунок часткового скління фасаду. Таке рішення пояснюється не тільки естетичними якостями, але і високою функціональністю і міцністю фасаду зі скла.

В плані має прямокутну форму з розмірами в осях «1»-«5» – 11,8 м, «А»-«Д» – 13,6 м, висотою – 12,8 м.

Кількість поверхів дорівнює трьом, а висота поверху дорівнює 2,8 метри.

Парадний вхід в будівлю та в'їзд у гараж знаходяться зі сторони головного фасаду (вісі 1-5).

Гараж розрахований на 2 машини.

Будинок включає у себе такі приміщення:

- кімнату для загального вжитку;

- спальні;
- кухню;
- санвузли;
- веранду;
- майстерню;
- лоджії;
- вестибюль, тамбур та коридори;
- їдальню;
- гараж;
- кімнату для дитячих ігор;
- бібліотеку;
- зимовий сад;
- комори, кімнати для одягу, вестибюль та коридори;
- котельню;
- сауну.

При цьому наведені вище приміщення розташовані таким чином:

1. На першому поверсі: загальна кімната, кухня, їдальня, майстерня, гараж, котельня, сан - вузол, веранда.

При цьому житлова площа першого поверху дорівнює 24,97 кв.м., а загальна площа першого поверху дорівнює 115,88 кв.м.

2. На другому поверсі: кімната для дитячих ігор, чотири спальні кімнати, а також сауна та лоджія.

Житлова площа другого поверху дорівнює 47,97 кв. м., а його загальна площа дорівнює 113,77 м².

3. На третьому поверсі: теплиця, чотири спальні кімнати, а також бібліотека та лоджія.

Житлова площа третього поверху дорівнює 47,90 кв. м., а його загальна площа дорівнює 113,70 м².

Загальна площа будинку дорівнює 343,42 кв.м.

Будівельний об'єм будинку - 1669,0 куб.м.

1.4 Конструктивні рішення

Триповерховий будинок має такі характеристики:

- клас будівлі II;
- ступінь довговічності II;
- ступінь вогнестійкості II.

Конструктивну структуру будинку складають окремі взаємозалежні частини: фундаменти, залізобетонні каркас та перекриття, стіни, покрівля, сходи, вікна і двері, що виконують визначені функції.

Конструктивна схема будівлі – монолітний залізобетонний каркас (несучі монолітні залізобетонні колони, ригелі та плити) з зовнішніми самонесучими стінами з цегли.

Просторова жорсткість будівлі забезпечується спільною роботою каркаса будівлі й жорсткого диска перекриття.

Фундаменти під зовнішні та внутрішні стіни мілкового закладання, окремі, монолітні, залізобетонні.

Стіни виконано зі червоної повнотілої цегли з питомою вагою 1750 кг/куб.м. та утеплювача з пористого поліуретану з питомою вагою 45 кг/куб.м. Товщина цегляної кладки з урахуванням заповнення швів цементно – піщаним розчином дорівнює 385 мм, а пористого поліуретану – 100 мм.

Перекриття залізобетонні, монолітні, товщиною 200 мм з бетону В20.

Підлоги. На першому поверсі запроектовані дощаті підлоги, з шпунтових дощок товщиною 50 мм, що прибиваються до лагам. Лаги спираються на цегельні стовпчики перетином 250x250 мм, що розташовуються на відстані 500-600 мм. Дощаті щити спираються на цегляні стовпчики і

прибиваються до лагам. На дощаті щити укладається мінеральна вата, а потім полімерна плівка, щоб захистити мінеральну вату від намокання. За полімерної плівці укладаються паркетні дошки. По периметру стін передбачають керамзитову засипку для забезпечення теплоізоляції. Поверх дощок влаштовується тепло- звуко- ізоляційний лінолеум на м'якій пористої основі.

Для сан. вузла і в котельні запроектовані плиткові підлоги з керамічної плитки товщиною 10 мм квадратної форми. Їх укладають по керамзитній основі.

У гаражі підлоги запроектовані асфальтобетонні товщиною покриття 50 мм.

Другий та третій поверхи. Підлоги другого та третього поверхів запроектовані з теплоізоляційного і звукоізоляційного лінолеуму на пористої основі по залізобетонній плиті перекриття.

При цьому підлогу ігрової кімнати виконано із деревини.

Поверхня плити попередньо вирівнюється цементно-піщаним розчином товщиною 20 мм марки М50.

Перегородки запроектовані гіпсокартонні. Їх слід виготовляти за такою технологією:

1. Спочатку встановлюється профільний каркас з вивірянням і закріпленням, розміри профілів 2500x80x40 мм; крок стійок каркаса 600 мм.
2. Кріплення гіпсокартонних листів виконується саморізами з обох боків каркасу.
3. Заповнення внутрішньої частини перегородок слід виконувати з мінераловатних плит з питомою вагою 140 кг/куб.м., що забезпечує звукоізоляцію від повітряного звуку 48 дБ.

Сходи дерев'яні двох маршеві з проміжним майданчиком. Їх влаштовують на тятивах.

Вікна та двері металопластикові; вікна двохкамерні.

Покрівля запроектована з сталевго оцинкованого листа з полімерним покриттям (металочерепиці), який імітує натуральну черепицю.

Металочерепиця укладається на обрешітку з брусків розміром 50x50 мм з кріпленням саморізами до крокв.

Водовідведення з покрівлі – зовнішнє, з використанням жолобів та водовідвідних труб.

Зовнішнє та внутрішнє оздоблення. Внутрішня поверхня стін та стелі обробляється гіпсокартонними листами по каркасу із сталевих профілів. Далі слід виконати оздоблення стін шпалерами.

В санвузлах, ваннах і душовій поверхні облицьовані керамічною плиткою на всю висоту.

На кухні також передбачено оздоблення стін плиткою, але тільки на висоту 2,5 м.

Стіни гаража слід оштукатурити.

Зовнішнє оздоблення стін включає у себе приклеювання полімерної сітки з її подальшою штукатуркою і подальшим забарвленням.

1.5 Теплотехнічний розрахунок стінового огородження

Порядок розрахунку:

1. Для зовнішніх огороджувальних конструкцій опалюваних будинків та споруд обов'язкове виконання умови:

$$R_{\sum np} \geq Rq_{\min}$$

$$\Delta t_{np} \leq \Delta t_{cr}$$

$$t_{B \min} > t_{\min}$$

$R_{\sum np}$ - приведений опір теплопередачі непрозорої огороджувальної конструкції чи непрозорої частини огороджувальної конструкції, $m^2 \cdot K/Wt$;

Rq_{\min} - мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, мінімальне значення опору теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;

Δt_{np} - температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, $^{\circ}\text{C}$.

Δt_{cr} - допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, $^{\circ}\text{C}$.

$\tau_{b \min}$ - мінімальне значення температури внутрішньої поверхні в зонах провідних включень в огорожувальні конструкції, $^{\circ}\text{C}$.

t_{\min} - мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні при розрахункових значеннях температур внутрішнього і зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$.

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій громадських будівель для II температурної зони $Rq_{\min} = 2.5 \text{ м}^2 \times \text{К}/\text{Вт}$.

2. Приведений опору теплопередачі огорожувальної конструкції слід розраховувати за формулою:

$$R_{\Sigma^{np}} = \frac{1}{\alpha_b} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3} + \frac{1}{\alpha_b},$$

де

δ_i - товщина слою (рис. 1.6);

λ_{ip} - розрахунковий коеф. теплопровідності матеріалу;

R_i - термічний опір і-го шару конструкції.

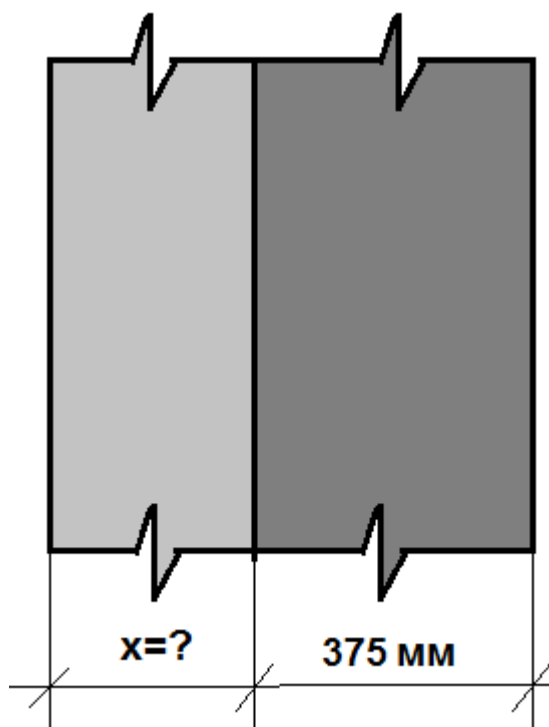


Рисунок 1.6 – Розрахункова схема зовнішньої стіни

3. Для даного об'єкту, по карті-схемі температурних зон – м. Підгороднє Дніпропетровської області, знаходиться в II зоні, вологісний режим – нормальний (умови експлуатації Б) за табл. 1 ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель» визначаємо:

- α_b , та α_3 - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К), які приймаються згідно з ДБН В.2.6.-31:2006 «Теплова ізоляція будівель» (додаток Е) і дорівнюють:

$$\alpha_b = 8.7$$

$$\alpha_3 = 23$$

4. Перетин зовнішньої захищаючої конструкції (стіни) складається з огорожуючих шарів із такими властивостями:

1 шар (конструктивний червона цегла з питомою вагою $\gamma_1 = 1750$ куб.м.):

- товщина $\delta = 0,385\text{ м}$;
- питома вага $\gamma_1 = 1750\text{ кг/м}^2$;
- коефіцієнт кондуктивної теполопередачі $\lambda_1 = 0,7\text{ Вт/м}^*\text{К}$.

2 шар (пінопласт $\gamma_2 = 45\text{ кг/м}^3$):

- товщина $\delta = ?$ – треба визначити;
- питома вага $\gamma_2 = 45\text{ кг/м}^3$;
- коефіцієнт кондуктивної теполпередачі $\lambda_2 = 0,034\text{ Вт/м}^*\text{К}$.

Далі визначаємо товщину теплоізоляційного шару конструкції стіни з пінопласту. Маємо:

$$2,5 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,375}{0,7} - \frac{1}{23} - \frac{x}{0,034} = 0,$$

звідки $x = 0,062\text{ м} = 6,2\text{ см} = 62\text{ мм}$.

Приймаємо товщину стіни рівною $475\text{ мм} > 375\text{ мм} + 62\text{ мм} = 437\text{ мм}$.

При цьому стіна складається з таких складових:

- червона цегла з питомою вагою $\gamma_1 = 1750\text{ куб.м}$. товщиною 375 мм ;
- пінопласт з питомою вагою $\gamma_1 = 45\text{ кг/м}^2$ товщиною 100 мм .

1.6 Техніко-економічні показники проекту

Техніко – економічні показники проекту наведено у таблиці 1.1.

Зведені показники було розраховано з використанням таких коефіцієнтів:

K_1 – відношення розрахункової площі будинку до загальної. Цей коефіцієнт дорівнює:

$$K_1 = 343,42/350,43 = 0,98$$

Таблиця 1.3 – Техніко – економічні показники проекту

№ п/п	Назва	Оди- ниця виміру	Показники	Примітка
1	2	3	4	5
1	Площа ділянки	га	0,25	
2	Площа забудови	м ²	250	
3	Поверховість будинку	по- верхи	3	
3	Ширина будинку	м	11,8	
4	Довжина будинку	м	13,6	
5	Умовна висота будинку	м	12,8	
6	Площа першого поверху	м	115,88	
7	Площа другого поверху	м	113,77	
8	Площа третього поверху		113,70	
9	Загальна площа будинку	м ²	350,43	
10	Загальна житлова площа будинку	м ²	120,84	
11	Розрахункова площа будинку	м ²	343,42	
12	Будівельний об'єм будинку:	м ³	1669,0	
13	K1	ч.од.	0,98	
14	K2	метри	4,86	

K2 – відношення будівельного об'єму до розрахункової площі. Цей коефіцієнт дорівнює:

$$K2 = 1669,0 / 343,42 = 4,86$$

1.7 Обговорення результатів досліджень. висновки по першому розділу

1. Основними елементами триповерхового будинку, що сприймають навантаження є стрічкові залізобетонні фундаменти та залізобетонний (або металевий) рамно – зв’язковий каркас.

2. Горизонтальними елементами будівлі є перекриття (монолітні перекресні балки з плитою частиною товщиною 180 мм).

3. Компонування каркаса визначається:

- технологічними і архітектурними вимогами;
- умовами експлуатації будівлі;
- кліматичними умовами;
- типами і матеріалами огороджувальних та несучих конструкцій.

2 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТА РОЗРАХУНКУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

2.1 Загальні дані. Визначення навантажень на раму каркасу. Інженерно – геологічні умови

У даному розділі матеріали збору навантажень на будівлю, які мають однакове значення для залізобетонних, металевих та комбінованих конструкцій.

Навантаження на будівлю включали у себе:

- навантаження від ваги конструкцій;
- короткочасне навантаження на конструкції;
- навантаження від снігу;
- навантаження від вітру.

Навантаження на каркас будівлі збиралися відповідно до вимог ДБН В.1.2-2: 2006. При цьому:

- власна вага несучих елементів каркасу визначалась автоматично з використанням програми «Ліра»;
- довготривале навантаження на плити перекриттів дорівнювало 2,50 кПа;
- короткочасне навантаження на плити перекриттів дорівнювало 0,50 кПа;
- нормативне снігове навантаження дорівнює $0,14 \text{ т/кв.м} = 1,4 \text{ кПа}$;
- нормативне вітрове навантаження дорівнює $0,05 \text{ т/кв.м} = 0,5 \text{ кПа}$;

Снігове навантаження на дах будівлі визначалось згідно п. 8 ДБН В.1.2-2:2006 для IV району. Для цієї цілі нами було використано електронний довідник інженера (ЕСПІ). Результати визначення снігового навантаження наведено на рис. 2.1 та у таблиці 2.1.

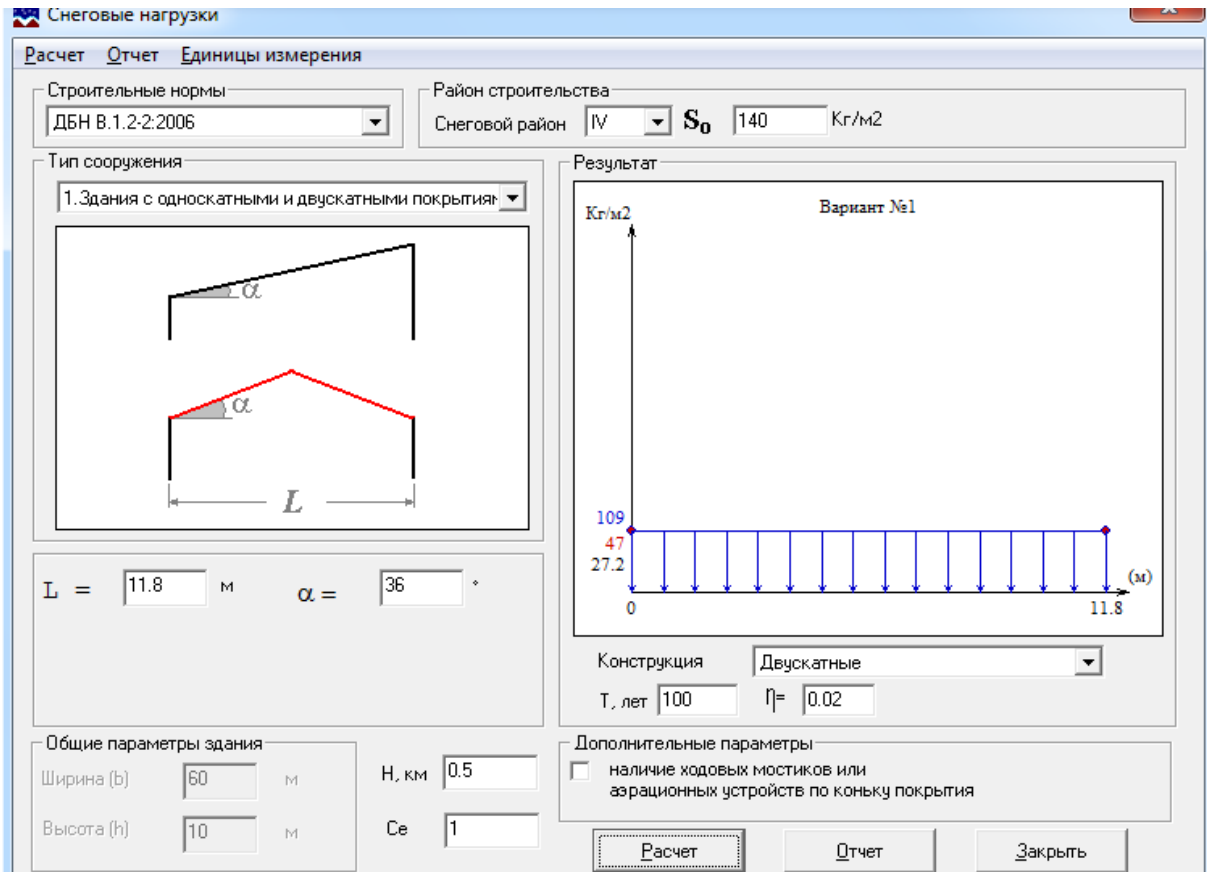


Рисунок 2.1 – Снігове навантаження

Таблица 2.1 – Результаты розрахунку снігового навантаження

Прив'язка, (м)	Експлуатаційне навантаження, (Кг/м2)	Критичне навантаження, (Кг/м2)	Квазіпостійне навантаження, (Кг/м2)
Вариант №1			
0	47	109	27.2
11.8	47	109	27.2

Вітрове навантаження на дах будівлі визначалось згідно п. 9 ДБН В.1.2-2:2006 для III -го вітрового району, тип місцевості - III.

Для цієї цілі нами було використано електронний довідник інженера (ЕСПІ).

Діалогове вікно програми, призначене для визначення навантаження на конструкції будинку для випадку, коли вітер дме з напрямку вісей 1-5 наведено на рис. 2.2.

Крім того, діалогове вікно програми, призначене для визначення навантаження на конструкції будинку для випадку, коли вітер дме з напрямку вісей А-Е наведено на рис. 2.3.

Результати визначення вітрового навантаження наведено у додатку Д.

Спочатку було визначено навантаження від дії вітру у напрямку вісей 1-5. При цьому у таблицях Д1, Д2, Д3 наведено дані розрахунку навантажень відповідно на навітряну, підвітряну та бокові стіни, а на рис Д1 та Д2 – навантаження відповідно на навітряний та підвітряний скати.

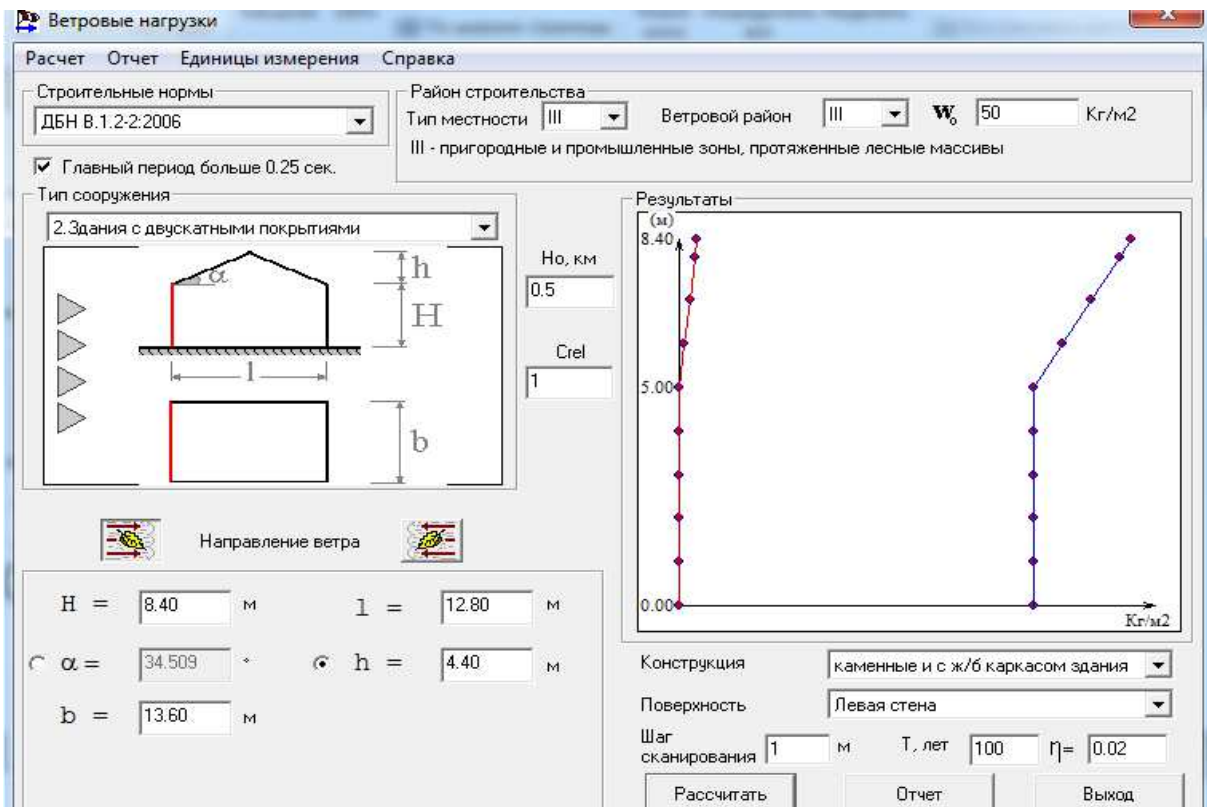


Рисунок 2.2 – Схема до визначення вітрового навантаження. Вітер дме з боку вісей 1-5

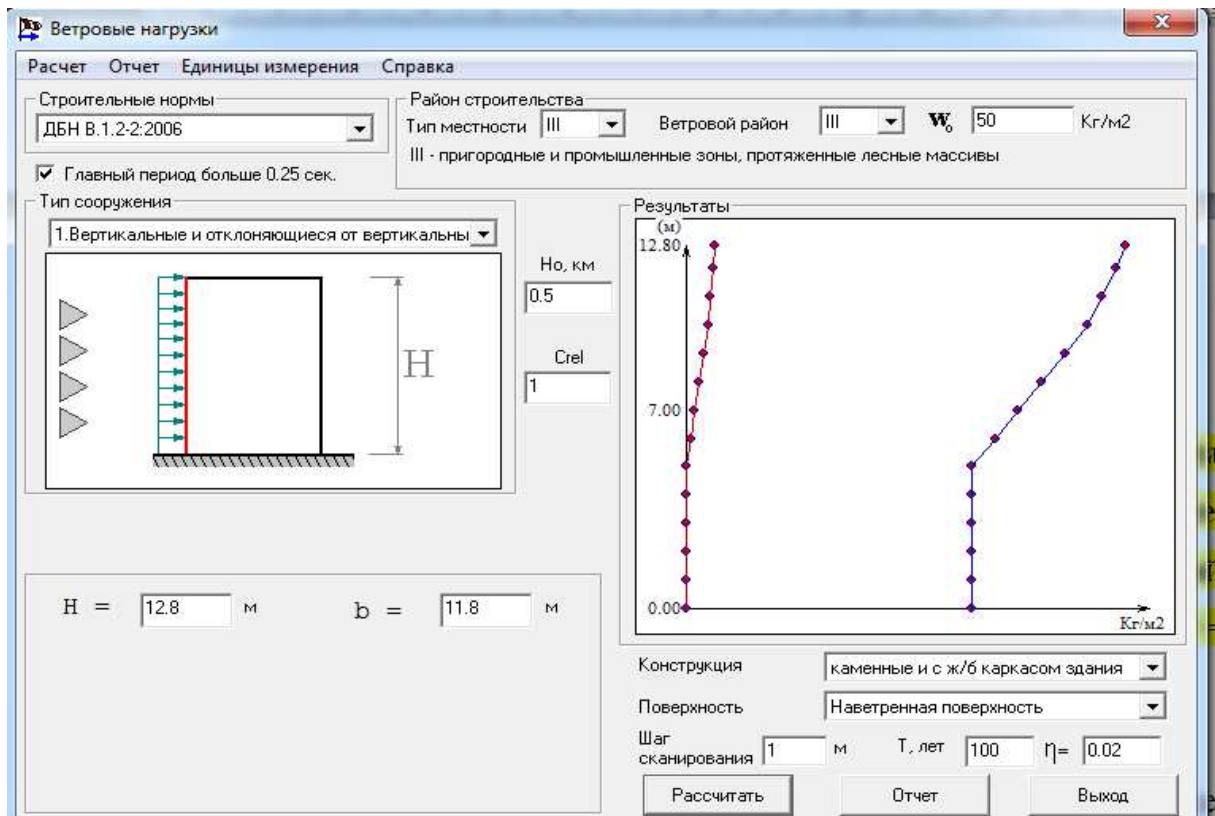


Рис. 2.3 – Схема до визначення вітрового навантаження. Вітер дме з боку вісей А-Е

Далі було визначено навантаження від дії вітру у напрямку вісей А-Е. При цьому у таблицях Д4 та Д5 наведено дані розрахунку навантажень відповідно на навітряну та підвітряну стіни.

У ході розрахунку було використано сполучення навантажень, наведених у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Таблиця завантажень

Найменування завантажень	Навантаження, що зв'язані з навантаженнями на будівлю
1	2
Завантаження №1	До даного завантаження віднесено власну вагу елементів каркасу будівлі та власну вагу покриття.
Завантаження №2	Навантаження від ваги людей та обладнання

Кінець таблиці 2.2

1	2
Завантаження №3	Вітрове навантаження (вітер з боку вісей А-Е)
Завантаження №4	Вітрове навантаження (вітер з боку вісей 1-7)
Завантаження №5	Снігове завантаження

Результати інженерно – геологічних вишукувань наведено у таблиці 2.3 (властивості ґрунту) та на рис. 2.4 (інженерно – геологічний розріз з абсолютними та відносними відмітками).

У ході аналізу наведених у таблиці вихідних даних нами було виконано перевірку таких характеристик ґрунту:

- ваги сухого ґрунту γ_d ;
- числа пластичності I_p ;
- показника текучості I_L ;
- коефіцієнта пористості e ;
- ступеню вологості S_r .

Таблиця 2.3 – Властивості ґрунту. Вихідні дані

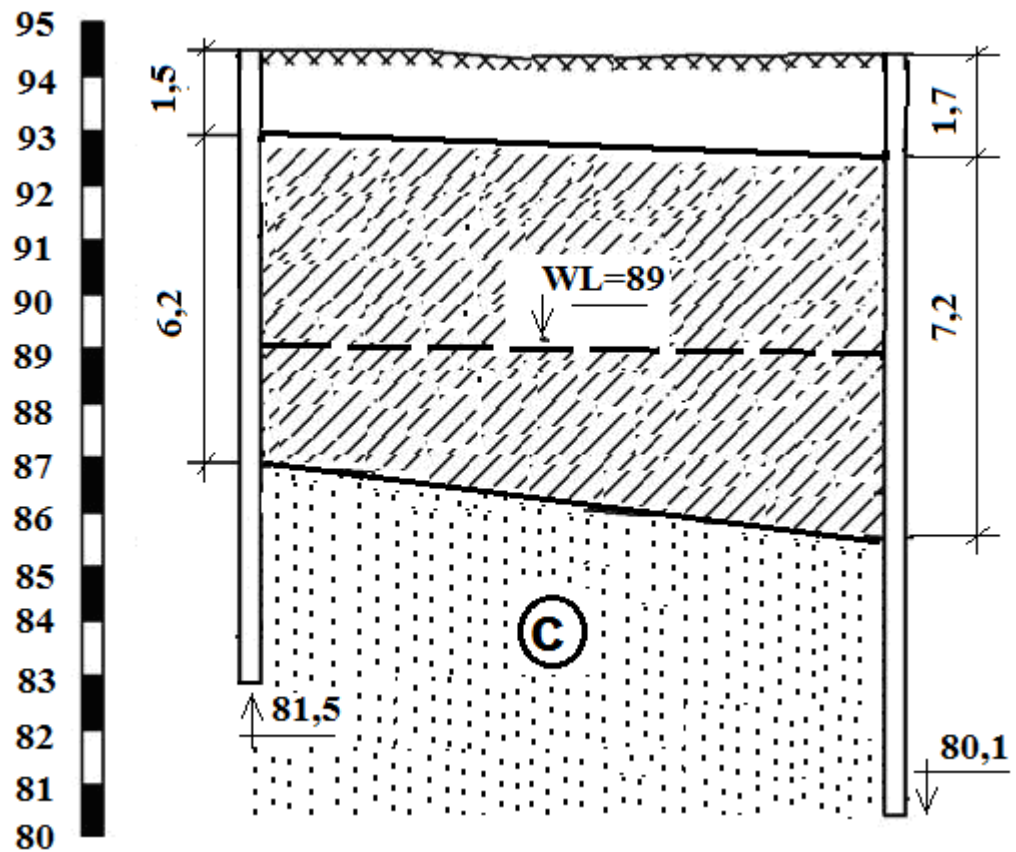
Найменування ґрунту	Потужність ґрунтового шару, метри	$\gamma_s, \frac{\kappa H}{m^3}$	$\gamma, \frac{\kappa H}{m^3}$	$W, \text{ ч.од.}$	$W_p, \text{ ч.од.}$	$W_L, \text{ ч.од.}$	$v, \text{ ч.од.}$	$I_p, \text{ ч.од.}$	$I_L, \text{ ч.од.}$	$\gamma_d, \frac{\kappa H}{m^3}$	$e, \text{ ч.од.}$	$S_r, \text{ ч.од.}$	$\varphi, \text{ град}$	$c, \text{ кПа}$	$\frac{E}{E_e}, \text{ МПа}$
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	17	18	19
Чорнозем (Q_4)	0,4-0,6	-	16,0	0,13	-	-	-	-	-	14,16	-	-	-	-	-
Суглинок перевідкладений ($al Q_3$)	4,8-4,2	26,90	17,50	0,20	0,16	0,29	0,37	0,13	0,31	14,58	0,84	0,64	25	10,0	<u>12,0</u> 12,6
Пісок середньозернистий ($al N_1$)	необмеж.	26,20	19,40	0,20	-	-	0,29	-	-	16,17	0,62	0,84	32	1	<u>28,0</u> 12,4

Примітка: рівень підземних вод знаходиться на відмітці -11 метрів.

Таблиця 2.4 – Властивості ґрунту. Вихідні дані

Найменування ґрунту	Потужність ґрунтового шару, метри	$\gamma_s, \frac{\kappa H}{m^3}$	$\gamma, \frac{\kappa H}{m^3}$	$W, \text{ч.од.}$	$W_p, \text{ч.од.}$	$W_L, \text{ч.од.}$	$v, \text{ч.од.}$	$I_p, \text{ч.од.}$	$I_L, \text{ч.од.}$	$\gamma_d, \frac{\kappa H}{m^3}$	$e, \text{ч.од.}$	$S_r, \text{ч.од.}$	$\varphi, \text{град}$	$c, \text{кПа}$	$\frac{E}{E_e}, \text{МПа}$
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	17	18	19
Чорнозем (Q_4)	1,5-1,7	-	16,0	0,13	-	-	-	-	-	14,16	-	-	-	-	-
Суглинок перевідкладений ($al Q_3$)	6,2-7,2	26,90	17,50	0,20	0,16	0,29	0,37	0,13	0,31	14,58	0,84	0,64	25	10,0	<u>12,0</u> 12,6
Пісок середньозернистий ($al N_1$)	необмеж.	26,20	19,40	0,20	-	-	0,29	-	-	16,17	0,62	0,84	<u>32</u>	1	<u>28,0</u> 28,0

Примітка: рівень підземних вод знаходиться на відмітці -10 метрів.



№ свердловини	○ 3	○ 2
Відмітка вустя	94,2	94,2
Відстань		97,5
Дата проходки	01.03.2020	07.03.2020

Рисунок 2.4 – Інженерно – геологічний розріз

З використанням цих даних нами було виконано уточнення класифікації ґрунтових шарів. Ці характеристики розраховувалися з використанням таких формул:

1. Питому вагу сухого ґрунту: $\gamma_d = \frac{\gamma}{1+W}$.

2. Число пластичності ґрунту: $I_p = W_L - W_p$.

3. Показник текучості: $I_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p};$

4. Коефіцієнт пористості: $e = \frac{\gamma_s - \gamma_d}{\gamma_d};$

5. Ступень вологості: $S_r = \frac{W \cdot \gamma_s}{e \cdot \gamma_w}.$

Уточнені значення розрахованих таким чином характеристик ґрунту наведено у таблиці 2.4.

Було зроблено висновок про те, що дані у таблицях 2.3 та 2.4 співпадають практично повністю.

2.2 Залізобетонні конструкції. статичний розрахунок каркасу будівлі у просторовій постановці

Розрахунок напружено – деформованого стану, конструювання елементів та розробка креслень робочого проекту будівлі були виконані з використанням програми «Ліра».

Для моделювання елементів будівлі нами було використано двох - вузлові (КЕ №10) та чотирьох вузлові (КЕ №41) кінцеві елементи.

При цьому двох вузлові кінцеві елементи використовувалися для моделювання колон та балок, а трьох – та чотирьох вузлові кінцеві елементи було використано для моделювання фундаментної плити, міжповерхових перекриттів та стін.

З використанням програмного комплексу «Ліра - Арм» був виконаний розрахунок і проектування конструкцій елементів будівлі з монолітного залізобетону.

В процесі роботи комплексу проводився розрахунок будівлі і його

окремих частин з формуванням робочих креслень і схем армування конструктивних елементів.

Розрахунок виконувався в такій послідовності:

1. Формується модель будівлі з заданими навантаженнями на конструктивні елементи за допомогою інструментарію наданого програмою.

2. Виконується розрахунок на задані впливи.

3. Визначаються необхідні перетини залізобетонних лінійних та плитних елементів.

4. Виконується формування розрахункової схеми і кінцево-елементний розрахунок напружено - деформованого стану каркасу будівлі.

5. До схеми прикладаються навантаження, перелік яких наведено у таблиці 2.2.

6. Після цього з використанням програми «Лір – Візор» виконується розрахунок напружено – деформованого стану каркасу будівлі для кожного із завантажень.

7. Далі виконується розрахунок на розрахункове сполучення навантажень.

8. Після цього результати розрахунку та розрахункова схема експортується в програмний модуль Лір - АРМ, в якому виконується підбор та розрахунок елементів конструкцій.

9. Далі із урахуванням розрахунків слід виконати побудову епюр матеріалу будівлі.

10. Після цього генеруються креслення робочого проекту балок залізобетонних перекриттів.

Загальний вигляд розрахункової схеми будівлі наведено на рис. 2.5 та 2.6.

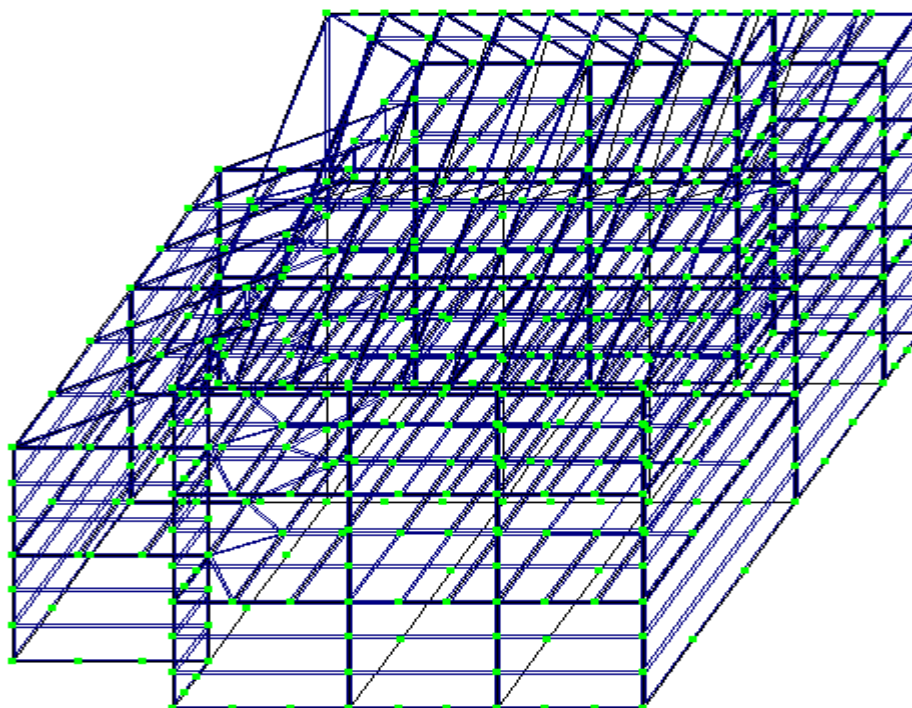


Рисунок 2.5 – Кінцево – елементна розрахункова схема триповерхового будинку

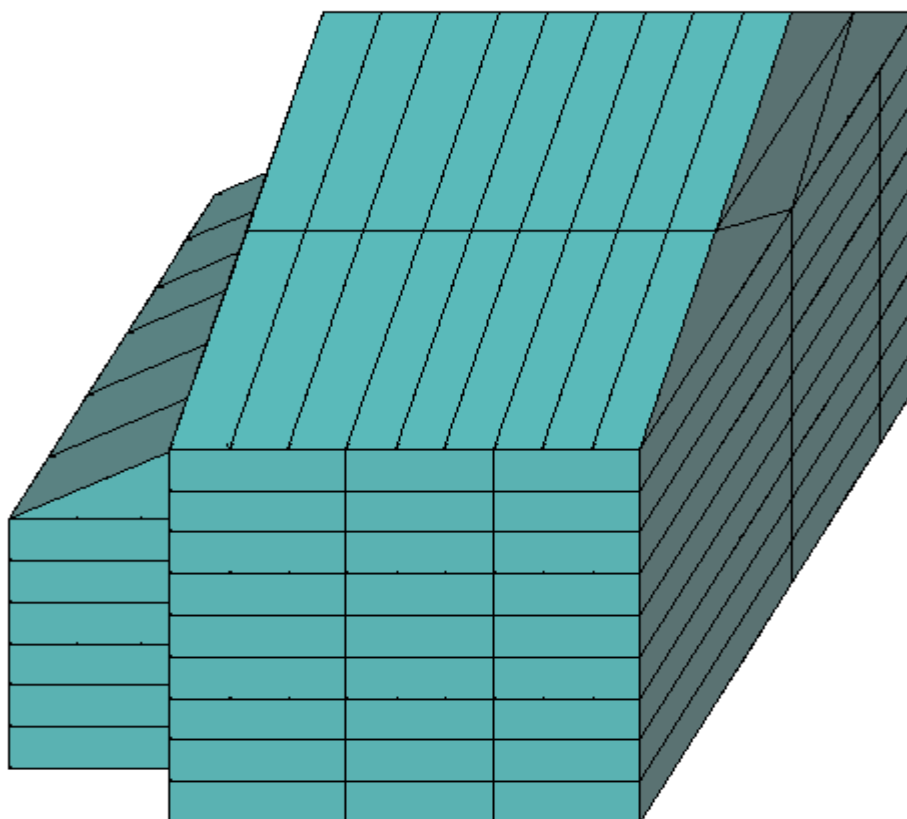


Рисунок 2.6 – Кінцево – елементна розрахункова схема триповерхового будинку. Зовнішній контур

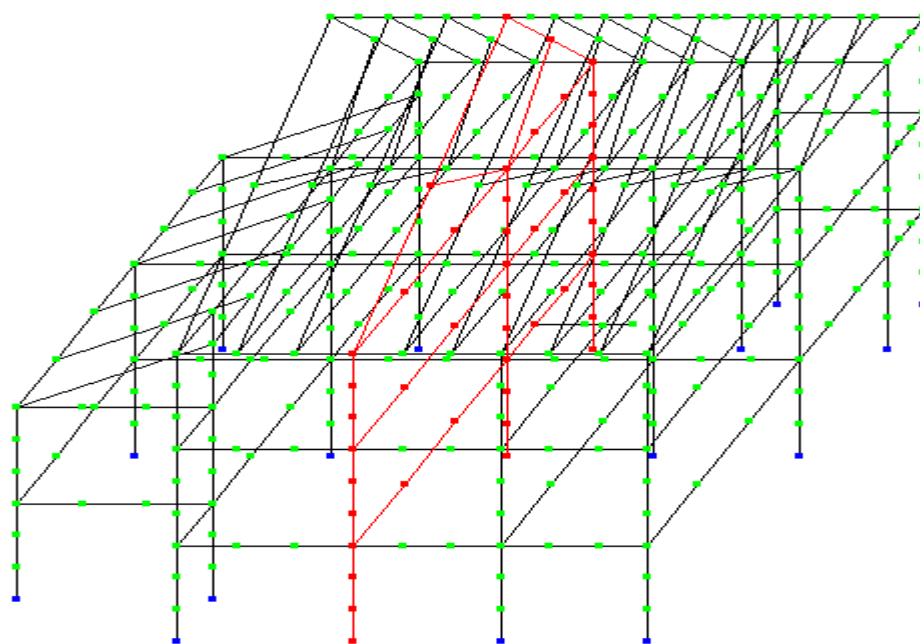


Рисунок 2.7 – Маркування перетину, для якого було розроблено креслення робочого проекту несучих конструкцій

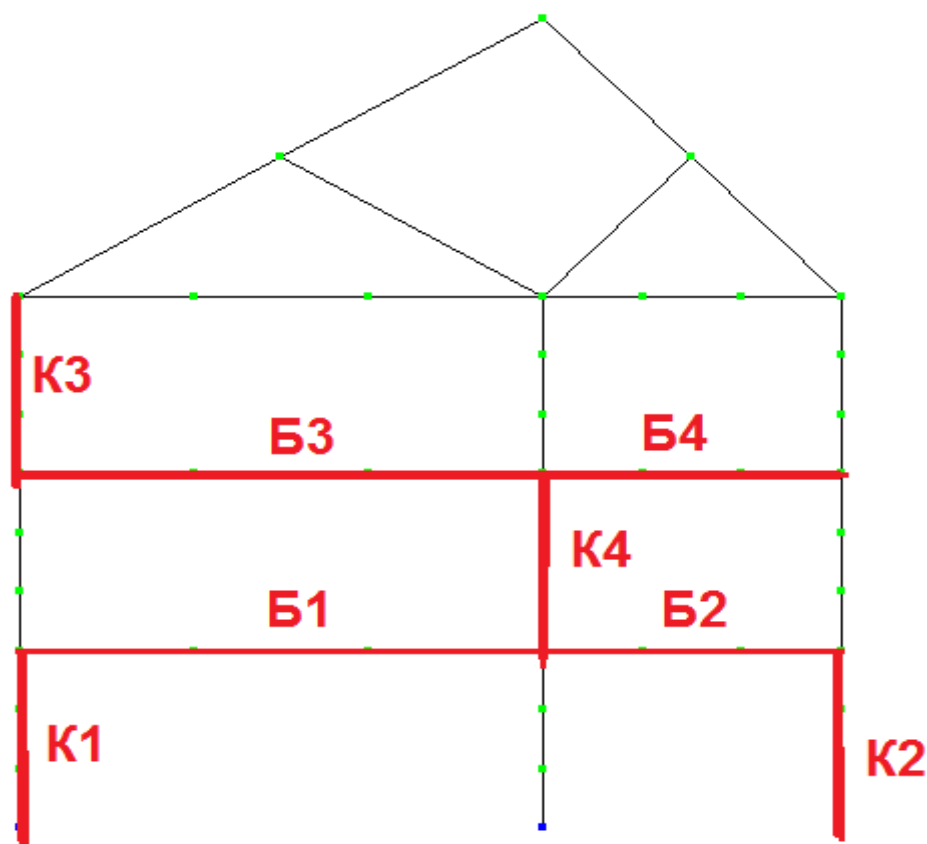


Рисунок 2.8 – Маркування залізобетонних колон та балок, для яких було розроблено креслення робочого проекту

На рисунках Д3, Д4, Д5, Д6 та Д7 у додатку Д наведено схеми прикладення навантажень до каркасу будівлі.

З огляду на те, що конструкція будинку має багато колон та балок, мною згідно із завданням керівника проекту було запроєктовано ті конструкції, маркування яких наведено на рис. 2.7 та 2.8.

Для розрахунку напружено – деформованого стану будинку було використано пакет програм «Лір - Візор».

Для побудови епюр огинаючих зусиль та матеріалу було використано конструюючу програму пакету «Лір-Арм».

Цю ж саму програму було використано для розрахунку у залізобетонних елементах будинку арматури, конструювання залізобетонних елементів та арматурних виробів, а також для генерації креслень робочого проекту.

У ході проектування балок та колон нами були використані зварні каркаси, виготовлені ручним способом.

Усього було запроєктовано 4 залізобетонні балки та 4 залізобетонні колони, маркування яких наведено на рис. 2.7 та 2.8.

На рис. 2.9 та 2.10 наведено отримані нами епюри матеріалу та креслення робочого проекту колони К1 (див. маркування на рис. 2.7 та 2.8).

У додатку Д на рис. Д8 та Д9 наведено отримані нами епюри матеріалу та креслення робочого проекту для колони К2 (див. маркування на рис. 2.7 та 2.8).

У додатку Д на рис. Д10 та Д11 наведено отримані нами епюри матеріалу та креслення робочого проекту для колони К3 (див. маркування на рис. 2.7 та 2.8).

Нарешті, у додатку Д на рис. Д12 та Д13 наведено отримані нами епюри матеріалу та креслення робочого проекту для колони К4 (див. маркування на рис. 2.7 та 2.8).

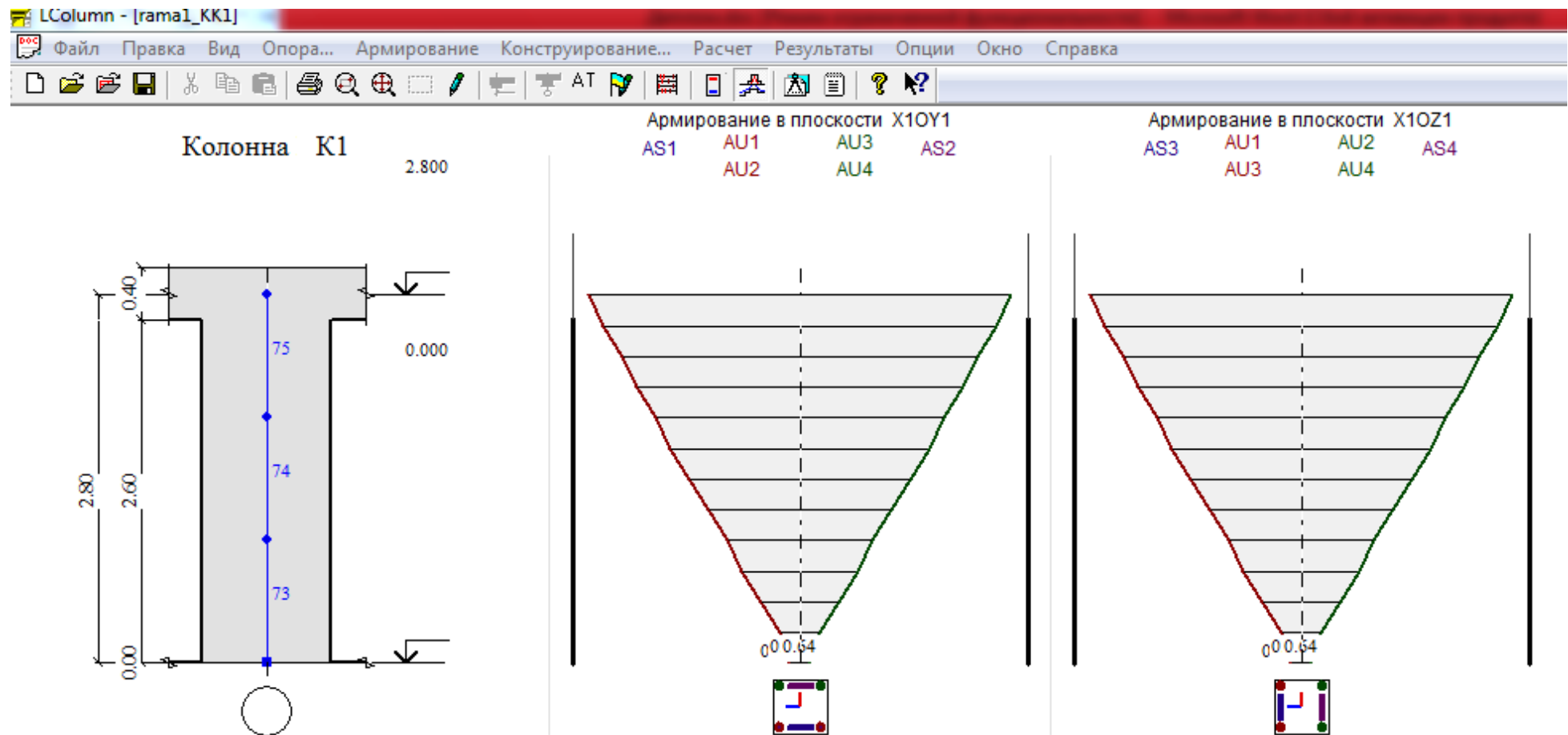


Рисунок 2.9 – Колонна K1. Епюра матеріалів

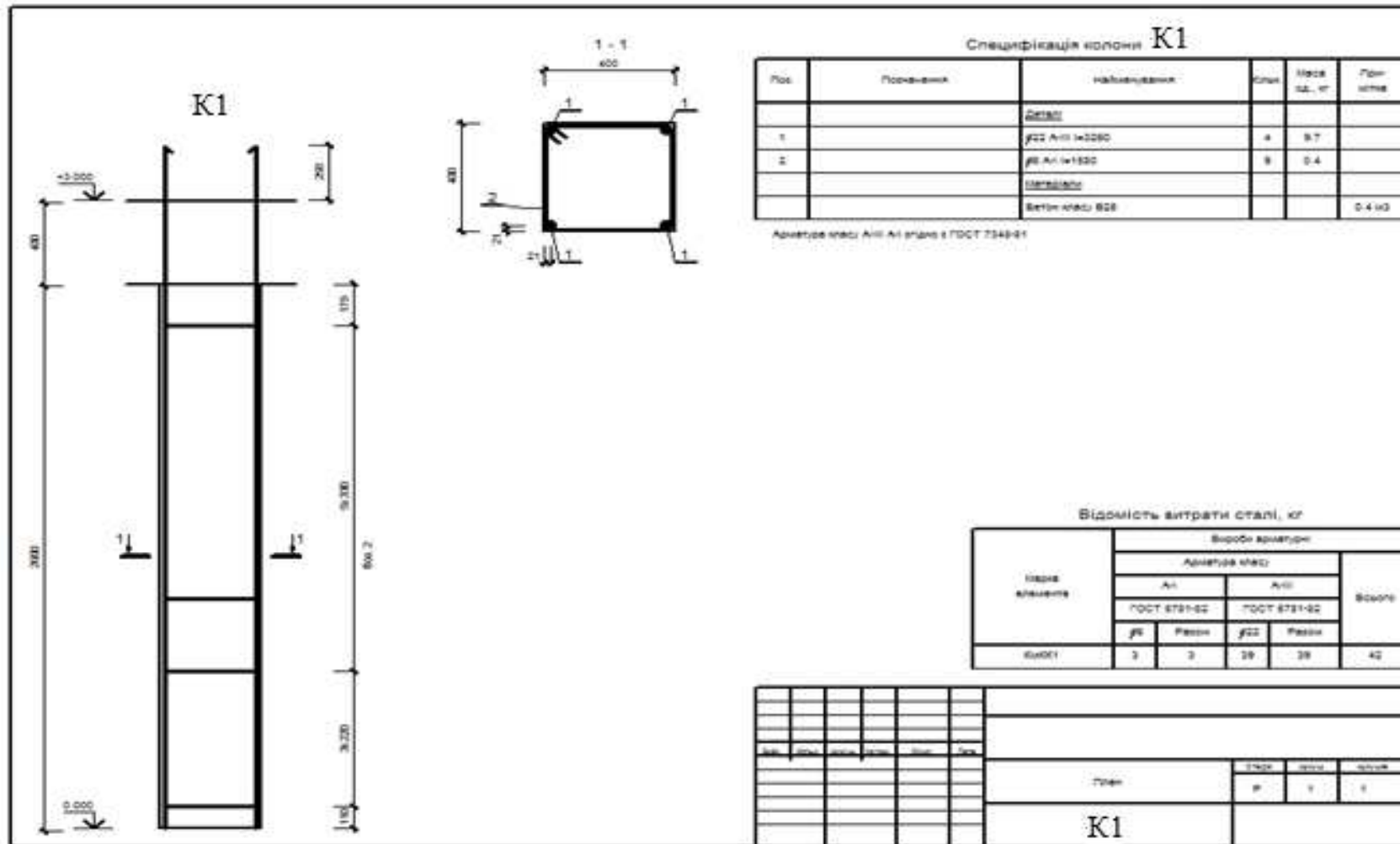


Рисунок 2.10 – Колона К1. Креслення робочого проекту

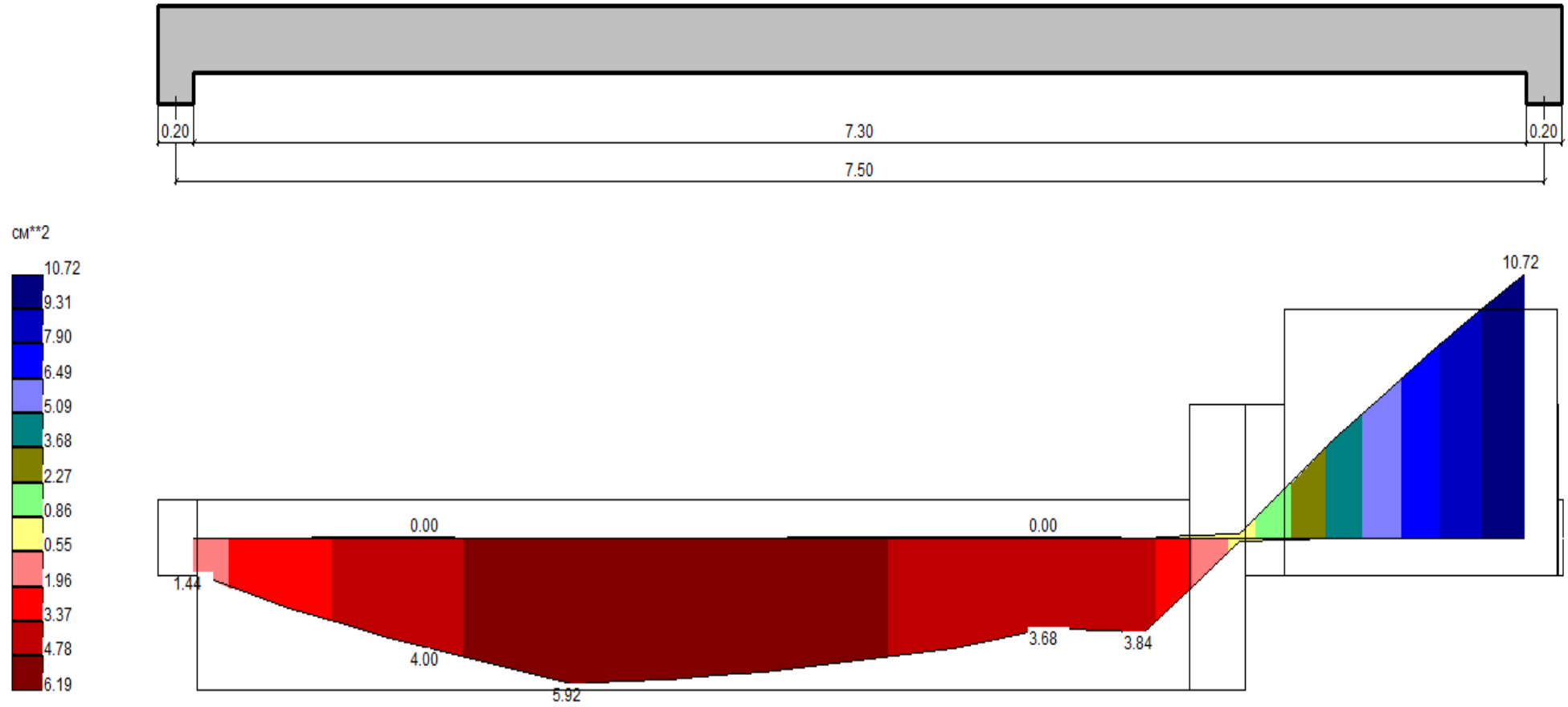


Рисунок 2.11 – Балка Б1. Епюра матеріалів

Отримані нами результати розрахунку арматури та конструювання наведеної на рис. 2.7 та 2.8 балки Б1 наведено на рис. 2.11 та 2.12.

При цьому:

- на рис. 2.11 наведено епюру матеріалу;
- на рис. 2.12 - креслення робочого проекту балки Б1.

Отримані нами результати розрахунку арматури та конструювання наведеної на рис. 2.7 та 2.8 балки Б2 наведено у додатку Д на рис. Д2.14 та Д2.15.

При цьому:

- на рис. Д2.14 наведено епюру матеріалу;
- на рис. Д2.15 - креслення робочого проекту балки Б2.

Отримані нами результати розрахунку арматури та конструювання наведеної на рис. 2.7 та 2.8 балки Б3 наведено у додатку Д на рис. Д2.16 та Д2.17.

При цьому:

- на рис. Д2.16 наведено епюру матеріалу;
- на рис. Д2.17 - креслення робочого проекту балки Б3.

Отримані нами результати розрахунку арматури та конструювання наведеної на рис. 2.7 та 2.8 балки Б4 наведено у додатку Д на рис. Д2.18 та Д2.19.

При цьому:

- на рис. Д2.18 наведено епюру матеріалу;
- на рис. Д2.19 - креслення робочого проекту балки Б4.

2.3 Металеві конструкції

У даному розділі також наведено результати розрахунку та проектування металевих крокв будинку.

Розглядався варіант будівлі із таких матеріалів:

1. Залізобетонні фундаменти.
2. Залізобетонні колони та ригелі.
3. Залізобетонні перекриття.
4. Залізобетонні крокви.

У якості металевих крокв було використано двотаври заводського виготовлення.

Розрахунок, конструювання та проектування крокв виконувався за допомогою програмного комплексу Ліра 9.6.

При цьому для визначення напружено – деформованого стану було застосовано програму «Ліра - Візор», а для розрахунку та проектування елементів та вузлів металевих конструкцій будівлі було застосовано програму «Ліра - СТК»,

Моделювання всіх елементів каркасу будівлі виконано за допомогою двох вузлових кінцевих елементів.

Крім того, згідно зі завданням на проектування у ході виконання даного розділу роботи мною було розраховано та запроектовано такі вузли металевої конструкції:

- вузли стиковки металевих елементів крокв;
- вузли стиковки металевих елементів крокв.

Загальний вигляд кроквяної системи наведено на рис. 2.13.

Оскільки кроквяна система включає у себе багато елементів, згідно зі завданням керівника проекту мною було розраховано конструкції, помічені червоним кольором.

Маркування означених елементів конструкцій наведено на рисунках 2.13, 2.14 та 2.15.

Навантаження на каркас будівлі збиралися відповідно до вимог ДБН В.1.2-2: 2006.

Розрахунок виконувався в такій послідовності:

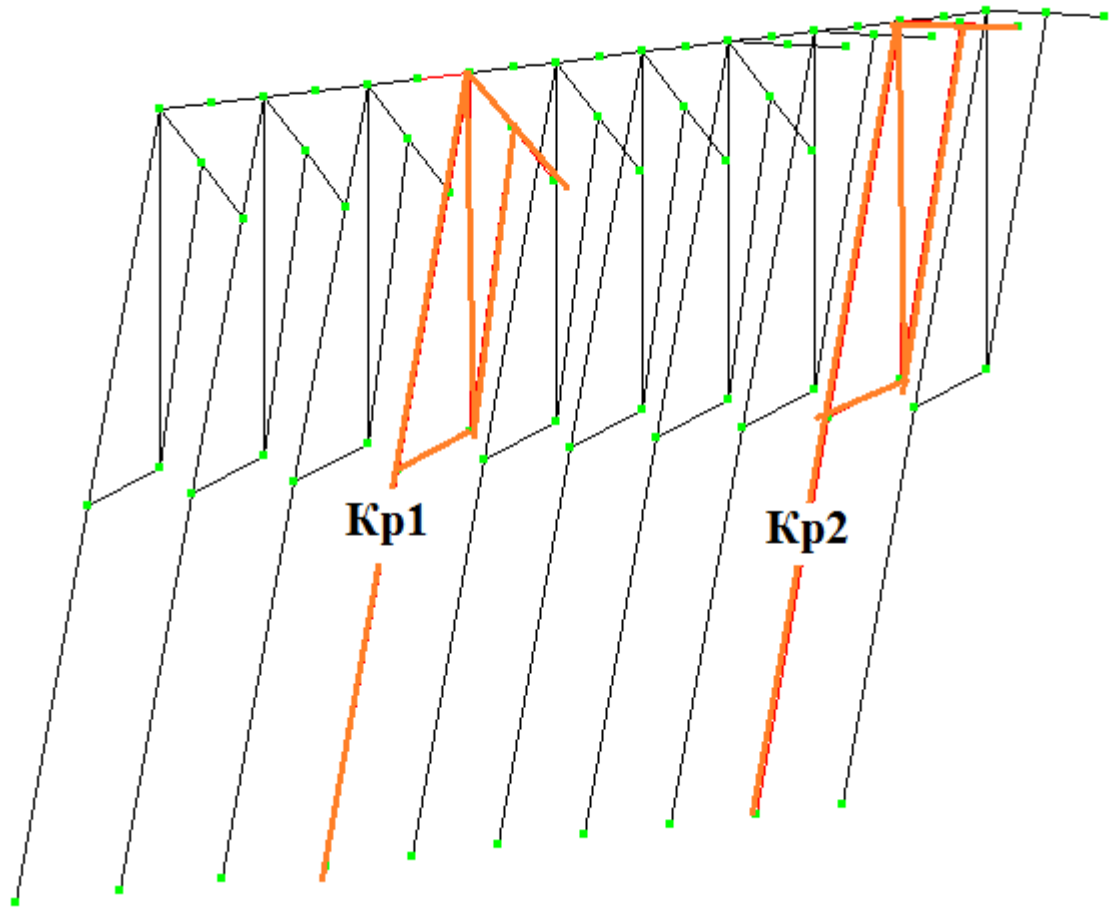


Рисунок 2.13 – Крокви. Загальний вигляд (схема). Розташування за-
проектованих кроквяних систем

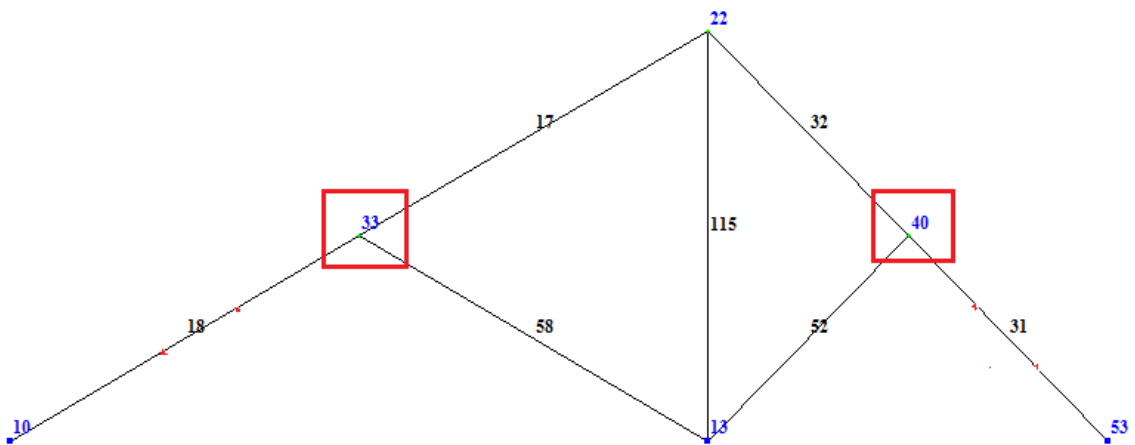


Рисунок 2.14 – Кроквяна система Кр1. Загальний вигляд (схема).
маркування вузлів та елементів

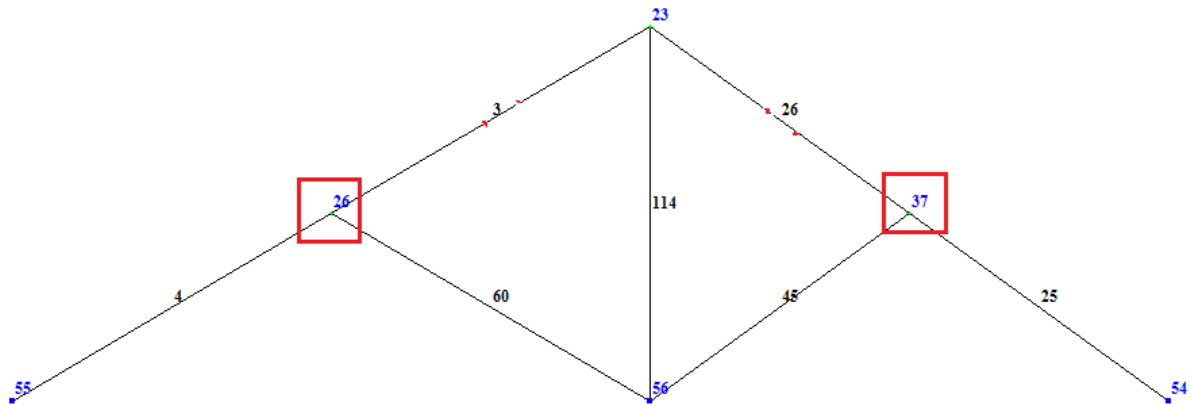


Рисунок 2.15 – Кроквяна система Кр2. Загальний вигляд (схема). маркування вузлів та елементів

1. Формувалась модель будівлі з заданими навантаженнями на конструктивні елементи за допомогою інструментарію наданого програмою.

1.1. При цьому усі металеві елементи конструкції моделювались із використанням двотавра балочного типу №10.

1.2. До схеми прикладаються навантаження, перелік яких наведено у таблиці 2.1.

2. Виконувався розрахунок каркасу на задані впливи. Для цього було використано програму «Лір - Візор».

3. Після цього результати розрахунку та розрахункова схема експортується в програмний модуль «Лір – СТК», в якому виконувався підбор та розрахунок металевих елементів конструкцій. Таким чином визначались необхідні перетини металевих лінійних та плитних елементів.

4. Далі із урахуванням отриманих таким чином даних (тобто встановлених у ході попереднього розрахунку перетинів металевих елементів конструкції) повторювався розрахунок її напружено – деформованого стану та конструкції та її елементів (пункти 1.2, 2 та 3).

5. Після цього з використанням програми «Лір – СТК», мною було виконано:

- перевірку несучої властивості металевих крокв;

- підбір перетину крокв;
- розрахунок та проектування стикових вузлів 33 та 40 (рама КР1), а також вузлів 3 та 26 (рама Кр2);
- розрахунок та проектування вузлів стиковки елементів 18 та 58, а також 31 та 52 (рама Кр1);
- розрахунок та проектування вузлів стиковки елементів 4 та 60, а також 25 та 45 (рама Кр2);

Результати підбору перетину зазначених на рис. 2.13, 2.14 та 2.15. наведено у додатку Д у таблиці Д6.

Результати розрахунку, проектування та конструювання вузлу 33 (рама КР1) наведено на рис. 2.16.

При цьому результати розрахунку, проектування та конструювання вузлів 40, (рама КР1), а також вузлів 3 та 26 (рама Кр2) наведено у додатку Д на рис. Д20 – Д22

Результати розрахунку, проектування та конструювання стику елементів 18 та 58 наведено на рис. 2.17.

При цьому результати розрахунку, проектування та конструювання також вузлів стиковки елементів також 31 та 52 (рама Кр1), вузлів стиковки елементів 4 та 60, а також 25 та 45 (рама Кр2) наведено у додатку Д на рис. Д23 – Д25.

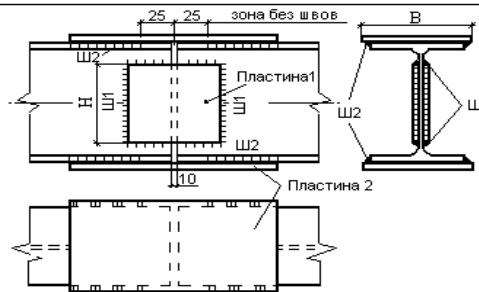
2.4 Дерев'яні конструкції

Для розрахунку дерев'яних крокв будинку мною було використано програму «електронний довідник інженера» - ЕСПРІ.

Розрахункову схему крокв наведено на рис. 2.13, 2.14 та 2.15.

Розрахункові вікна програми ЕСПРІ наведено на рис. 2.18, а результати розрахунку – на рис. 2.19.

Із рис. 2.19 витікає, що для улаштування крокв даху будинку слід використати сосновий брус із перетином 20х30 см.



Узел 33 : Исходные данные

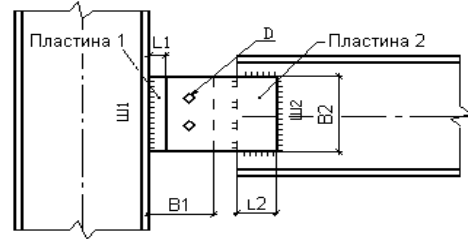
Элемент узла	Свойство	Значение	Единицы измерения
Балка1	Профиль	П10Б1;ГОСТ 26020 - 83	--
	Сталь	09Г2;ГОСТ 19281-73*	--
Балка2	Профиль	П10Б1;ГОСТ 26020 - 83	--
	Сталь	09Г2;ГОСТ 19281-73*	--
Шов Ш1	Материал	Марка проволоки: Св-08	--
Шов Ш2	Материал	Марка проволоки: Св-08	--
Пластина 1	Сталь	ВСт3кп2	--
	Ширина	7.00	см
	Длина	7.00	см
	Толщина	0.60	см
Пластина 2	Сталь	ВСт3кп2	--
	Ширина	9.00	см
	Длина	14.00	см
	Толщина	0.60	см

Узел 33 : Результаты подбора

Параметр	Свойство	Значение	Процент использования,%	Внутренние усилия				
				N, тс	M _y , тсм	Q _z , тс	M _z , тсм	Q _y , тс
Шов Ш1	Катег	0.4 см	2.7	-0.300*	-0.264	0.318*	0.000	0.000
Шов Ш2	Катег	0.4 см	83.9	-0.300*	-0.264*	0.318	0.000*	0.000*
Пластина 1	Толщина t1	0.6 см	4.3	-0.300*	-0.264	0.318*	0.000	0.000
	Размер В	7.0 см						
	Размер Н	7.0 см						
Пластина 2	Толщина t2	0.6 см	20.9	-0.300*	-0.264*	0.318	0.000*	0.000*
	Размер В	9.0 см						
	Размер Н	14.0 см						

* - усилия, участвующие в подборе или проверке соответствующего параметра.

Рисунок 2.16 – Рама Кр1. Узел 33



Узел 33 : Исходные данные

Элемент узла	Свойство	Значение	Единицы измерения
Балка	Профиль	И0Б1;ГОСТ 26020 - 83	--
	Сталь	09Г2;ГОСТ 19281-73*	--
Колонна	Профиль	И0Б1;ГОСТ 26020 - 83	--
	Сталь	09Г2;ГОСТ 19281-73*	--
Шов Ш1	Материал	Марка проволоки: Св-08	--
Шов Ш2	Материал	Марка проволоки: Св-08	--
Болты	Класс прочности	10.9	--
	Диаметр	2.00	см
Пластина 1	Сталь	ВСт3кп2	--
	Ширина	7.50	см
	Длина	10.00	см
	Толщина	0.60	см

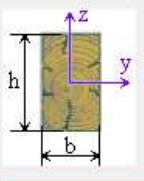
Узел 33 : Результаты подбора

Параметр	Свойство	Значение	Процент использования, %	Внутренние усилия				
				N, тс	M _y , тсм	Q _z , тс	M _z , тсм	Q _y , тс
Шов Ш1	Катет	0.4 см	7.9	-0.702*	-0.030	0.022*	0.000	0.000*
Шов Ш2	Катет	0.4 см	5.0	-0.702*	-0.030	0.022*	0.000	0.000*
Пластина 1	Толщина t1	0.6 см	12.7	-0.702*	-0.030	0.022*	0.000	0.000*
	Размер B1	7.5 см						
	Размер H1	10.0 см						
Пластина 2	Толщина t2	0.6 см	12.7	-0.702*	-0.030	0.022*	0.000	0.000*
	Размер B2	10.0 см						
	Размер H2	11.5 см						
Болты	Количество	2	8.9	-0.702*	-0.030	0.022*	0.000	0.000*
	Количество верт. рядов	1						
Размер L1	--	1.5 см	--	--	--	--	--	--
Размер L2	--	4.0 см	--	--	--	--	--	--

Рисунок 2.17 – Рама Кр1. Стик элементов кровли 18 та 58

Исходные данные | Расчет

Тип элемента: **Балка** Колонна Ферма

Размеры сечения:  Тип сечения: Брус Круг

h = 30 см b = 20 см Расстояние опор: Lp = 6.3 м

Расчетные усилия

	Mu, тс м	Qz, тс	Mz, тс м	Qu, тс	Флаги
1	0.27	0.076	0.092	0.39	P
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

Нагрузки: Монтажная Ветровая Сейсмическая Гололедная При обрыве Правило знаков

Напряжения от постоянных и длительных нагрузок превышают 80% от всех нагрузок

Дополнительные параметры

Тип древесины: Сосна (кроме веймутовой) Температурно-влажностные условия эксплуатации: А1

Расчет опор воздушных ЛЭП Сорт древесины: 2

Закрепление элемента из плоскости: В двух местах Дополнит. коэффициент для расчетных сопротивлений: $\gamma = 1$

Предельная гибкость: Пояса, опорн. раскосы и опорн. стойки ферм, колонны Сжат. Раст. 120 150

Окно сообщений

✓ Расчет выполнен.
 Определяющие РСУ:
 №1 - на прочность при косом изгибе
 №1 - на устойчивость плоской формы деформирования при изгибе
 №1 - на прочность по скалыванию при изгибе

Вывод:
 1. Прочность обеспечена;

Рисунок 2.18 – Розрахункове вікно програми ЕСПРІ. Вихідні дані

1. Вихідні дані			
№ п/п	Параметр	Значение	
1	Тип элемента	Балка	
2	Розміри	h = 30 см b = 20 см	
2. Результат			
№ РСУ	Перевірка, % використаня		
	Міцність	Сколювання	Стійкість
1	11.333	7.7605	0.59664
3. Висновок			
1. Міцність забезпечена;			
2. Міцність по сколювання забезпечена;			
3. Стійкість забезпечена			

Рисунок 2.19 – Результати розрахунку дерев'яних крокв

2.5 Фундаментні конструкції

Схему розстановки фундаментів наведено на рис. 2.20. Згідно із завданням на проектування мною було розраховано та запроєктовано фундаменти, які на рис. 2.20 позначено ФМ1, ФМ2, ФМ3 та ФМ4 відповідно.

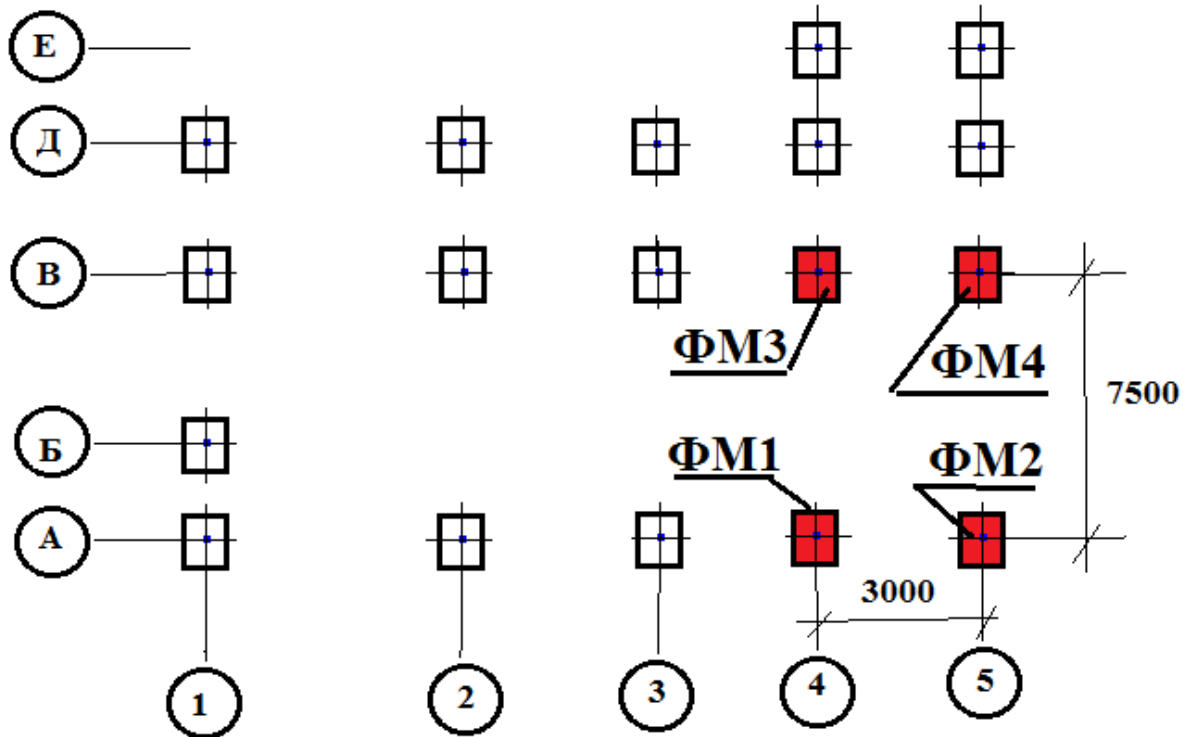


Рисунок 2.20 – Розташування окремих фундаментів у плані (схема).

Примітка: червоним кольором позначено фундаменти, що підлягають проектуванню

Геологічний розріз будівельного майданчика та властивості ґрунту наведено у розділі 2.1.

Навантаження, які діють на фундамент, наведено у таблиці 2.5.

Для проектування фундаментів мною було використано програмний комплекс ФОК.

Розрахункове вікно програми ФОК із зображенням фундаментів, які необхідно було запроєктувати, наведено на рис. 2.21.

У ході виконання завдання мною було розроблено креслення робочого проекту зазначених на рис. 2.20 фундаментів.

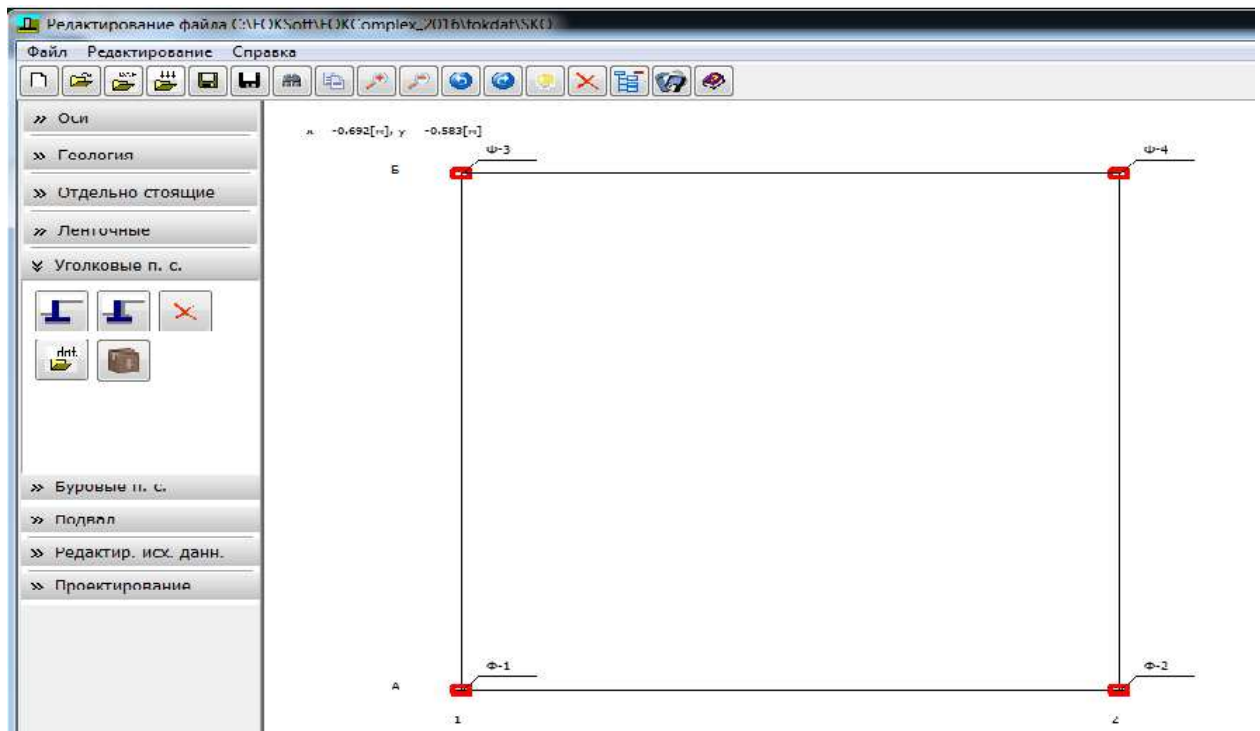


Рисунок 2.21 – Діалогове вікно програми ФОК

Таблиця 2.5 – Навантаження на фундаменти.

№ п.п.	Вид навантаження	Одиниця виміру	Найменування фундаменту (маркування)			
			ФМ1	ФМ2	ФМ3	ФМ4
1	2	3	4	5	6	7
	Нормальна сила	тони	63,5	54,6	89,4	80,7
	Перекидаючий момент	тони*метр	0,0	1,5	0,0	1,51

Креслення робочого проекту фундаменту ФМ1 наведено на рис. 2.22.

Креслення робочого проекту фундаментів ФМ2, ФМ3 та ФМ4 наведено у додатку Д на рисунках Д26, Д27 та Д28 відповідно.

Згідно із завданням керівника проекту мною також було виконано перевірку плитної частини фундаменту ФМ1 на продавлювання.

Товщину плитної частини фундаменту визначаємо за формулою:

$$H_0 = 0,5 \cdot b_k \cdot \left\{ \sqrt{1 + 4 \cdot \frac{2 \cdot b \cdot (L - a_k) - (b - b_k)}{(3 \cdot \alpha + 4) \cdot b_k^2}} - 1 \right\},$$

де H_0 - висота плитної частини фундаменту (див. схему); b_k - ширина перерізу колони або підколонника (його менша сторона); a_k - довжина перерізу колони або підколонника (його більша сторона); b - ширина підшви фундаменту; L - довжина підшви фундаменту; $\alpha = \frac{R_{bt}}{P_{cp}}$; R_{bt} - міцність

бетону на розтяг; $P_{cp} = \frac{N}{b \cdot L} + \gamma_{cp} \cdot d$ - середній тиск під підшвою фундаменту. Тут N - діюча на фундамент вертикальна зосереджена сила; d - глибина закладення його підшви; γ_{cp} - середнє значення ваги фундаменту і ґрунту на його обрізах, віднесений до площі фундаменту.

Розрахунок виконуємо з врахуванням того, що розміри перетину ростверку квадратної форми дорівнюють $b_k = a_k = 1$ м; розміри фундаменту в плані $b = L = 1,5$ м; середній тиск під підшвою фундаменту дорівнює

$$P_{cp} = \frac{N}{b \cdot L} + \gamma_{cp} \cdot d = 89,4 \cdot 10 / 1,5 / 1,5 + 1,6 \cdot 16 + 0,5 \cdot 17,5 = 431,7 \text{ кПа. Крім того,}$$

для бетону класу В15 міцність бетону на розтяг $R_{bt} = 0,75 \text{ МПа} = 750 \text{ кПа}$, а

$$\text{коефіцієнт } \alpha = \frac{R_{bt}}{P_{cp}} = 750 / 431,7 = 1,74.$$

$$\text{Маємо: } H_0 = 0,5 \cdot b_k \cdot \left\{ \sqrt{1 + 4 \cdot \frac{2 \cdot b \cdot (L - a_k) - (b - b_k)}{(3 \cdot \alpha + 4) \cdot b_k^2}} - 1 \right\} =$$

$$0,5 \cdot 1,0 \cdot \left(\left(1 + 4 \cdot \frac{2 \cdot 1,5 \cdot (1,5 - 1) - (1,5 - 1)^2}{(3 \cdot 1,74 + 4) \cdot 1^2} \right)^{0,5} - 1 \right) = 0,12 \text{ м} < 0,3 - 0,07 = 0,23 \text{ м.}$$

Примітка: тут 0,07 м – товща захисного шару бетону.

Висновок: програма ФОК запроектувала плитну частину фундаменту ФМ2 без похибок.

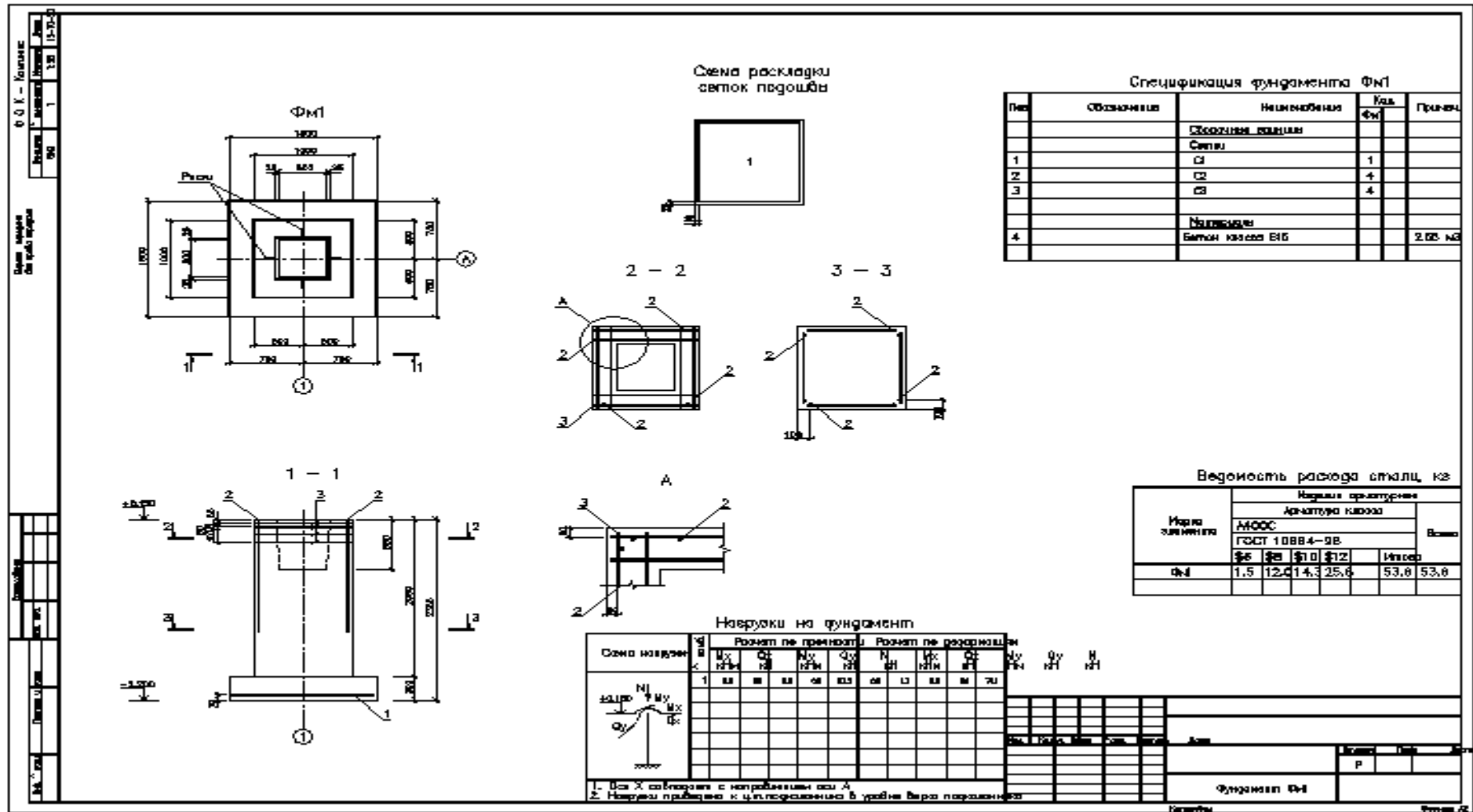


Рисунок 2.22 – Фундамент ФМ1. Кресления рабочего проекта

2.6 Висновки по розділу

Викладені у даному розділі матеріали досліджень дозволили зробити такі висновки:

1. Виконано розрахунок напружено – деформованого стану комбінованого каркасу (залізобетонні перекриття та колони, а також дерев'яні крокви) триповерхового будинку на одну сім'ю, розташованого – м. Підгороднє Дніпропетровської області України.

2. Виконано розрахунок напружено – деформованого стану комбінованого каркасу (залізобетонні перекриття, металеві колони, а також дерев'яні крокви) триповерхового будинку на одну сім'ю, розташованого у м. Підгороднє Дніпропетровської області України.

3. Розраховано та запроектовано залізобетонні колони каркасу триповерхового будинку на одну сім'ю, розташованого у м. Підгороднє Дніпропетровської області України.

4. Розраховано та запроектовано залізобетонні балки каркасу триповерхового будинку на одну сім'ю, розташованого у м. Підгороднє Дніпропетровської області України.

5. Розраховано та запроектовано металеві крокви покрівлі триповерхового будинку на одну сім'ю, розташованого у м. Підгороднє Дніпропетровської області України.

6. Розраховано та запроектовано залізобетонні фундаменти триповерхового будинку на одну сім'ю, розташованого у м. Підгороднє Дніпропетровської області України.

3 ОРГАНІЗАЦІЯ І ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВЕЛЬНОГО ПРОЦЕСУ. УЛАШТУВАННЯ КРОКВЯНОЇ СИСТЕМИ ДАХУ З ДЕРЕВ'ЯНИХ ЕЛЕМЕНТІВ (ФРАГМЕНТ)

У даному розділі наведено фрагмент розробленої мною технологічної карти, у якому наведено улаштування кроквяної системи даху з дерев'яних елементів.

Даною технологічною картою передбачається наступний порядок виконання робіт:

3.1 Область застосування

1.1. Технологічна карта призначена кроквяної системи даху з брусів, колод або дощок з латами з брусків під покрівлю з штучних або рулонних матеріалів (рис. 3.1 та 3.2).

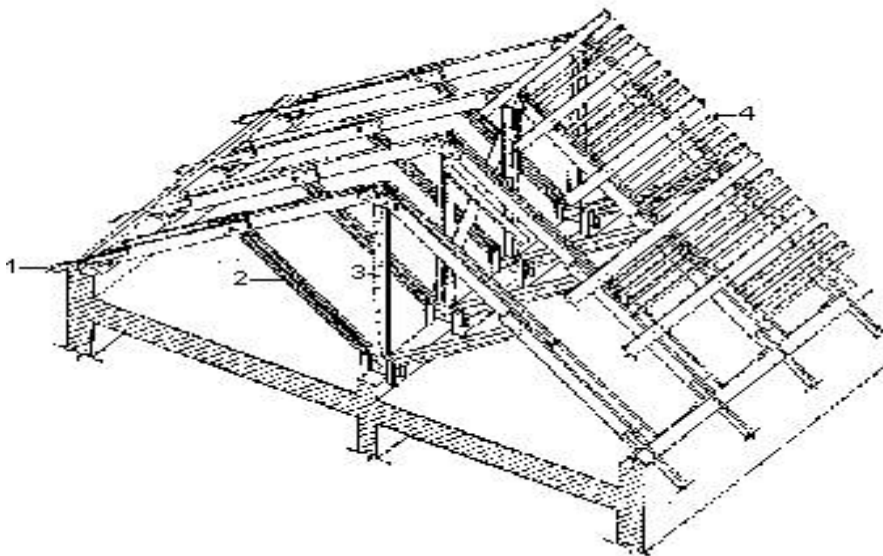


Рисунок 3.1 – Загальний вигляд кроквяної системи з похилими дощатими кроквями:

1 - дощаті крокви; 2 - підкоси; 3 - стійка; 4 - лати

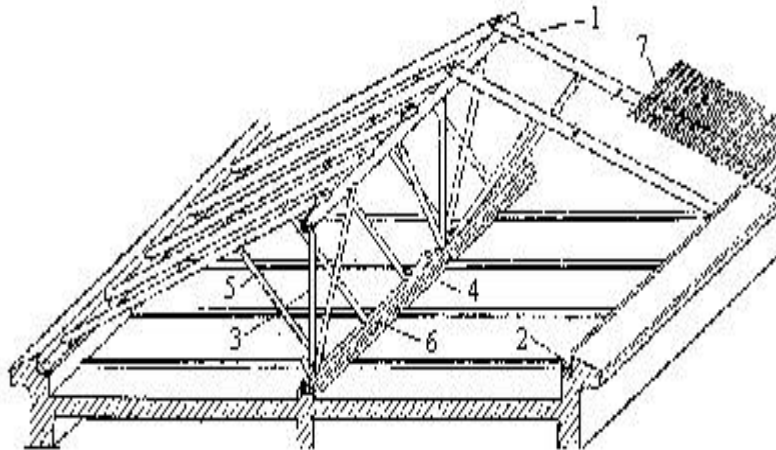


Рисунок 3.2 – Загальний вигляд кроквяної системи з колод

1 - коньковий прогін; 2 - мауерлат; 3 - стійка; 4 - середня стіна; 5 - під-кос; 6 - окантований брус; 7 - лати

1.2. До складу робіт, передбачених цією технологічною картою входить:

- установка мауерлатних лежаків;
- установка стійок і конькових прогонів;
- установка крокв і підкосів;
- установка обрешітки.

1.3. Улаштування кроквяної системи даху виконують відповідно до вимог державних і відомчих нормативних документів.

1.4. Роботи виконують в літніх умовах в одну зміну.

3.2 Підготовчі роботи

2.1. До початку монтажу кроквяної системи слід виконати такі організаційно-підготовчі заходи и роботи:

- виконати и прийняти конструкції, включаючи монтаж горішнього перекриття, пристрій карниза, монтаж вентиляційних стояків вище горішнього перекриття та даху;

- встановити вантажопідйомний кран або обладнання;
- підготувати інструмент, пристосування, інвентар;
- доставити на робоче місце матеріали та вироби,
- оформити наряд-допуск на роботи підвищеної небезпеки;
- ознайомити виконавців з технологією и організацією робіт.

3.3 Організація і технологія виконання робіт

3.1. Заготовлені заздалегідь елементи кроквяної системи подають на горищне перекриття.

3.2. Одночасно подають інвентарні засоби для монтажу.

3.3. Установку елементів кроквяної системи виконують у такому порядку:

- встановлюють мауерлат;
- встановлюють стійки і прогони;
- встановлюють кроквяні ноги і підкоси;
- встановлюють обрешітку.

3.4. Прокладають по верху стін 2 шари рулонної гідроізоляції.

3.5. Далі на лежень встановлюють стійки. Їх тимчасово підсилюють переймами і підкосами.

Далі на стійки укладають конковий прогін.

3.6. Схеми з'єднання елементів кроквяної системи з колод і брусів виконують за допомогою врубок (рис. 3.3-а та 3.3-б).

При цьому для сполучення кроквяних ніг з горизонтальною затягуванням вживають такі врубки:

- лобову з одним зубом (рис. 3.4, а);
- лобову з подвійним зубом (рис. 3.4, б).

3.7. Кроквяні ноги і підкоси з брусів і колод встановлюють в наступному порядку:

- виробляють розбивку на мауерлаті проектного положення кроквяних ніг;
- вибирають в мауерлаті гнізда;

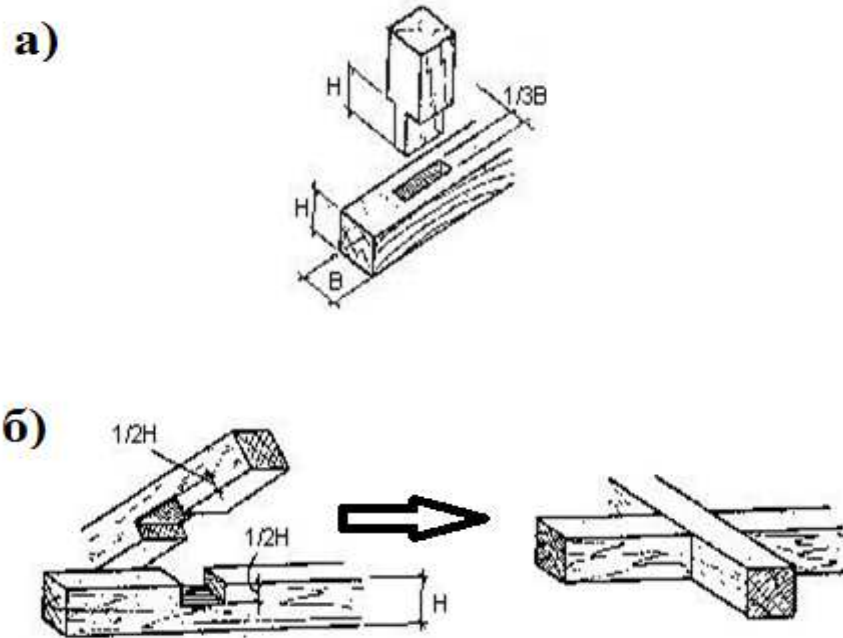


Рисунок 3.3 – Варіанти з'єднання дерев'яних конструкцій
 а – шипом на всю товщину конструкції або потаємним шипом у потемок; б – на половину товщини.

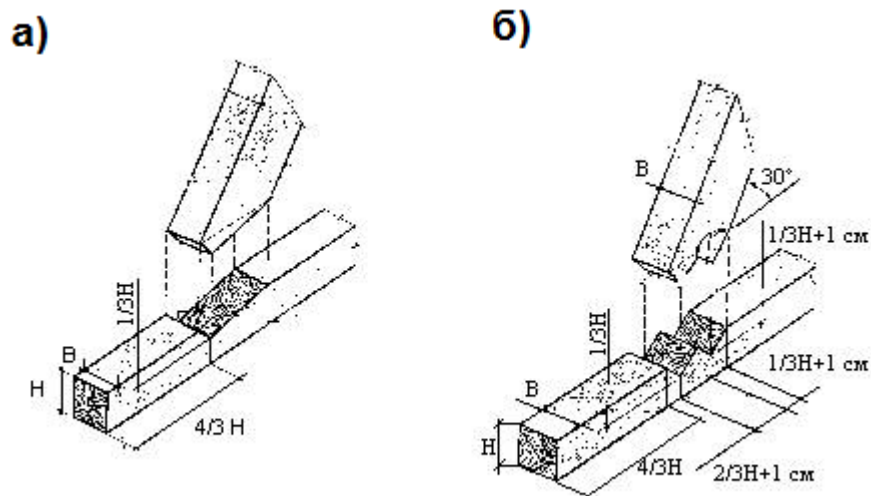


Рисунок 3.4 – Варіанти з'єднання дерев'яних елементів крокв

а - лобове з одним зубом; б - лобове з подвійним зубом.

- встановлюють інвентарні підмости;
- встановлюють кроквяні ноги з опорою на коньковий брус і мауерлат;
- далі кроквяну систему скріплюють скобами і болтами;
- місця сполучення кроквяних ніг додатково вкривають антисептиком.



Рисунок 3.5 – Схема організації робіт по влаштуванню кроквяної системи з колод з латами з брусків

1 - підмости; 2 - елементи крокв; 3 - опалубка карнизного зв'язу; 4 - бруски обрешітки

Після установки перших 4 стропильних ніг починають пристрій обрешітки.

Схема організації робіт по влаштуванню кроквяної системи з колод з латами з брусків приведена на рис. 3.5.

3.8. Кроквяні ноги і підкоси з дощок встановлюють так:

- виконують розбивку проектного положення кроквяних ніг;
- вибирають в мауерлаті гнізда для установки ніг;
- встановлюють інвентарні стійки та підмости;
- укладають елементи складових стропильних ніг;
- заводять підкоси між нижніми накладками і гілками верхніх елементів складових крокв;
- поєднують верхні площини обох елементів складових стропильних ніг за допомогою рейки і розсувний стійки;
- сполучення кроквяних ніг з мауерлатом і кінці кроквяних ніг додатково вкривають антисептиком.

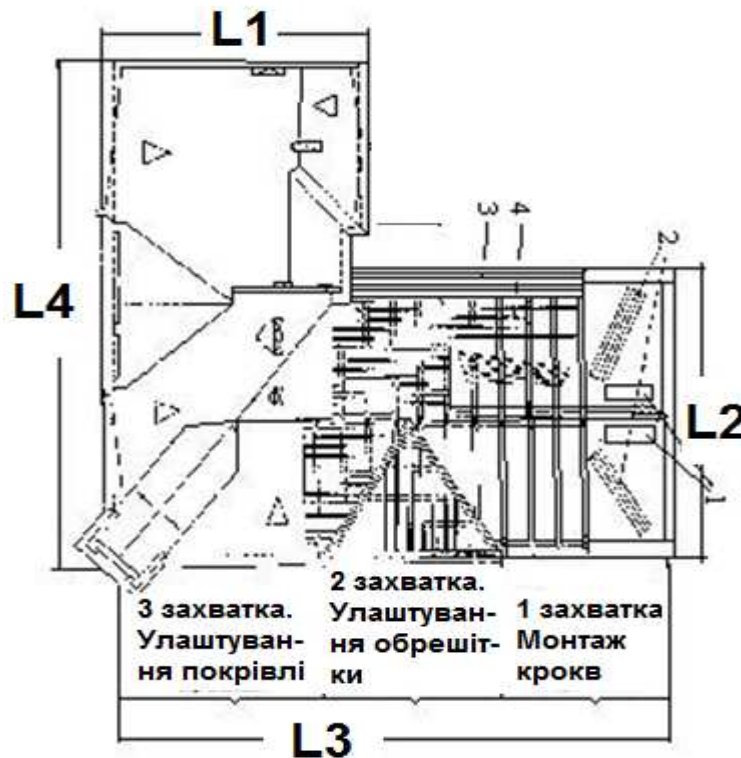


Рисунок 3.6 – Схема організації робіт по установці дощатих крокв з латами з брусків:

1 - пересувні підмости; 2 - елементи кроквяної системи; 3 - баштовий кран
4 - опалубка карнизного звісу; 5 - бруски обрешітки; 6 - встановлені кроквяні ферми; 7 - дерев'яні кобилка

3.9. Після установки перших двох стропильних ферм виконують улаштування обрешітки.

Схема організації робіт по установці дощатих крокв з латами з брусків приведена на рис.3. 6.

3.10. Сполучення елементів дощатих крокв виконують на цвяхах і скобах, посилених накладками так, як це вказано на рис. 3.7.

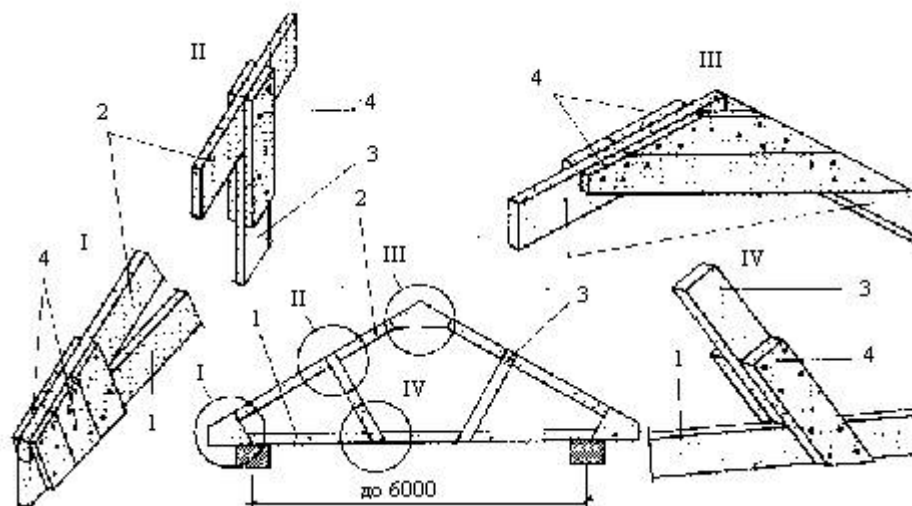


Рисунок 3.7 – Варіанти сполучення дощатих крокв:

I - вузол сполучення із затуванням; II - Сполучення підкоса зі стропильною ногою; III - крокв в ковзанів; IV - підкоса із затуванням

1 - затування; 2 - кроквяна нога; 3 - підкоси; 4 - накладки

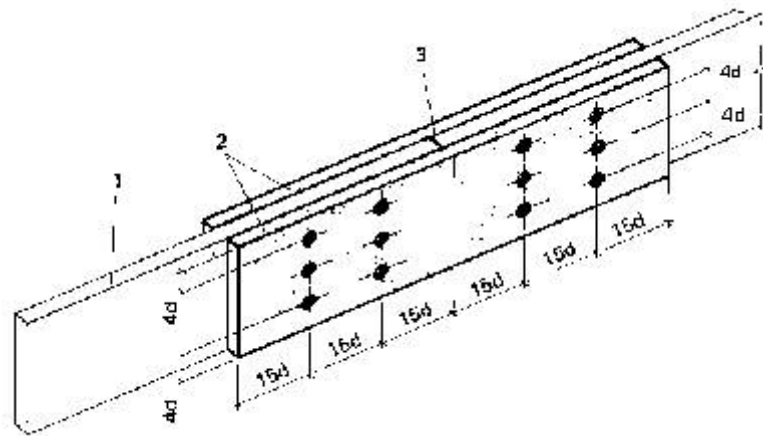


Рисунок 3.8 – Розмітка цвяхів:

1 - елементи; 2 - накладки; 3 - торцевої стик затяжки

Один із варіантів розміщення цвяхів при улаштуванні вузлів з'єднання елементів конструкцій наведено на рис. 8.

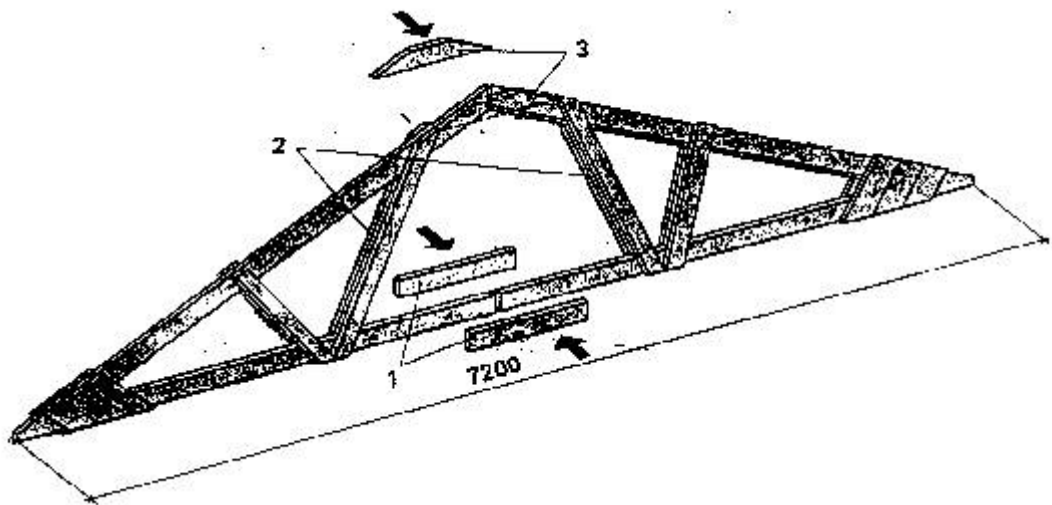


Рисунок 3.9 – Збірка крокв з двох напівферм:

1 - нижні накладки; 2 - напівферми; 3 - верхні накладки

3.11. Монтаж збірних кроквяних ферм виконують за допомогою самохідних стрілового крана з відповідними вантажно-висотними робочими характеристиками.

3.12. Для зручності перевезення крокви виготовляють у вигляді двох напівферм. Після перевірки правильності монтажу ці напівферми з'єднують за допомогою цвяхів накладками (рис. 3.9).

3.13. Правильність забивання цвяхів забезпечують за допомогою шаблону (рис. 3.10).

3.14. Ферми встановлюють за допомогою самохідних стрілового крану спочатку в торці будинку (рис. 3.11).

3.15. Вертикальності проміжних ферм контролюють рейкою (рис.3.12).

3.16. Після установки перших 4 ... 5 кроквяних ніг починають пристрій обрешітки.

Бруски прибивають по шаблону від карниза до коника з проектним кроком, який залежить від виду покрівельного покриття.

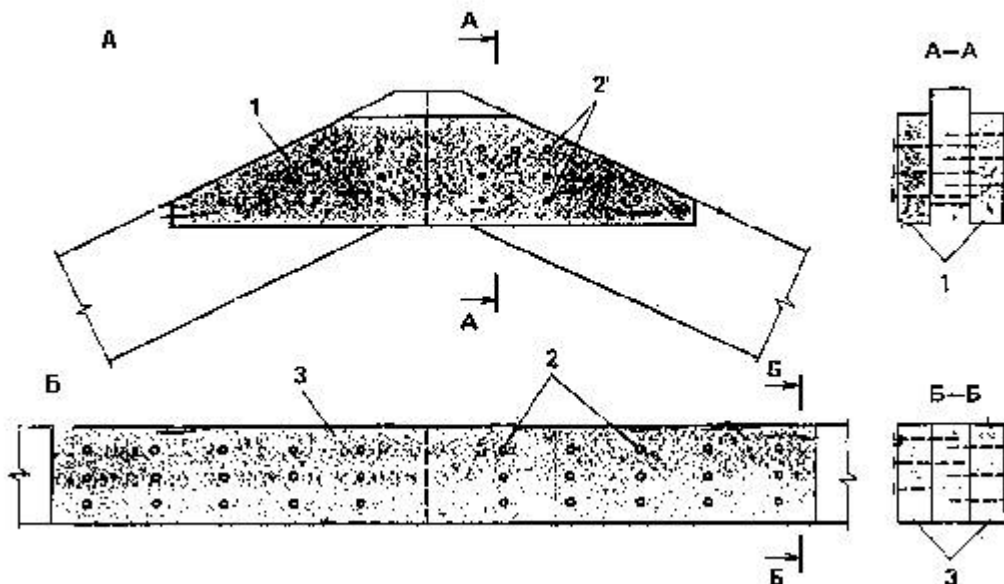


Рис. 3.10. Вузли дощатих ферм:

А - верхня накладка; Б - нижня накладка;

1 - фігурна накладка; 2 - цвяхи; 3 - прямокутна накладка

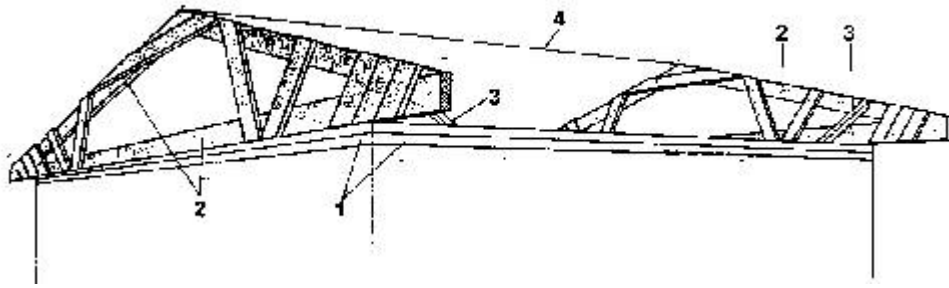


Рис. 3.11. Установка маяковых крокв:

1 - верхня обв'язка стін; 2 - кроквяна ферма; 3 - дощата розшивка; 4 - маяковий шнур

3.17. Улаштування та монтаж кроквяної системи слід виконувати ланкою з чотирьох теслярів і одного підсобного робітника, в тому числі: тесля 4 розряду - 1, тесля 3 розряду - 1, тесля 2 розряду - 2, підсобний робітник 1 розряду - 1

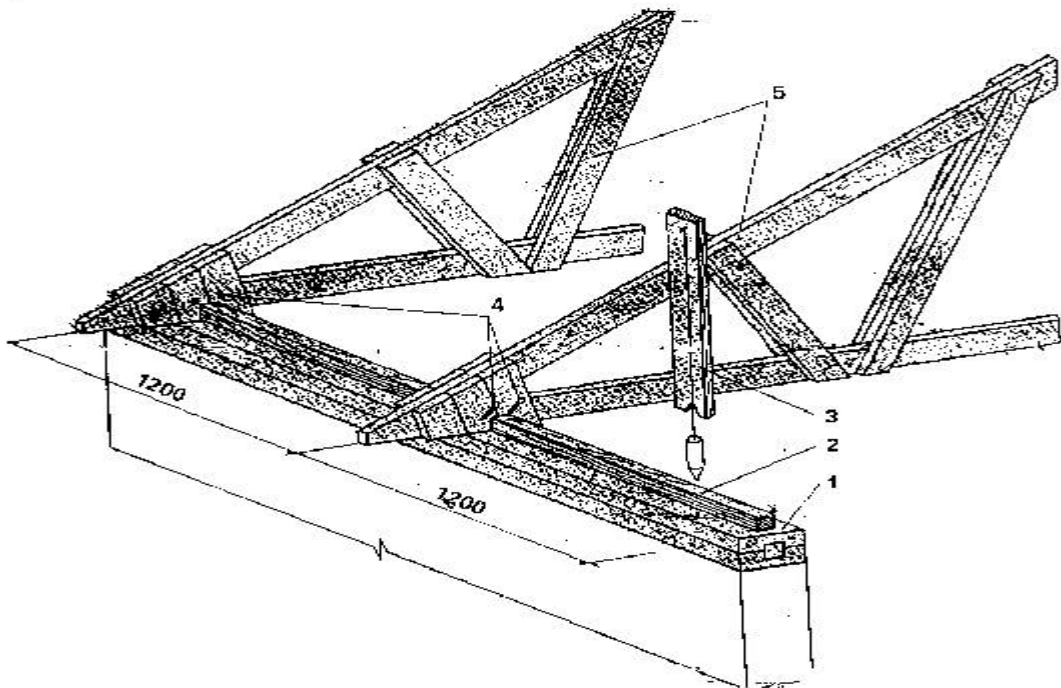


Рисунок 3.12 – Монтаж ферм

1 - верхня обв'язка; 2 - розпірки; 3 - рейка-схил; 4 - опорні вузли; 5 - ферми

3.18. Подачу вантажів баштовим краном виконує ланка в складі машиніста крана і двох такелажників, в тому числі: машиніст крану 5 розряду - 1; - такелажники 2 розряду - 2.

3.4 Висновки по розділу

1. Розроблено фрагмент технологічної карти, присвячений улаштуванню кроквяної системи даху з дерев'яних елементів.

2. Улаштування кроквяної системи необхідно здійснювати з інвентарного риштування ланкою в складі чотирьох теслярів і одного підсобного робітника, в тому числі: тесля 4 розряду - 1, тесля 3 розряду - 1, тесля 2 розряду - 2, підсобний робітник 1 розряду - 1.

3. Склад ланки, необхідної для подачі вантажів на дах: машиніст крану і двоє такелажників.

4 ЕКОНОМІКА БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Згідно з завданням нами була розрахована вартість матеріалів, необхідних для виготовлення кроквяної системи даху будівлі, зведеної з дерев'яних та металевих елементів.

Дані щодо підбору розмірів цих конструкцій (тобто довжини елементів та їх перетинів) наведено у розділі 2.

При розрахунку вартості нами було використані ринкові ціни з таких джерел:

1. Сталевий прокат (двотавр № 10) 24000 гривень за тону [55].
2. Дерев'яний брус 30x40 см – 4000 грн. за кубічний метр [56].

Розташування та загальний вигляд кроквяних конструкцій (аксонометрія) наведено на схемі рис. 4.1.

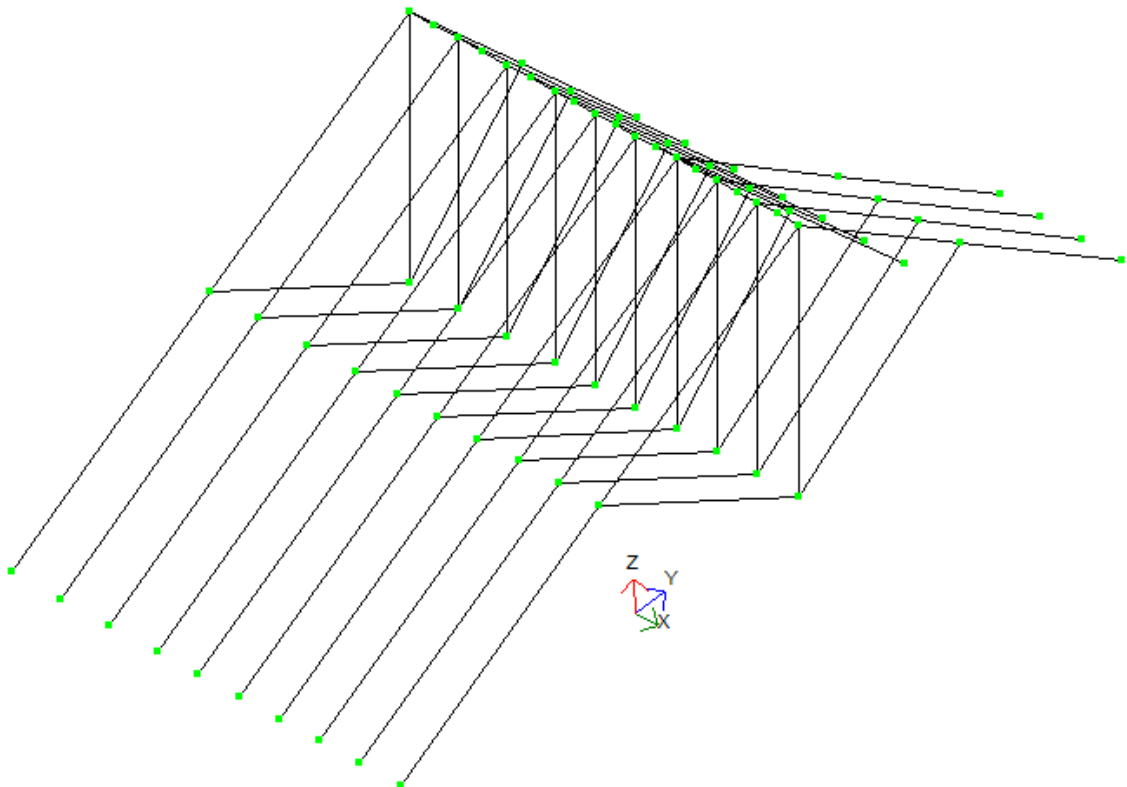


Рисунок 4.1 – Схема до визначення об'ємів та вартості дерев'яних та металевих конструкцій

Проекцію кроквяної системи на площину ОХУ та прийняте нами маркування кроквяних рам та елементів конкової системи наведено на рис. 4.2.

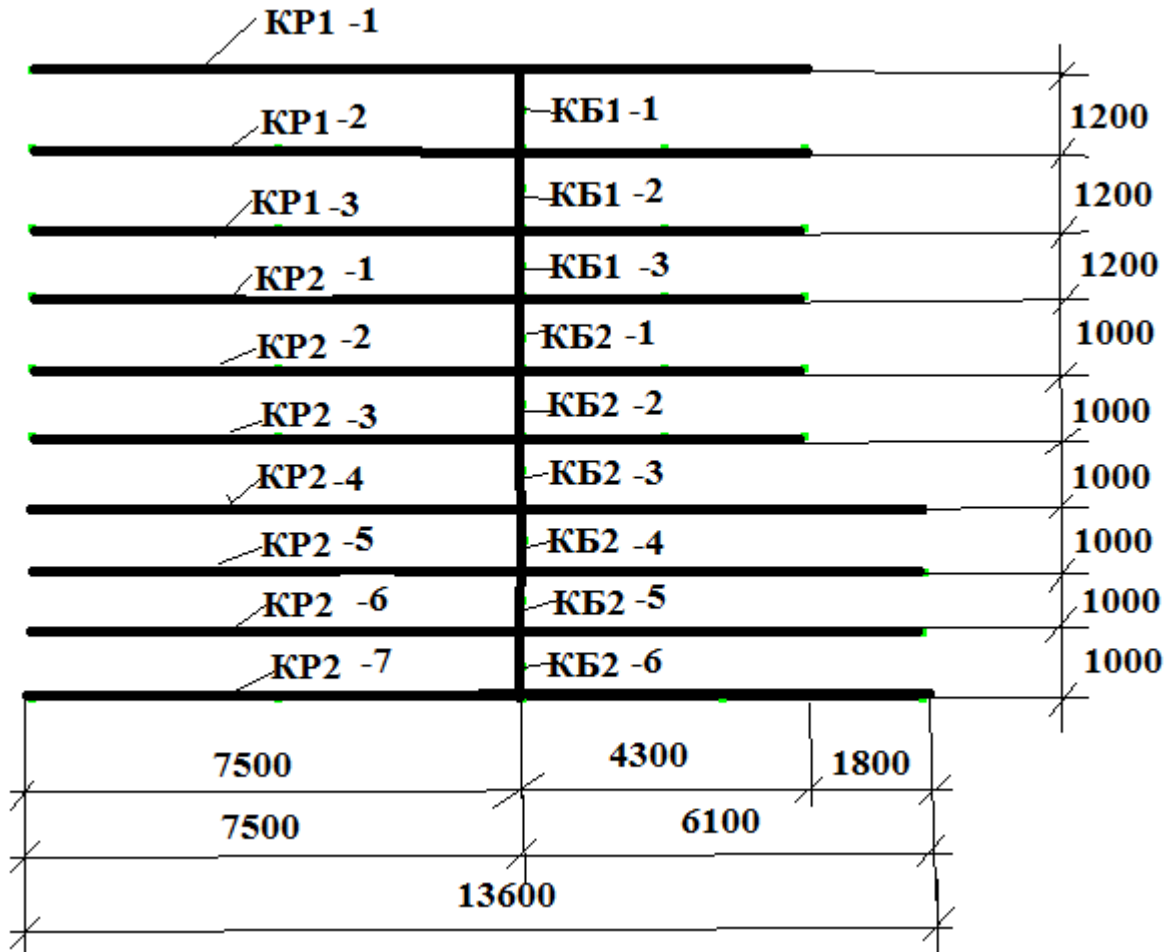


Рисунок 4.2 – Схема до визначення об'ємів та вартості дерев'яних та металевих конструкцій. Проекція кроквяної системи на площину ОХУ. Маркування кроквяних рам та елементів конькової системи

Геометричні розміри двох типорозмірів кроквяних рам, що задіяні при будівництві покрівлі наведено на рис. 4.3 та 4.4 відповідно.

Розміри елементів металевої рами KP1 та необхідна для їх виготовлення вага металевих конструкцій наведено у таблиці 4.1.

Розміри елементів металевої рами KP2 та необхідна для їх виготов-

лення вага металевих конструкцій наведено у таблиці 4.2.

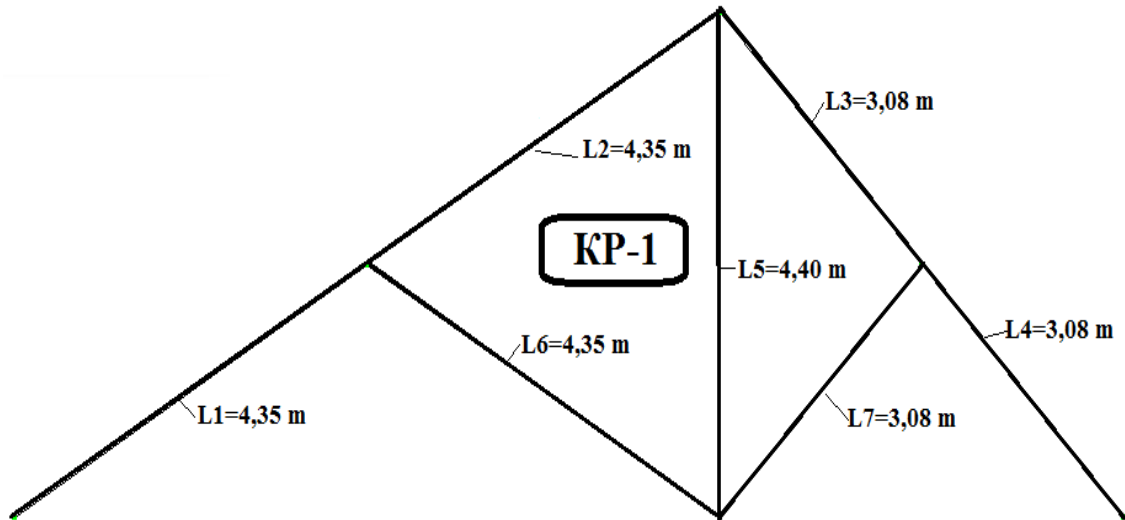


Рисунок 4.3 – Схема до визначення об'ємів та вартості дерев'яних, а також ваги та вартості металевих конструкцій. Рама КР1. Маркування та розміри елементів рами

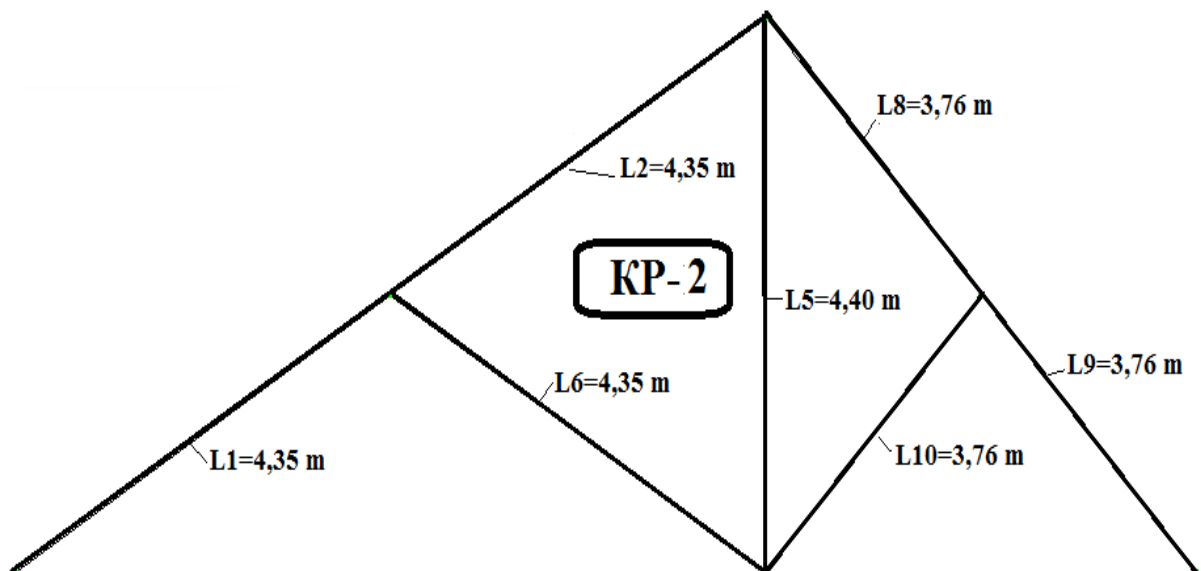


Рисунок 4.4 – Схема до визначення об'ємів та вартості дерев'яних, а також ваги та вартості металевих конструкцій. Рама КР2. Маркування та розміри елементів рами

Розміри елементів дерев'яної рами КР1 та необхідний для їх виготовлення об'єм дерев'яних конструкцій наведено у таблиці 4.3.

Розміри елементів дерев'яної рами КР2 та необхідний для їх виготовлення об'єм дерев'яних конструкцій наведено у таблиці 4.4.

Таблиця 4.1 – Розміри та вага елементів металевої рами КР1

№ п.п.	Марка елемента	Довжина елемента, метри	Номер профілю	Вага одиниці довжини елемента, тони	Вага елемента, тони
1	2	3	4	5	6
1	L1	4,35	I10, Б1	0,00946	0,04115
2	L2	4,35	I10, Б1	0,00946	0,04115
3	L3	3,08	I10, Б1	0,00946	0,02914
4	L4	3,08	I10, Б1	0,00946	0,02914
5	L5	4,40	I10, Б1	0,00946	0,04162
6	L6	4,35	I10, Б1	0,00946	0,04115
7	L7	3,08	I10, Б1	0,00946	0,02914
Загальна довжина елементів рами КР1, метри					26,69
Загальна вага рами КР1, тони					0,252

Таблиця 4.2 – Розміри та вага елементів металевої рами КР2

№ п.п.	Марка елемента	Довжина елемента, метри	Номер профілю	Вага одиниці довжини елемента, тони	Вага елемента, тони
1	2	3	4	5	6
1	L1	4,35	I10, Б1	0,00946	0,04115
2	L2	4,35	I10, Б1	0,00946	0,04115

Кінець таблиці 4.2

№ п.п.	Марка елемента	Довжина елемента, метри	Номер профілю	Вага одиниці довжини елемента, тони	Вага елемента, тони
1	2	3	4	5	6
3	L8	3,76	І10, Б1	0,00946	12.46
4	L9	3,76	І10, Б1	0,00946	16.22
5	L5	4,40	І10, Б1	0,00946	20.62
6	L6	4,35	І10, Б1	0,00946	24.97
7	L10	3,76	І10, Б1	0,00946	12.46
Загальна довжина елементів рами КР2, метри					28,73
Загальна вага рами КР2, тони					0,272

Таблиця 4.3 – Розміри та об'єм елементів дерев'яної рами КР1

№ п.п.	Марка елемента	Довжина елемента, метри	Ширина перетину елемента, метри	Висота перетину елемента, метри	Об'єм одиниці довжини елемента, куб.м.	Об'єм елемента, куб.м.
1	2	3	4	5	6	7
1	L1	4,35	0,20	0,30	0,06	0,261
2	L2	4,35	0,20	0,30	0,06	0,261
3	L3	3,08	0,20	0,30	0,06	0,1848
4	L4	3,08	0,20	0,30	0,06	0,1848
5	L5	4,40	0,20	0,30	0,06	0,264
6	L6	4,35	0,20	0,30	0,06	0,261

Кінець таблиці 4.3

№ п.п.	Марка елемента	Довжина елемента, метри	Ширина перетину елемента, метри	Висота перетину елемента, метри	Об'єм одиниці довжини елемента, куб.м.	Об'єм елемента, куб.м.
1	2	3	4	5	6	7
7	L7	3,08	0,20	0,30	0,06	0,1848
Загальна довжина елементів рами КР1, метри						26,69
Загальний об'єм елементів рами КР1, кубічні метри						1,602

Таблиця 4.4 – Розміри та об'єм елементів дерев'яної рами КР2

№ п.п.	Марка елемента	Довжина елемента, метри	Ширина перетину елемента, метри	Висота перетину елемента, метри	Об'єм одиниці довжини елемента, куб.м.	Об'єм елемента, куб.м.
1	2	3	4	5	6	7
1	L1	4,35	0,20	0,30	0,06	0,261
2	L2	4,35	0,20	0,30	0,06	0,261
3	L8	3,76	0,20	0,30	0,06	0,1848
4	L9	3,76	0,20	0,30	0,06	0,1848
5	L5	4,40	0,20	0,30	0,06	0,264
6	L6	4,35	0,20	0,30	0,06	0,261
7	L10	3,76	0,20	0,30	0,06	0,1848
Загальна довжина елементів рами КР2, метри						28,73
Загальний об'єм елементів рами КР2, кубічні метри						1,724

Таблиця 4.5 – Вартість кроквяної системи, виконаної з металевих елементів.

№ п.п.	Марка кроквяної рами	Вага рами, тони	Вартість одиниці, тис. грн.	Вартість одної кроквяної рами, тис. грн.
1	2	3	4	5
1	КР-1-1	0,252	24,000	6,048
2	КР-1-2	0,252	24,000	6,048
3	КР-1-3	0,252	24,000	6,048
4	КР-2-1	0,272	24,000	6,528
5	КР-2-2	0,272	24,000	6,528
6	КР-2-3	0,272	24,000	6,528
7	КР-2-4	0,272	24,000	6,528
8	КР-2-5	0,272	24,000	6,528
9	КР-2-6	0,272	24,000	6,528
10	КР-2-7	0,272	24,000	6,528
Загальна вартість сталевих крокв, тис. грн.				63,840

Таблиця 4.6 – Вартість кроквяної системи, виконаної з металевих елементів

№ п.п.	Марка кроквяної рами	Вага рами, тони	Вартість одиниці, тис. грн.	Вартість одної кроквяної рами, тис. грн.
1	2	3	4	5
1	КР-1-1	1,602	4,000	6.408
2	КР-1-2	1,602	4,000	6.408
3	КР-1-3	1,602	4,000	6.408
4	КР-2-1	1,724	4,000	6.896

Кінець таблиці 4.6

№ п.п.	Марка кроквяної рами	Вага рами, тони	Вартість одиниці, тис. грн.	Вартість одної кроквяної рами, тис. грн.
1	2	3	4	5
5	КР-2-2	1,724	4,000	6.896
6	КР-2-3	1,724	4,000	6.896
7	КР-2-4	1,724	4,000	6.896
8	КР-2-5	1,724	4,000	6.896
9	КР-2-6	1,724	4,000	6.896
10	КР-2-7	1,724	4,000	6.896
Загальна вартість дерев'яних крокв, тис. грн.				67,496

Спочатку була визначена вартість несучих конструкцій кроквяної системи з металевих деталей (таблиця 4.5).

Виявилось, що у даному випадку вона дорівнює 63840 гривень.

Далі була визначена вартість несучих конструкцій кроквяної системи з дерев'яних деталей (таблиця 4.6).

Виявилось, що у даному випадку вона дорівнює 67498 гривень.

Далі порівнюємо вартість розглянутих вище варіантів несучих елементів крокв.

Різниця дорівнює:

$$\Delta_p = \mathbf{Вдер- Вст} = 67498 \text{ грн.} - 63840 \text{ грн.} = \mathbf{3656 \text{ грн.}}$$

Відношення між вартостями першого та другого варіантів несучих елементів крокв дорівнює:

$$\delta_p = \mathbf{Вдер/Вст} = (67498 \text{ грн.}) / (63840 \text{ грн.}) = 1,06 \text{ рази}$$

Викладені у даному розділі матеріали досліджень дозволили нам зробити такі висновки.

1. Вартість матеріалу несучих конструкцій дерев'яних крокв на **3656** гривень більше вартості матеріалу у сталевому варіанті.

2. Вартість матеріалу несучих конструкцій дерев'яних крокв у 1,06 рази більше вартості матеріалу у сталевому варіанті.

У цілому, зроблено висновок про те, що розглянуті варіанти несучих конструкцій крокв мають майже однакову вартість матеріалів.

**5 НАУКОВО - ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА ДИПЛОМУ.
ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КРИТЕРІЮ
МІЦНОСТІ О. М. ШАШЕНКА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МІЦНОСТІ
СУПІЩАНИХ ГРУНТІВ**

Залежність міцності глинистих ґрунтів, у тому числі і супіщаного ґрунту, від прикладеного до них вертикального тиску має криволінійний вид (тобто властивості міцності глинистих ґрунтів є фізично нелінійними).

При цьому в даний час при прогнозі міцності і стійкості ґрунтових основ і споруд використовують лінійний критерій міцності Кулона - Мора [46, 47].

Це призводить до недостатньо точного урахування властивостей ґрунту.

Це, в свою чергу, не дозволяє адекватно прогнозувати руйнування і втрату стійкості ґрунтових підстав і споруд.

Згідно зі завданням керівника магістерської роботи при написанні даного дослідження, викладеного у п'ятому розділі, нами переслідувалася мета оцінити, наскільки прийнятний для урахування фізичної нелінійності супіщаних ґрунтів запропонований О. Шашенко [47, 48].

Дослідження було проведено з використанням аналітичних і чисельних математичних методів, зокрема методів математичної статистики [54].

З літературних джерел відомо, що експериментальні залежності «руйнівний дотичне напруження - вертикальне нормальне навантаження» має вигляд криволінійної лінії, яку іноді називають огинаючою Кулона - Мора.

Згідно даних М. О. Цитовіча (Механіка ґрунтів (короткий курс), 1963, підручник, 288 сторінок) при вертикальному навантаженні на зразок, що дорівнює нулю, руйнівне дотичне напруження в глинистих ґрунтах також дорівнює нулю.

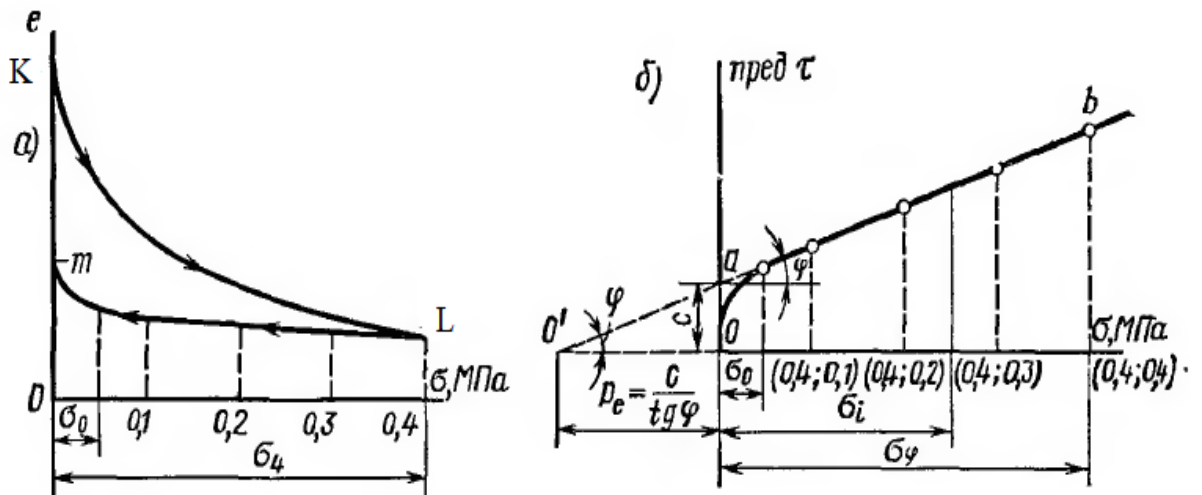


Рисунок 5.1 – Криві граничних опорів зрушенню зв'язкових глинистих ґрунтів в умовах відкритої системи (консолідовано - дренажних; дані М.О. Цитовіча)

а - залежності пористості ґрунту від навантаження (крива KL) і розвантаження (крива mL); б - крива зсуву

При цьому критерій міцності Кулона - Мора дає у цій точці значення руйнівного дотичного напруження, яке дорівнює питомій зчепленню (тобто відмінне від нуля; рис. 5.1).

Це, в свою чергу, призводить до завищення утримуючих сил при розрахунку стійкості і міцності ґрунтових основ і споруд.

Таким чином, у результаті аналізу було зроблено висновок про те, що проблема обліку фізичної нелінійності характеристик міцності властивостей глинистих ґрунтів актуальна, а одним із шляхів її вирішення є вико-

ристання широко відомого в механіці гірських порід критерію міцності О. Шашенка [48, 49].

Задача досліджень була сформульована так:

1. Відомі експериментальні результати консолидовано - дренажних випробувань супіщаного ґрунту в приладі одноплощинного зсуву.

2. Необхідно:

2.1. Виконати апроксимацію експериментальних даних з використанням лінійної залежності (критерій міцності Кулона - Мора).

2.2. Виконати апроксимацію експериментальних даних з використанням нелінійної залежності (критерій міцності О. Шашенко).

2.3. З використанням відносної середньоквадратичної похибки виконати оцінку точності апроксимації.

2.4. Виконати екстраполяцію результатів апроксимації в область малих тисків.

2.5. Зіставити отримані з використанням розглянутих у даному розділі магістерської роботи результати та зробити висновки щодо доцільності використання критерію міцності М. О. Шашенка для відображення міцностних властивостей супіщаного ґрунту.

Для визначення властивостей ґрунту і його класифікації нами були використані рекомендації [49, 50].

Фізичні властивості випробуваного нами супіщаного ґрунту наведено в таблиці 5.1.

Міцність ґрунту визначалася відповідно до рекомендацій [51].

Результати визначення міцності ґрунту при його природної вологості представлені в таблиці 5.2.

Результати випробувань повністю водонасиченого ґрунту представлені в таблиці 5.3.

Аналіз представлених у таблиці 5.1 даних дозволив нам зробити висновок про те, що властивості випробуваного нами супіщаного ґрунту є типовими для Придніпровського регіону.

Для визначення матеріальних констант критерію міцності Кулона - Мора, який має вигляд:

$$\tau = \sigma \cdot \operatorname{tg}(\varphi) + c,$$

мною було використано загальновідому методику [52].

Тут τ - руйнівне дотичне напруження; σ - вертикальне навантаження на ґрунт, φ і c - матеріальні константи (відповідно кут внутрішнього тертя та питоме зчеплення) критерію міцності Кулона - Мора.

При цьому для визначення матеріальних констант критерію міцності О. Шашенко, який має вигляд:

$$\tau = \sqrt{\sigma \cdot c \cdot \operatorname{tg}(\varphi) + c^2},$$

мною була використана методика, викладена в [53]. Тут τ - руйнівне дотичне напруження; σ - вертикальне навантаження на ґрунтовий зразок, φ і c - матеріальні константи критерію міцності А. Шашенка, що підлягають визначенню.

Виявилось, що залежність міцності ґрунту від вертикального тиску на ґрунт в рамках критерію міцності Кулона - Мора має вигляд:

$$\tau = \sigma \cdot 0,4793 + 0,0512,$$

де $\operatorname{tg}(\varphi) = 0,4793$, звідки $\varphi = 25,61$ градуса і $c = 0,0512$ МПа.

При цьому виявилось, що залежність міцності ґрунту від вертикального тиску на зразок в рамках критерію міцності О. Шашенка має вигляд:

$$\tau = \sqrt{\sigma \cdot 0,2289 - 0,0259},$$

де $c^2 = -0,0259$, звідки $c = \pm 0,161 \cdot i$ МПа; $tg(\varphi) = \mp 1,422 \cdot i$, звідки $\varphi = \mp(90 + 50,04 \cdot i)$. Тут $i = \sqrt{-1}$ - уявна одиниця [54].

Отримані нами значення матеріальних констант, що входять в критерій міцності О. Шашенка, є або уявними (питоме зчеплення) або комплексними (кут внутрішнього тертя) числами.

Результати апроксимації залежностей «руйнівне навантаження - вертикальна навантаження на зразок» представлені на рис. 5.2.

Для оцінки відповідності критеріїв міцності експериментальними даними нами з використанням формул:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{n} \left(\frac{\tau_{\text{э}} - \tau_p}{\tau_{\text{э}}} \right)^2}$$

Таблиця 5.1 – Фізичні властивості супіщаного ґрунту

Іге № 3.									
Супіски палево – жовті та жовті									
Найменування характеристики	Значення характеристики								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Лабораторний номер	1	2	3	4	8	10	11	12	14
Свердловина та її номер	св. 20	св. 20	св. 20	св. 20	св. 20	св. 20	св. 20	св. 20	св. 20
Глибина відбору проби, м	8,20	8,60	9,0	9,4	17,0	19,0	20,0	21,0	30,0
Вологість на границі текучості, ч.од.	0,19	0,19	0,23	0,21	0,19	0,21	0,20	0,18	0,20
Вологість на границі розкочування, ч.од.	0,16	0,16	0,17	0,17	0,15	0,17	0,16	0,15	0,15
Число пластичності, ч.од.	0,03	0,03	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,05
Природна вологість, ч.од.	0,04	0,04	0,06	0,04	0,06	0,09	0,14	0,09	0,12

Кінець таблиці 5.1

Іге № 3.									
Супіски палево – жовті та жовті									
Найменування характеристики	Значення характеристики								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вологість водонасичення, ч.од.	0,23	0,25	0,27	0,27	0,24	0,20	0,20	0,16	0,17
Показник текучості, ч.од.	-4	-4	-1,83	-3,25	-2,25	-2,00	-0,50	-2,00	-0,60
Щільність часток ґрунту, г/см³	2,67	2,67	2,61	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67
Щільність ґрунту, г/см³	1,68	1,63	1,68	1,58	1,70	1,85	1,94	2,00	2,03
Щільність сухого ґрунту, г/см³	1,62	1,57	1,52	1,52	1,60	1,70	1,70	1,83	1,81
Пористість, ч.од.	0,39	0,41	0,43	0,43	0,40	0,36	0,36	0,31	0,32
Коефіцієнт пористості у природному стані, ч.од.	0,65	0,70	0,76	0,76	0,66	0,57	0,57	0,46	0,47
Степінь вологості, ч.од.	0,16	0,15	0,21	0,14	0,24	0,42	0,66	0,53	0,68
Недостача водонасичення, ч.од.	0,19	0,21	0,21	0,23	0,18	0,11	0,06	0,07	0,05

Таблиця 5.2 – Результати випробувань супіщаного ґрунту природної вологості в приладі одноплощинного зсуву

Іге № 3. Супіски палево – жовті та жовті									
Опір зрізу зразка в природному стані (зрушення консолидоване)									
Вертикальне навантаження σ, МПа	Руйнівне навантаження τ, МПа								
0,200	-	0,132	0,163	-	0,148	0,128	0,123	0,148	0,145
0,400	-	0,252	0,275	-	0,265	0,225	0,234	0,265	0,269
0,600	-	0,350	0,271	-	0,361	0,313	0,323	0,359	0,352
Приватні значення міцності (стандартна методика; критерій міцності Кулона-Мора)									
Кут внутрішнього тертя φ, градуси	-	29	27	-	28	25	27	28	27
Питоме зчеплення c, МПа	-	0,027	0,062	-	0,045	0,037	0,027	0,026	0,048

де ε - відносна середня квадратична похибка між експериментальними ($\tau_{\varepsilon,i}$) і розрахунковими ($\tau_{p,i}$) значеннями руйнують дотичних напружень; i - номер випробування; n - загальне число випробувань.

Виявилось, що в разі критерію міцності Кулона - Мора $\varepsilon=0,101$, а в разі критерію О. Шашенко $\varepsilon=0,094$. На цій основі був зроблений висновок про те, що в області зміни експериментальних даних ($\sigma \in \{2,0 \dots 6,0\}$ МПа) більш точним є критерій міцності О. Шашенка.

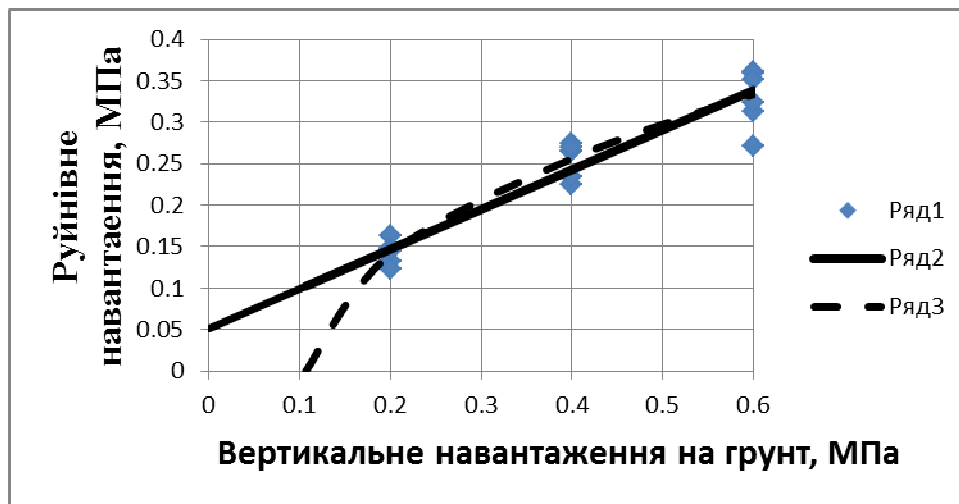


Рисунок 5.2 – Результати визначення кривих «руйнівне навантаження - вертикальний тиск на зразок»

Ряд 1 - експеримент; ряд 2 - критерій міцності Кулона - Мора; 3 - критерій міцності О. Шашенка.

Далі нами була виконана екстраполяція критеріїв міцності в область малих тисків (рис. 5.2).

Виявилось, що при вертикальному навантаженні, меншому 0,1 МПа критерій міцності О. Шашенко дає нам негативні значення руйнівного навантаження, що суперечить сучасним уявленням про природу руйнування ґрунтів і гірських порід.

У зв'язку з цим на інтервалі тисків ($\sigma \in \{0,0 \dots 6,0\}$ МПа) критерій міцності О. Шашенко має бути записано у такому вигляді:

$$\tau = \begin{cases} 0 & \text{при } \sigma \leq 0,113; \\ \sqrt{\sigma \cdot 0,2289 - 0,0259} & \text{при } \sigma > 0,113. \end{cases}$$

В ході подальшого аналізу нами було виконано зіставлення залежностей кута внутрішнього тертя (рис. 5.3) та питомого зчеплення (рис. 5.4) від тиску на ґрунт.

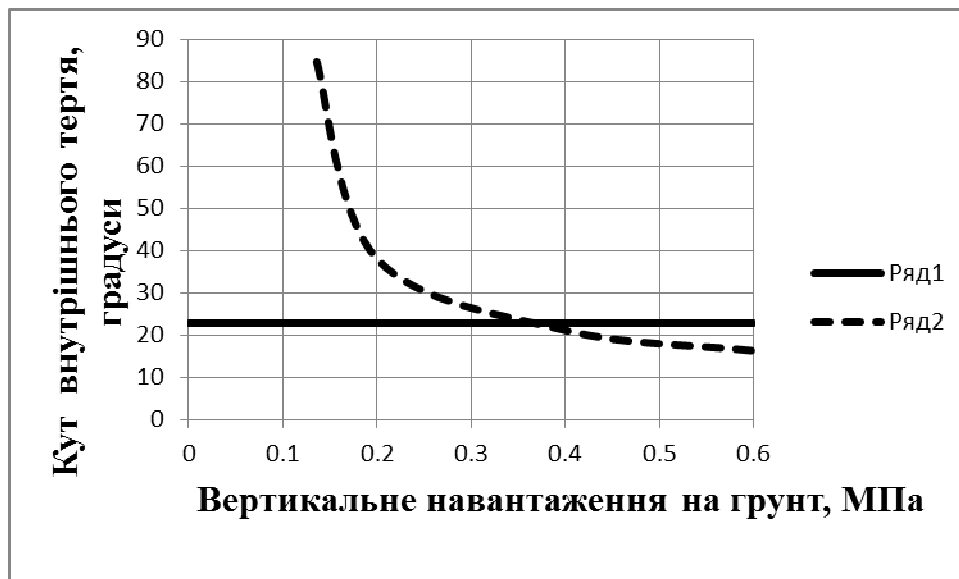


Рисунок 5.3 – Результати визначення кривих «кут внутрішнього тертя - вертикальний тиск на зразок».

Ряд 1 - критерій міцності Кулона - Мора; 2 - критерій міцності О. Шашенко.

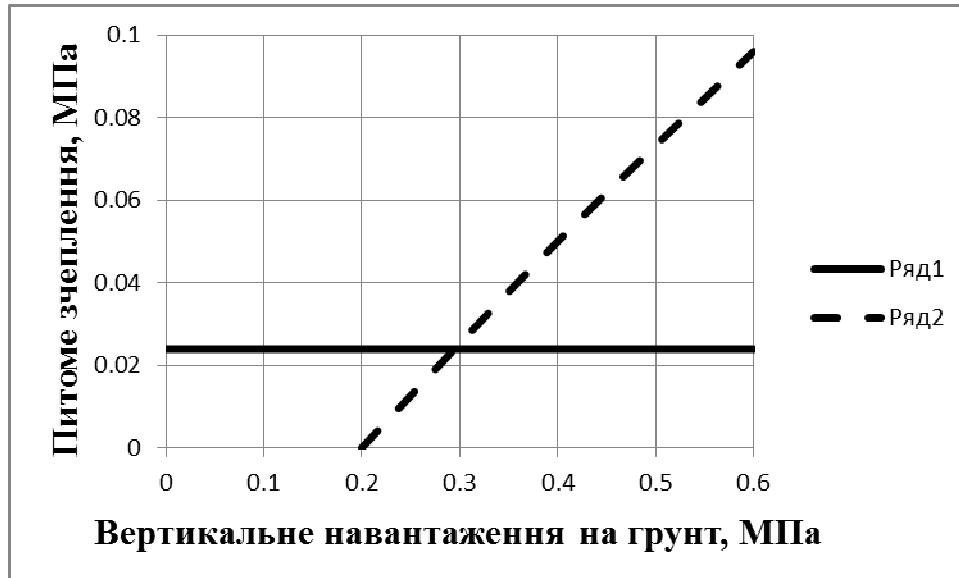


Рисунок 5.4 – Результати визначення кривих «Питоме зчеплення - вертикальний тиск на ґрунт».

Ряд 1 - критерій міцності Кулона - Мора; 2 - критерій міцності А. Шашенка.

Для визначення «дотичних» кута внутрішнього тертя і питомого зчеплення в точці з поточною координатою « σ » нами були використані такі формули:

$$\left. \begin{aligned} \varphi &= \arctg \left\{ \frac{\partial \tau}{\partial \sigma} \right\}; \\ c &= \tau - \sigma \cdot \frac{\partial \tau}{\partial \sigma}. \end{aligned} \right\}.$$

З малюнка 5.3 випливає, що встановлений в рамках критерію міцності Кулона - Мора кут внутрішнього тертя не залежить від тиску на ґрунт.

При цьому розрахований в рамках критерію міцності «дотичний» кут внутрішнього тертя залежить від нормального тиску на ґрунт. У цьому ви-

падку має місце чітка тенденція зменшення кута внутрішнього тертя при зростанні навантаження на ґрунт.

З малюнка 5.4 випливає, що встановлене в рамках критерію міцності Кулона - Мора питоме зчеплення не залежить від тиску на ґрунт.

При цьому розраховане в рамках критерію міцності О. М. Шашенка «дотичне» питоме зчеплення залежить від нормального тиску на ґрунт. У цьому випадку має місце чітка тенденція зростання питомого зчеплення при зростанні навантаження на ґрунт.

Слід також зазначити, що в розглянутому випадку отримані з використанням критерію міцності О. Шашенко, результати мають гарне відповідність сучасним уявленням про руйнування ґрунтів при зсуві в області зміни експериментальних даних (тобто при $\sigma \in (2,0 \dots 6,0)$ МПа)).

5.1 Висновки по розділу

Представлені у даному розділі магістерської роботи матеріали досліджень дозволили зробити такі висновки:

1. Встановлено, що запропонований О. Шашенко критерій міцності ґрунту цілком може бути використаний для прогнозу міцності супіщаних ґрунтів.

2. Показано, що в області зміни експериментальних даних залежність «руйнівне навантаження - вертикальний тиск на ґрунт», встановлена в рамках критерію міцності О. Шашенко, має кращу відповідність експерименту, ніж аналогічна залежність, встановлена у рамках критерію міцності Кулона - Мора.

3. Встановлено, що екстраполяція експериментальних даних в область малих тисків з використанням критерію міцності О. Шашенко дає

гірші результати, ніж використання для аналогічних цілей критерію міцності Кулона - Мора.

У цілому, виконані мною та наведені у п'ятому (тобто даному) розділі магістерської роботи теоретичні дослідження дозволили мені констатувати таке:

1. Показано, що в області зміни експериментальних даних критерій міцності О. Шашенка дозволяє більш точно, ніж це дозволяє критерій Кулона – Мора, описати властивості міцності ґрунту.

При цьому встановлено, що при екстраполяції кривих в область малих тисків найкращим є критерій міцності Кулона - Мора.

2. Крім того, вперше з використанням конкретних експериментальних даних досліджено питання про використання критерію міцності А. Шашенка для обліку фізичної нелінійності характеристик міцності супіщаного ґрунту.

3. Отримані нами результати дозволяють обґрунтовано застосовувати для обліку фізичної нелінійності міцностних властивостей супіщаного ґрунту критерій міцності О. Шашенко.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

Виконані нами у ході виконання дипломної роботи дослідження дозволили зробити такі висновки:

1. Основними елементами каркасу триповерхового будинку, що сприймає навантаження є просторовий каркас, утворений колонами, ригелями та плитою перекриттів.

2. Каркас сприймає навантаження від маси покриття, снігу, стін, вітру і забезпечує жорсткість будівлі.

3. Така компоновка каркаса визначається:

- архітектурними вимогами;
- умовами експлуатації будівлі;
- кліматичними умовами;
- типами і матеріалами огороджувальних та несучих конструкцій.

Ці вимоги визначаються Замовником у вигляді технологічних креслень.

4. Було розраховано та запроектовано несучі конструкції триповерхового будинку на одну сім'ю з таких матеріалів:

- залізобетону;
- деревини;
- металу.

5. Розраховано та запроектовано такі елементи несучих конструкцій триповерхового будинку на одну сім'ю:

- колони;
- ригелі;
- крокви.

6. Вартості розглянутих варіантів каркасу будинку виявились близькими (різниця дорівнює 3%).

7. У ході виконання наукової частини проекту було отримано такі результати:

7.1. Показано, що в області зміни експериментальних даних критерій міцності О. Шашенка дозволяє більш точно, ніж це дозволяє критерій Кулона – Мора, описати властивості міцності ґрунту.

При цьому встановлено, що при екстраполяції кривих в область малих тисків найкращим є критерій міцності Кулона - Мора.

7.2. Крім того, вперше з використанням конкретних експериментальних даних досліджено питання про використання критерію міцності А. Шашенка для обліку фізичної нелінійності характеристик міцності супіщаного ґрунту.

7.3. Отримані нами результати дозволяють обґрунтовано застосовувати для обліку фізичної нелінійності міцностних властивостей супіщаного ґрунту критерій міцності О. Шашенко.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДБН А.2.2-3-2.4. «Проектування. Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва.»
2. ДСТУ БА.2.4.-4-99. «Основні вимоги до проектної та робочої документації.»
3. ДСТУ БА.2.4-6-95. «Правила виконання робочої документації генеральних планів підприємств, споруд та житлово-цивільних об'єктів.»
4. ДСТУ БА. 2.4.-7-95. «Правила виконання архітектурно - будівельних робочих креслень.»
5. ДБН А.31-5-96. «Управління, організація і технологія. Організація будівельного виробництва.»
6. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи
7. ДБН В.1.2-5:2000. Частина 2. Будинки і споруди на просідаючих ґрунтах.
8. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. Київ. Мінрегіонбуд України, 2009-104 с.
9. Посібник до ДБН А.3.1-5-96. «По розробленню проектів організації будівництва та проектів виконання робіт.»
10. СНиП III-4-80.* «Техника безопасности в строительстве.»
11. СНиП II-89-80. «Генеральные планы промышленных предприятий.»
12. ДБНВ.1.1-5-2000. «Будинки та споруди на підроблювальних територіях і просідаючих ґрунтах.»
13. ДБНВ 1.1-7-2000. «Пожежна безпека об'єктів будівництва.»
14. ДБНВ 1.2.-2:2006. «Навантаження і впливи. Норми проектування.»
15. ДСТУ БВ.12-3:2006. «Прогини і переміщення. Вимоги проектування.»

16. ГОСТ 27751-88. «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету.»
17. ДБН В. 1.2-14-2009. «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ.»
18. ГОСТ 21780-83. «Система обоснования точности геометрических параметров в строительстве. Расчет точностей.»
19. ГОСТ 23616-79. « Система обеспечения точности геомеханических параметров в строительстве. Контроль точности.»
20. ДСТУ БВ.2.1-2-96. «Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Класифікація.»
21. ДБН В.2.2-9-99. «Будинки і споруди. Громадські будинки і споруди.»
22. ДБН В.2.2-15-2005. «Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення.»
23. СНиП 2.03.01-84.* «Бетонные и железобетонные конструкции.»
24. СНиП III-18-75. «Металлические конструкции.»
25. ДБН В.3.1-1-2002. «Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ промислових будинків та споруд.»
26. Пособие к СНиП 3.01.03-84. « Пособие по производству геодезических работ в строительстве.»
27. ДБН В.2.6-14-95. «Конструкції будівель та споруд.»
28. СНиП 2.09.02-85.* «Производственные здания.»
29. СНиП 2.11.01-85.* «Складские здания.»
30. СНиП 3.03.01-87. «Несущие и ограждающие конструкции.»
31. ДБН А.3.1-5-96(п.1). «Земельні роботи.»
32. СНиП 2.03.11-85. « Защита строительных конструкций от коррозии.»

33. Стандарт НГУ « О порядке оформления и содержании курсовых и дипломных проектов.»
34. ГОСТ 2.105-95 «ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.»
35. ДБН Д.1.1-1-2000. «Правила определения стоимости строительства.»
36. СНиП II-23-81. Стальные конструкции.– М.: Стройиздат, 1990.
37. СНиП 2.01.07-85. п.4.8. – М.: Стройиздат, 1985, 145 с.
38. ГОСТ 5781-82 «Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций», Издательство стандартов, 1994.
39. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика. – М.;Стройиздат, 1983.
40. СНиП И-6-74. Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования. – М.: Стройиздат, 1976.
41. СНиП 2.02.01-83. Основания зданий и сооружений. Нормы проектирования. – М.: Стройиздат, 1985.
42. СНиП П-17-77. Свайные фундаменты. Нормы проектирования. – М.: Стройиздат, 1978.
43. СНиП 3.02.01-83. Основания и фундаменты. Нормы проектирования. – М.: Стройиздат, 1983.
44. Руководство по проектированию оснований зданий и сооружений. НИИОСП им. Н. М. Герсеванова. – М.: Стройиздат, 1977.
45. ДБН В.1.2-14-2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. – Київ: Мінрегіонбуд України. ДП «Укрархбудінформ», 2009. – 37 с.
46. Шутенко Л. Н., Рудь А. Г., Кичаева О. В. и др.; под. ред. Л. Н. Шутенко; Харьков. нац. ун-т гор. хоз-ва им. А. Н. Бекетова. – Харьков : ХНУГХ им. А. Н. Бекетова, 2015. – 501 с.

47. Шашенко А. Н., Пустовойтенко В. П., Сдвижкова Е. А. Геомеханика. - К.: Новый друк, 2016
48. Sharoval, V., Shashenko, O., Napieiev, S., Khalymendyk, O., & Andrieiev, V. (2020). Stability assessment of the slopes and side-hills with account of the excess pressure in the pore liquid. *Mining of Mineral Deposits*, 14 (1), 91-99. <https://doi.org/10.33271/mining14.01.091>
49. ДСТУ Б В.2.1-2-96. Ґрунти. Класифікація.
50. ДСТУ Б В.2.1-17-2009. Ґрунти. Методи лабораторного визначення фізичних властивостей.
51. ДСТУ Б.В.2.1-4-96. Ґрунти. Методи лабораторного визначення характеристик міцності і деформованості.
52. ДСТУ Б В.2.1-5-96. Ґрунти. Метод статистичної обробки результатів визначення характеристик.
53. Шаповал В. Г., Іванова Г. П., Жилінська С. Р., Іваськевич О. М., Лавренюк В. М. Методика визначення нормативних та розрахункових матеріальних констант, які входять у критерій міцності О. М. Шашенка. *Proceedings of the XVIII International Scientific and Practical Conference International Trends in Science and Technology October 31, 2019, Warsaw, Poland*, s. 24-29.
54. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике. Електронний ресурс. <https://www.twirpx.com/file/1900914/>. Додано 05.03.2020.
55. Електронний ресурс.
https://www.googleadservices.com/pagead/aclk?sa=L&ai=DChcSEwiW5p6xjzAsAhVD6bIKHc94DCUYABABGgJscg&ohost=www.google.com&cid=CAASERovLhaYYpIdRN2p9Gbpqu7UKg&sig=AOD64_12ZktDztNeriOEgqzI5wiN4wtY4w&q&adurl&ved=2ahUKEwiAhJixjzAsAhWi_CoKHYYkhCUQQ0Qx6BAGNEAE.

56. Электронный ресурс

http://lesopt.dp.ua/?gclid=EAIaIQobChMIwcO_xY6s7AIVLSB7Ch1IigztEAA_YAiAAEgL8J_D_BwE.

ДОДАТКИ

Таблиця Д.1 – Вітрове навантаження на стіну з боку вісей 1-5. Навітряний бік

Прив'язка, (м)	Експлуатаційне навантаження, (Кг/кв.м)	Максимальне навантаження, (Кг/кв.м)	Прив'язка, (м)	Експлуатаційна навантаження, (Кг/кв.м)	Максимальне навантаження, (Кг/кв.м)
0.00	7.18	38.99	1.00	7.18	38.99
2.00	7.18	38.99	3.00	7.18	38.99
4.00	7.18	38.99	5.00	7.18	38.99
6.00	7.66	41.59	7.00	8.14	44.19
8.00	8.62	46.79	8.40	8.81	47.83

Таблиця Д.2 – Вітрове навантаження на стіну з боку вісей 1-5. Підвітряний бік

Прив'язка, (м)	Експлуатаційне навантаження, (Кг/кв.м)	Максимальне навантаження, (Кг/кв.м)	Прив'язка, (м)	Експлуатаційна навантаження, (Кг/кв.м)	Максимальне навантаження, (Кг/кв.м)
0.00	-3.92	-21.31	1.00	-3.92	-21.31
2.00	-3.92	-21.31	3.00	-3.92	-21.31
4.00	-3.92	-21.31	5.00	-3.92	-21.31
6.00	-4.18	-22.73	7.00	-4.44	-24.15
8.00	-4.70	-25.58	8.40	-4.81	-26.14

Таблиця Д.3 – Вітрове навантаження на стіну з боку вісей 1-5. Бокові стіни

Прив'язка, (м)	Експлуатаційне навантаження, (КГ/КВ.М)	Максимальне навантаження, (КГ/КВ.М)	Прив'язка, (м)	Експлуатаційна навантаження, (КГ/КВ.М)	Максимальне навантаження, (КГ/КВ.М)
0.00	-3.92	-21.31	1.00	-3.92	-21.31
2.00	-3.92	-21.31	3.00	-3.92	-21.31
4.00	-3.92	-21.31	5.00	-3.92	-21.31
6.00	-4.18	-22.73	7.00	-4.44	-24.15
8.00	-4.70	-25.58	8.40	-4.81	-26.14

Ветровые нагрузки

Расчет Отчет Единицы измерения Справка

Строительные нормы: ДБН В.1.2-2:2006

Район строительства: Тип местности III, Ветровой район III, W_0 50 Кг/м2

III - пригородные и промышленные зоны, протяженные лесные массивы

Главный период больше 0.25 сек.

Тип сооружения: 2. Здания с двускатными покрытиями


Но, км: 0.5

Сrel: 1

Направление ветра

$H = 8.40$ м $l = 12.80$ м
 $\alpha = 34.509$ ° $h = 4.40$ м
 $b = 13.60$ м

Результаты



Эксплуатационная нагрузка: -0.37 Кг/м2

Предельная нагрузка: -2.06 Кг/м2

Конструкция: каменные и с ж/б каркасом здания

Поверхность: Левый скат кровли

Шаг сканирования: 1 м Т, лет: 100 $\eta = 0.02$

Расчитать Отчет Выход

Рисунок Д.1 – Вітрове навантаження з боку вісей 1-5. Скат з навітряного боку

Ветровые нагрузки

Расчет Отчет Единицы измерения Справка

Строительные нормы: ДБН В.1.2-2:2006

Район строительства: Тип местности III Ветровой район III W_0 50 Кг/м²
 III - пригородные и промышленные зоны, протяженные лесные массивы

Главный период больше 0.25 сек.

Тип сооружения: 2. Здания с двускатными покрытиями

Но, км: 0.5

Crel: 1

Направление ветра

Н = 8.40 м l = 12.80 м

α = 34.509 ° h = 4.40 м

b = 13.60 м

Результаты

Эксплуатационная нагрузка: -5.24 Кг/м²

Предельная нагрузка: -28.50 Кг/м²

Конструкция: каменные и с ж/б каркасом здания

Поверхность: Правый скат кровли

Шаг сканирования: 1 м T, лет: 100 η = 0.02

Расчитать Отчет Выход

Рисунок Д.2 – Вітрове навантаження з боку вісей А-Е. Скат з підвітряного боку

Таблица Д.4 – Вітрове навантаження на стіну з боку вісей А-Е. Навітряний бік

Прив'язка, (м)	Експлуатаційне навантаження, (Кг/кв.м)	Максимальне навантаження, (Кг/кв.м)	Прив'язка, (м)	Експлуатаційна навантаження, (Кг/кв.м)	Максимальне навантаження, (Кг/кв.м)
0.00	7.18	38.99	1.00	7.18	38.99
2.00	7.18	38.99	3.00	7.18	38.99
4.00	7.18	38.99	5.00	7.18	38.99
6.00	7.66	41.59	7.00	8.14	44.19
8.00	8.62	46.79	9.00	9.10	49.38
10.00	9.58	51.98	11.00	9.86	53.50
12.00	10.13	55.02	12.80	10.36	56.23

Таблиця Д.5 – Вітрове навантаження з боку вісей А-Е. Підвітряний бік

Прив'язка, (м)	Експлуатаційне навантаження, (Кг/кв.м)	Максимальне навантаження, (Кг/кв.м)	Прив'язка, (м)	Експлуатаційна навантаження, (Кг/кв.м)	Максимальне навантаження, (Кг/кв.м)
0.00	-5.38	-29.23	1.00	-5.38	-29.23
2.00	-5.38	-29.23	3.00	-5.38	-29.23
4.00	-5.38	-29.23	5.00	-5.38	-29.23
6.00	-5.74	-31.18	7.00	-6.09	-33.13
8.00	-6.45	-35.08	9.00	-6.81	-37.03
10.00	-7.17	-38.98	11.00	-7.38	-40.12
12.00	-7.59	-41.25	12.80	-7.76	-42.16

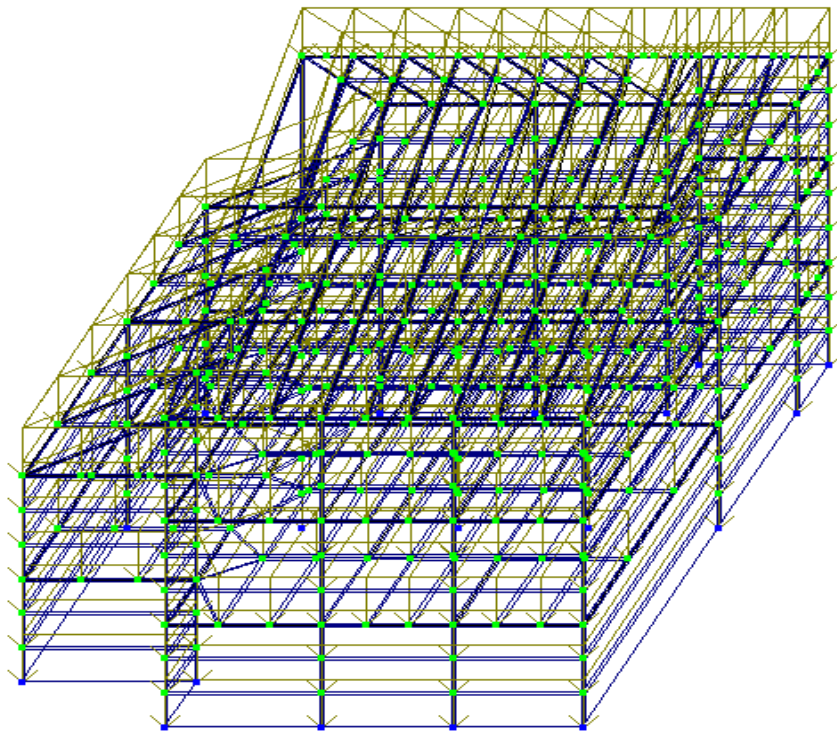


Рисунок Д.3 – Завантаження №1. Навантаження від власної ваги конструкцій

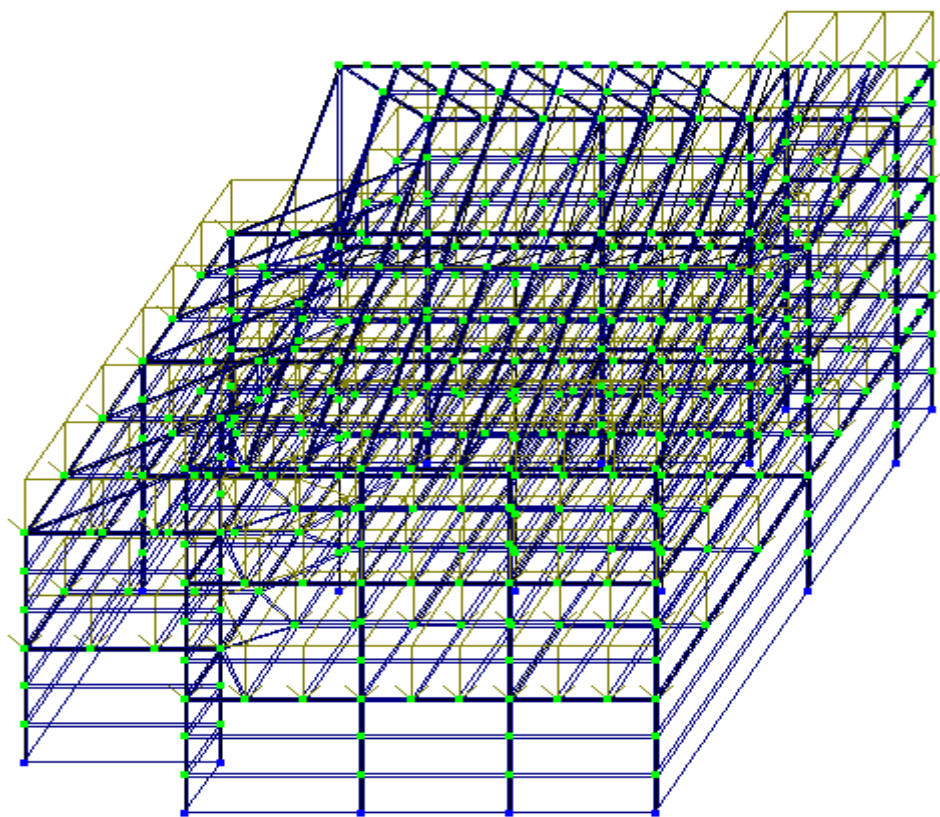


Рисунок Д.4 – Завантаження №2. Навантаження від ваги людей та обладнання

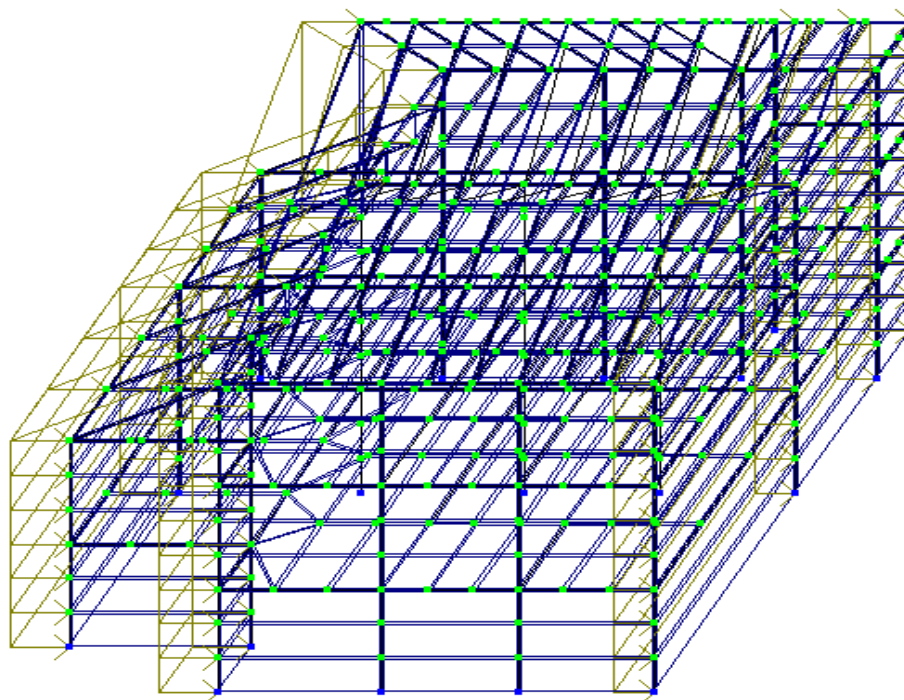


Рисунок Д.5 – Завантаження №3. Вітрове навантаження (вітер з боку вісей 1-5)

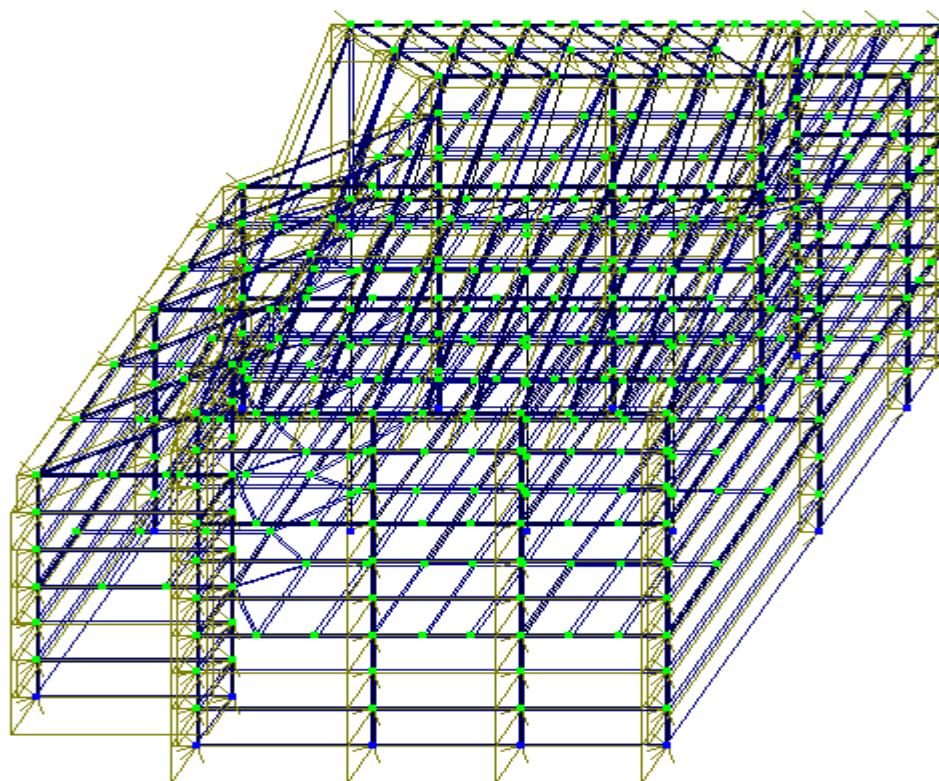


Рисунок Д.6 – Завантаження №4. Вітрове навантаження (вітер з боку вісей А-Е)

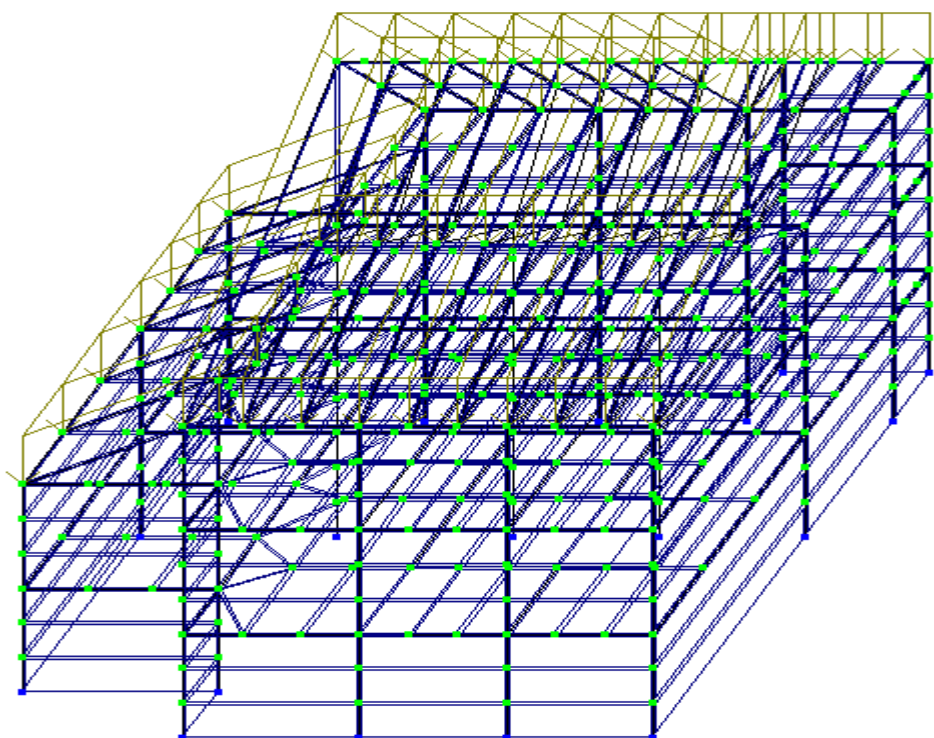


Рис. Д.7 – Завантаження №5. Снігове завантаження

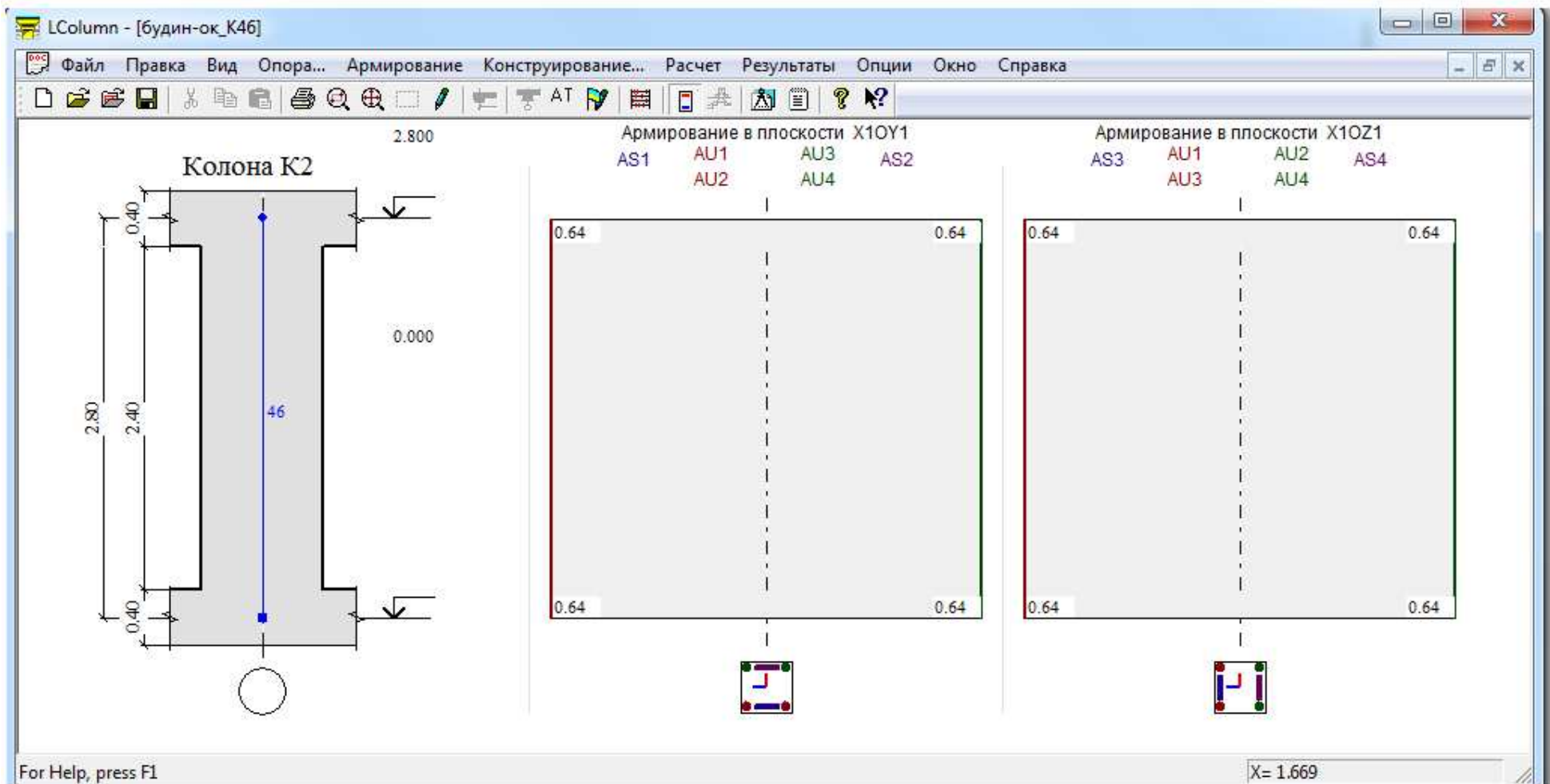


Рисунок – Д.8 Колона К2. Епюра матеріалів

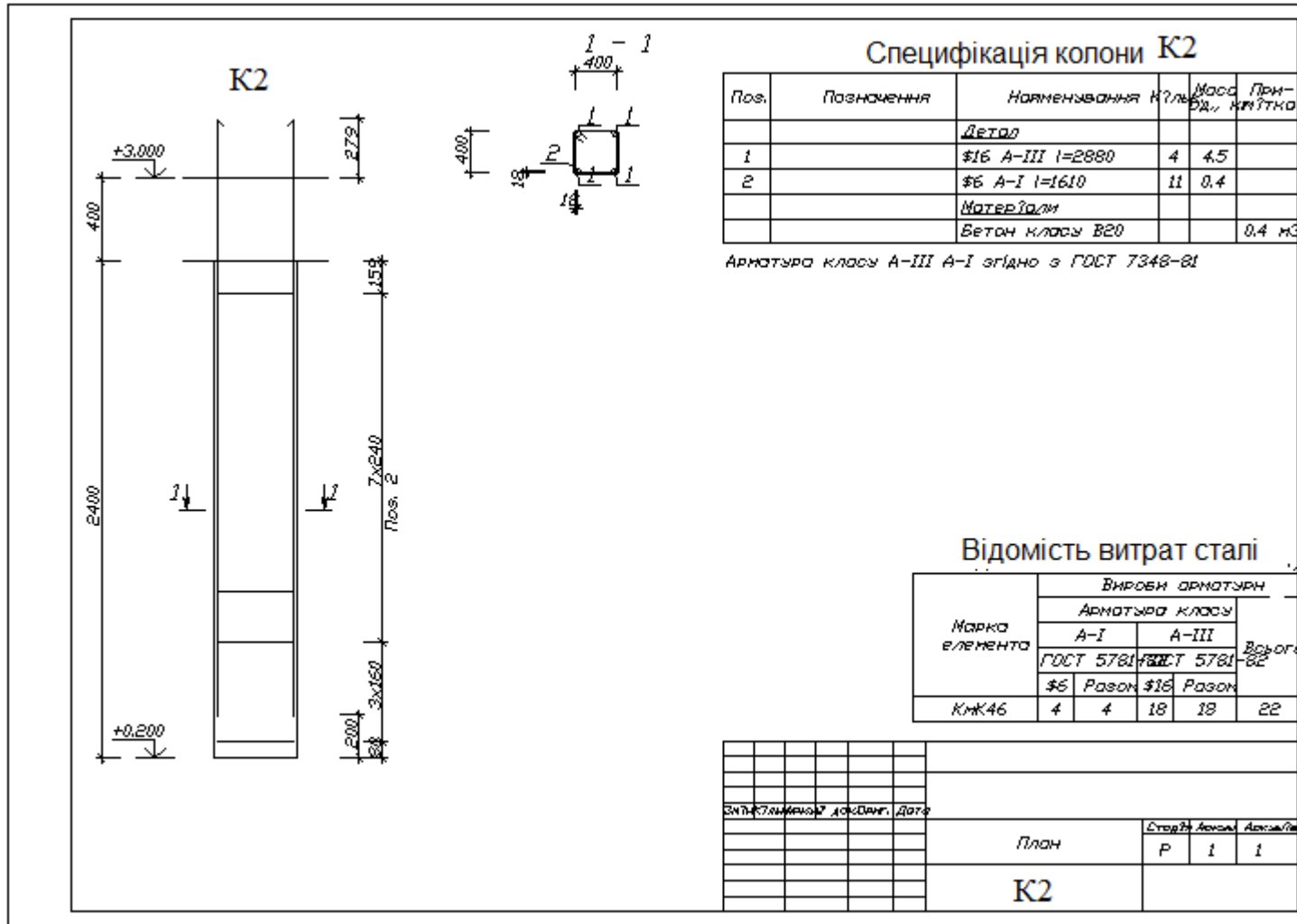


Рисунок Д.9 – Колона К2. Креслення робочого проекту

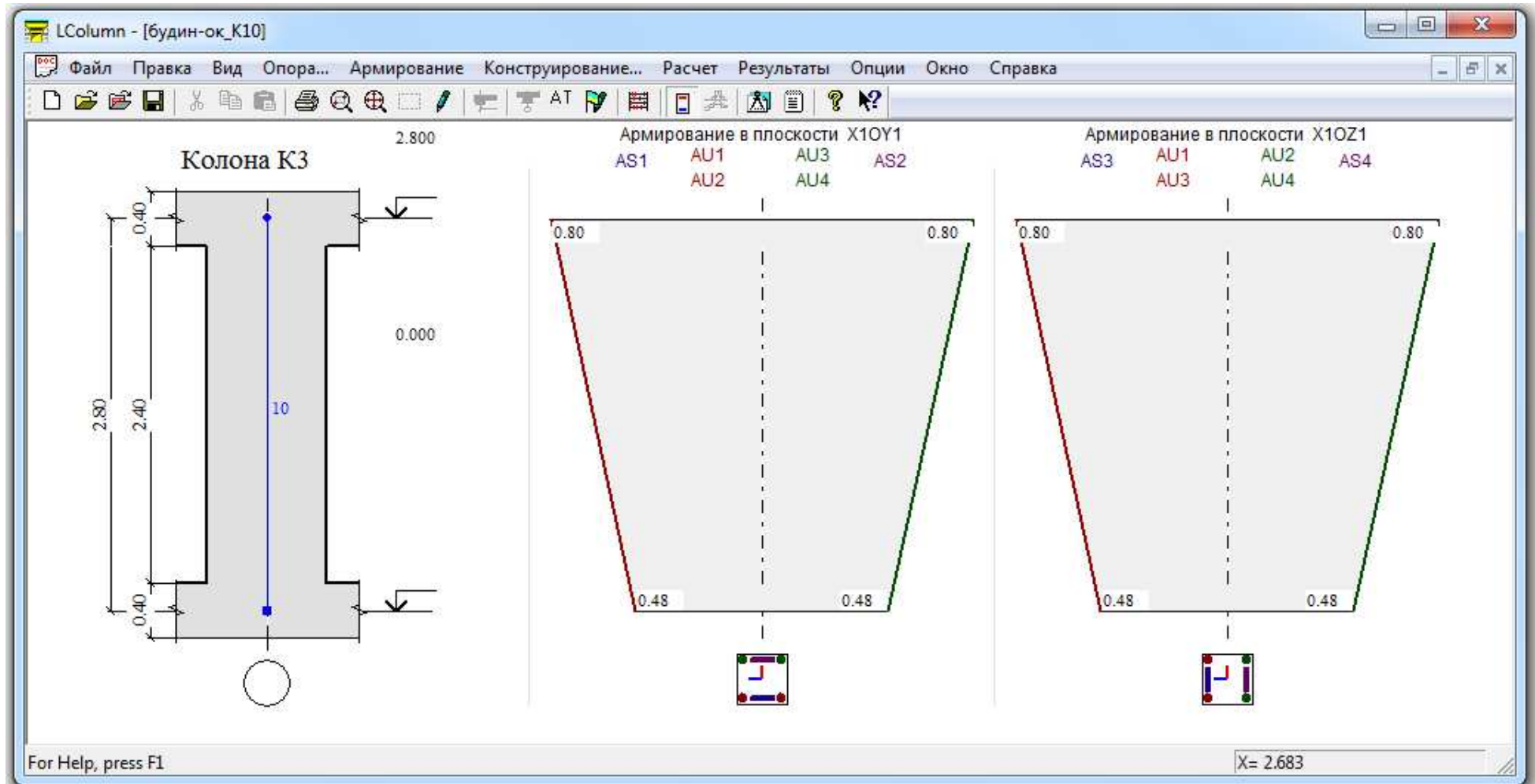


Рисунок Д.10 – Колона К3. Епюра матеріалів

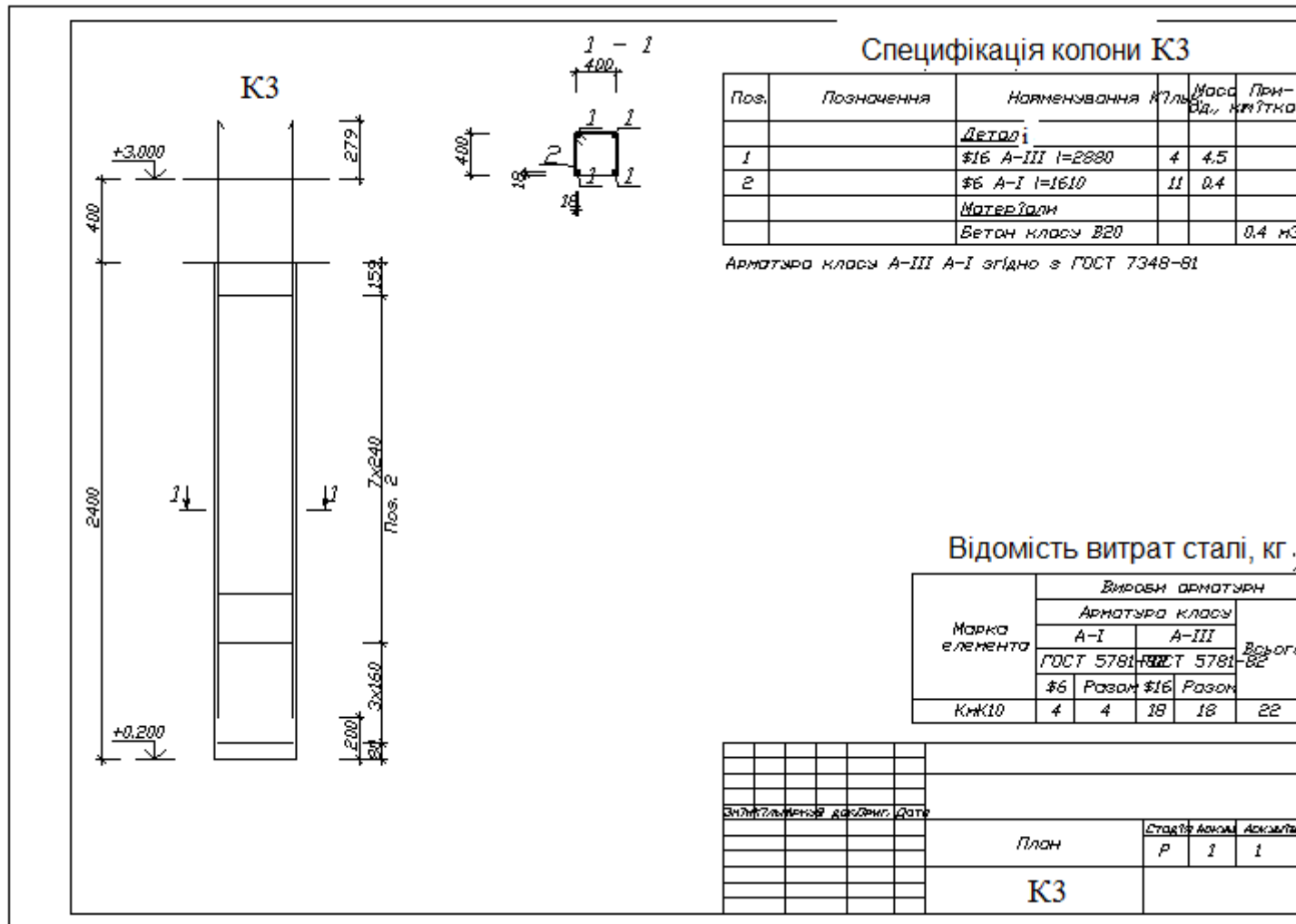


Рисунок Д.11 – Колона К3. Креслення робочого проекту

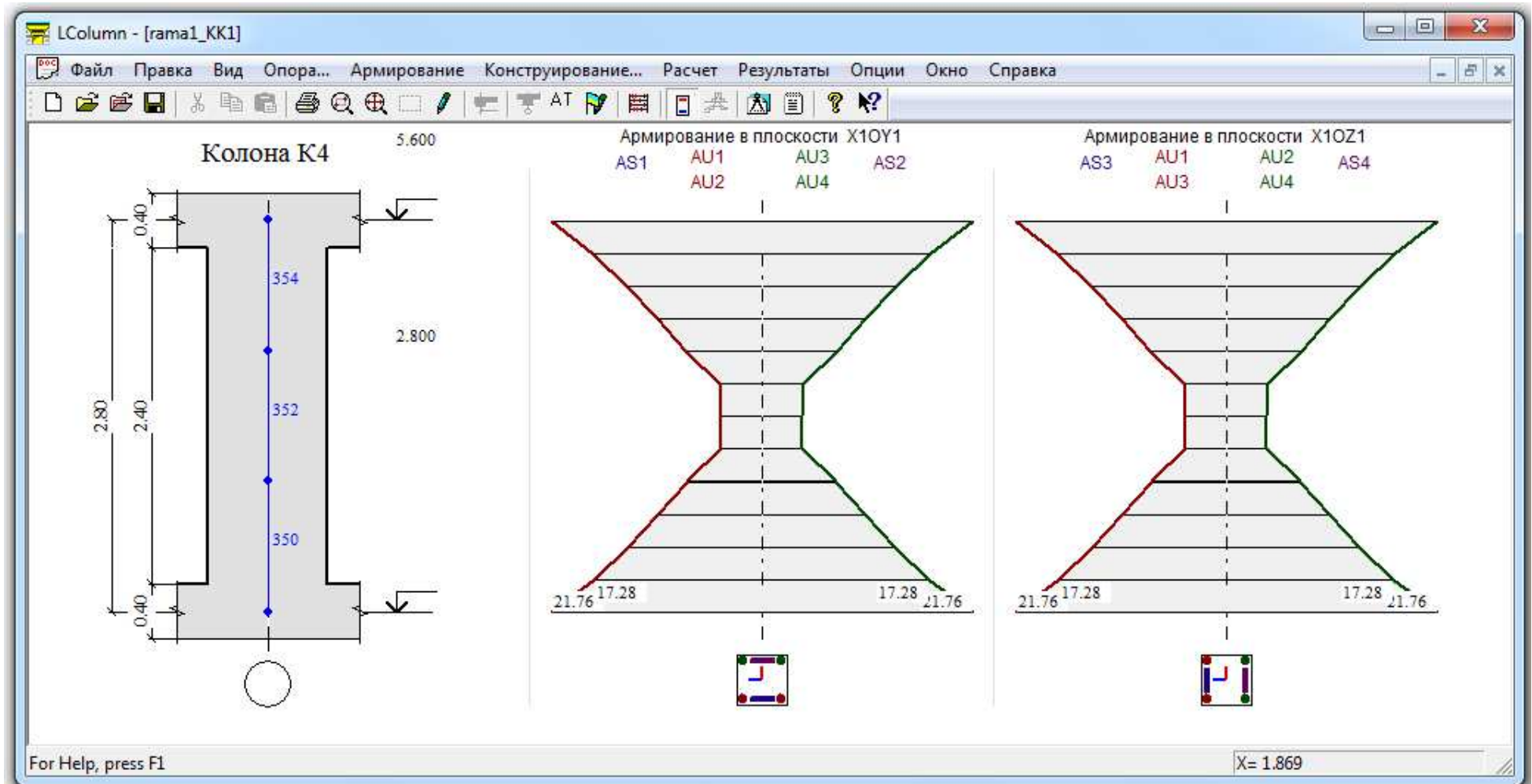


Рисунок Д.12 – Колона К4. Епюра матеріалів

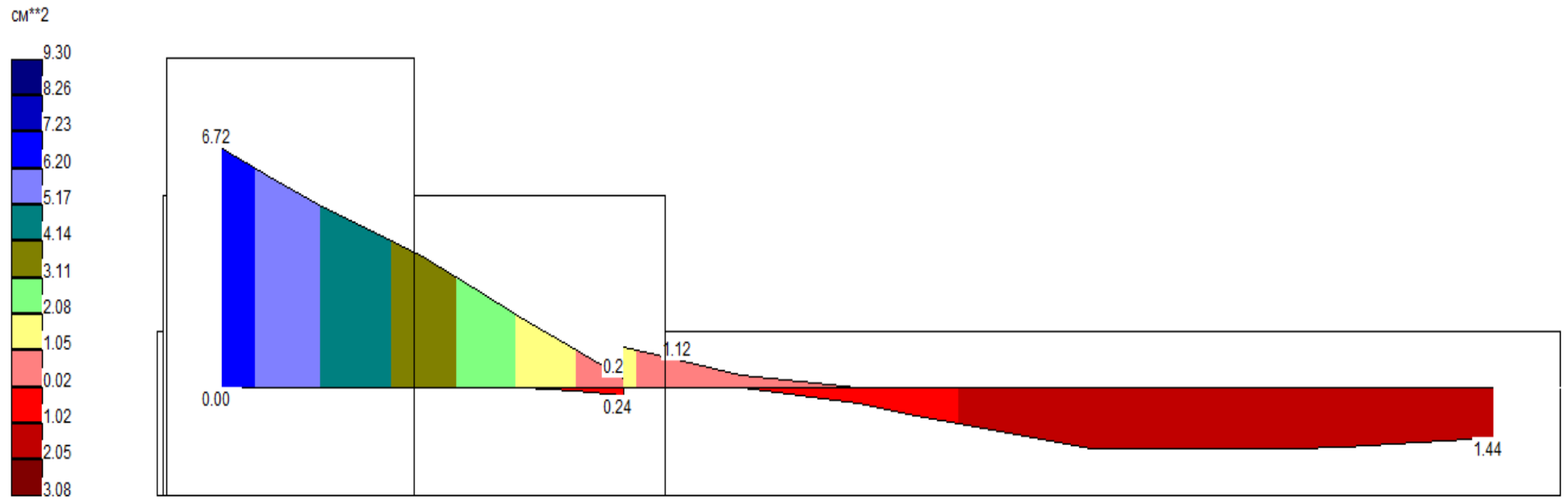
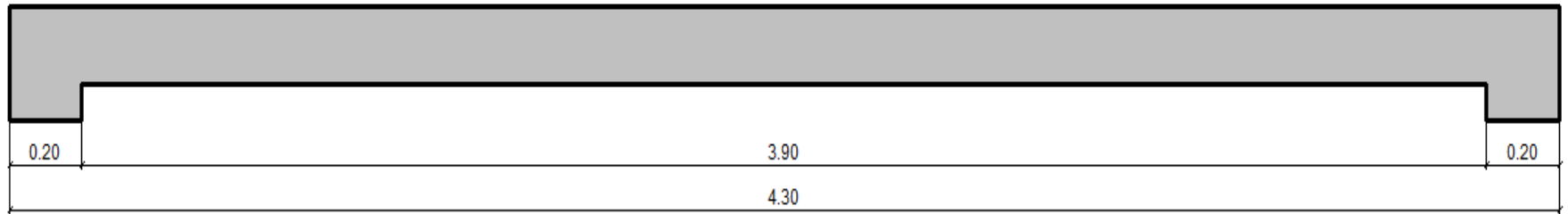


Рисунок Д.14 – Балка Б2. Епюра матеріалів

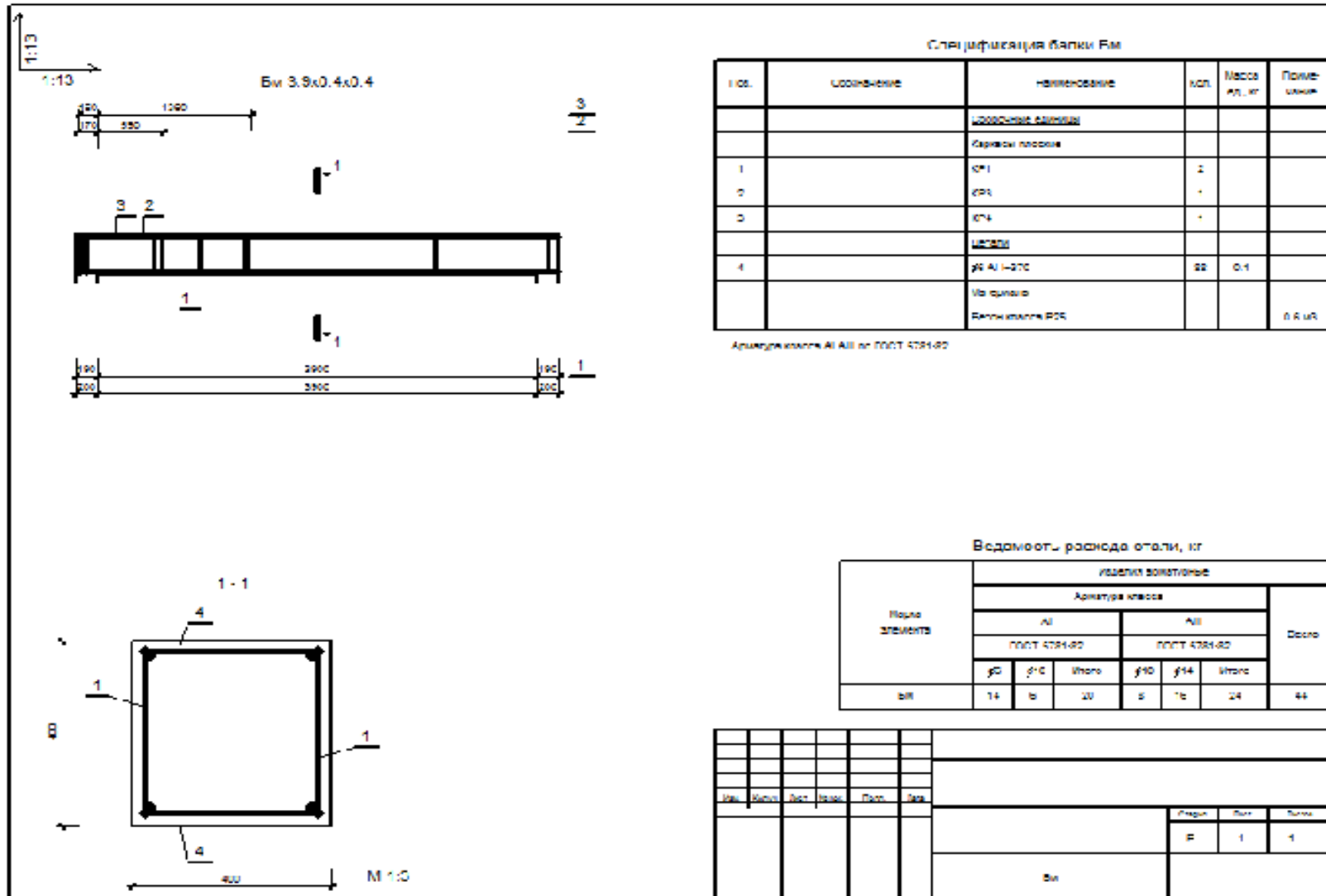


Рисунок Д.15 – Балка Б2. Кресления рабочего проекта

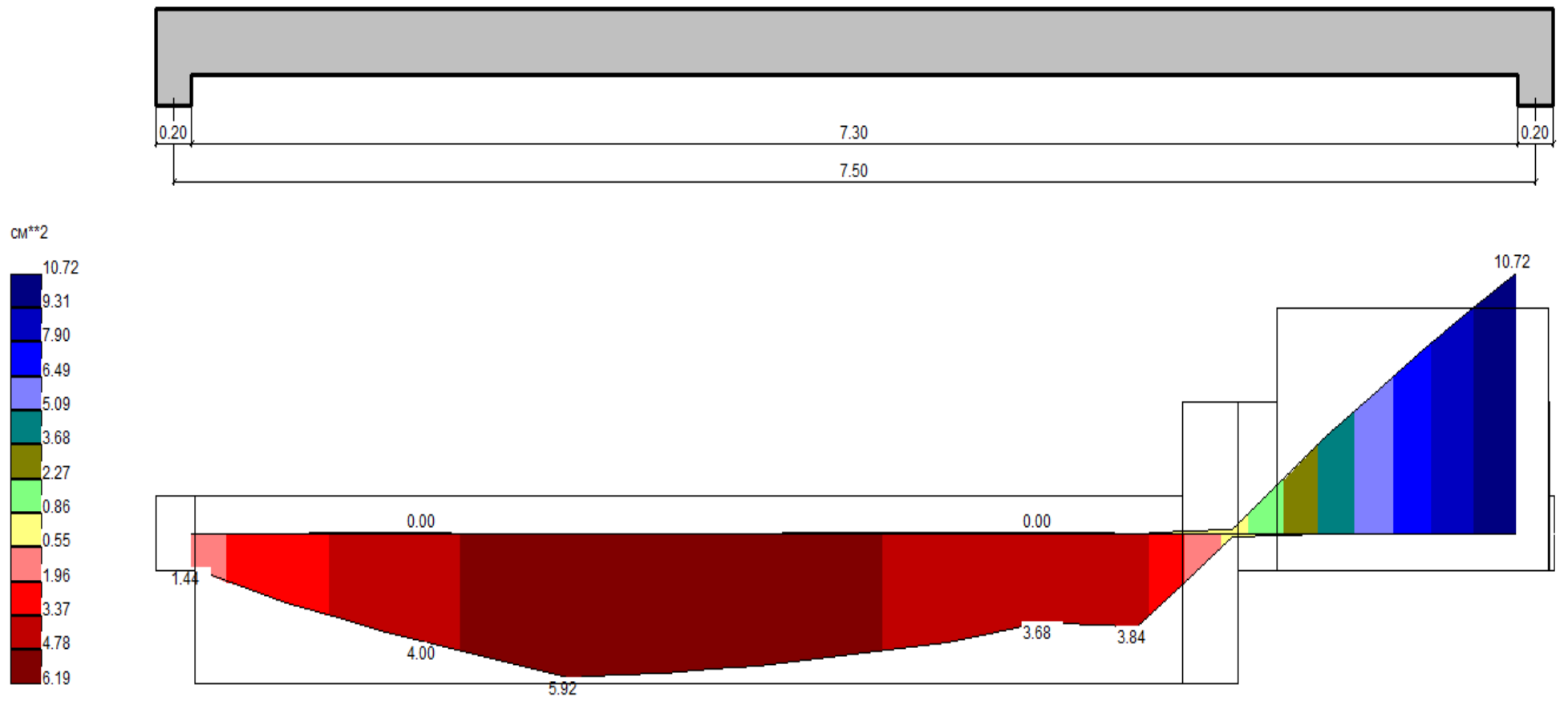


Рисунок Д.16 – Балка БЗ. Епюра матеріалу

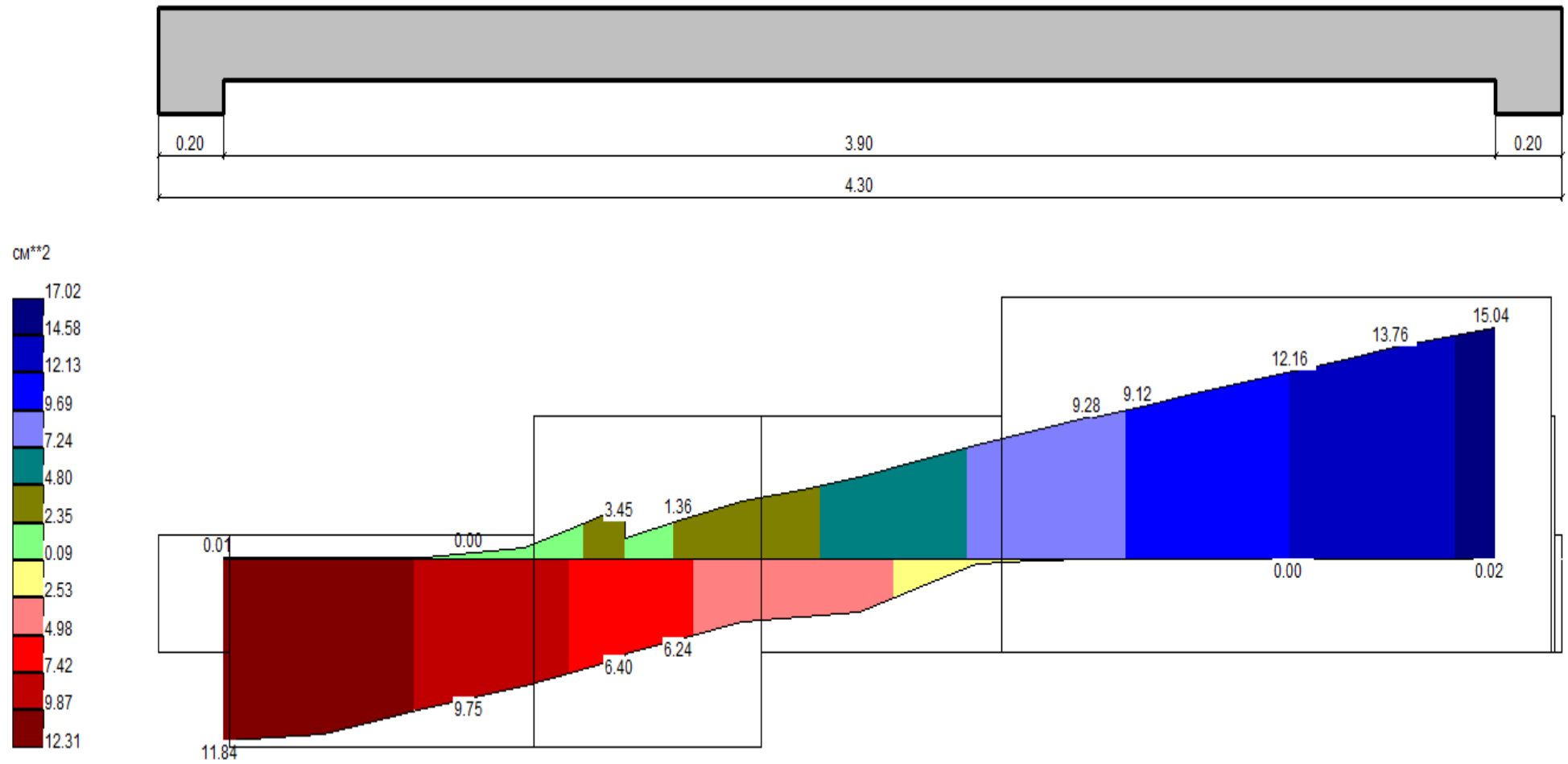


Рисунок Д.18 – Балка Б4. Епюра матеріалів

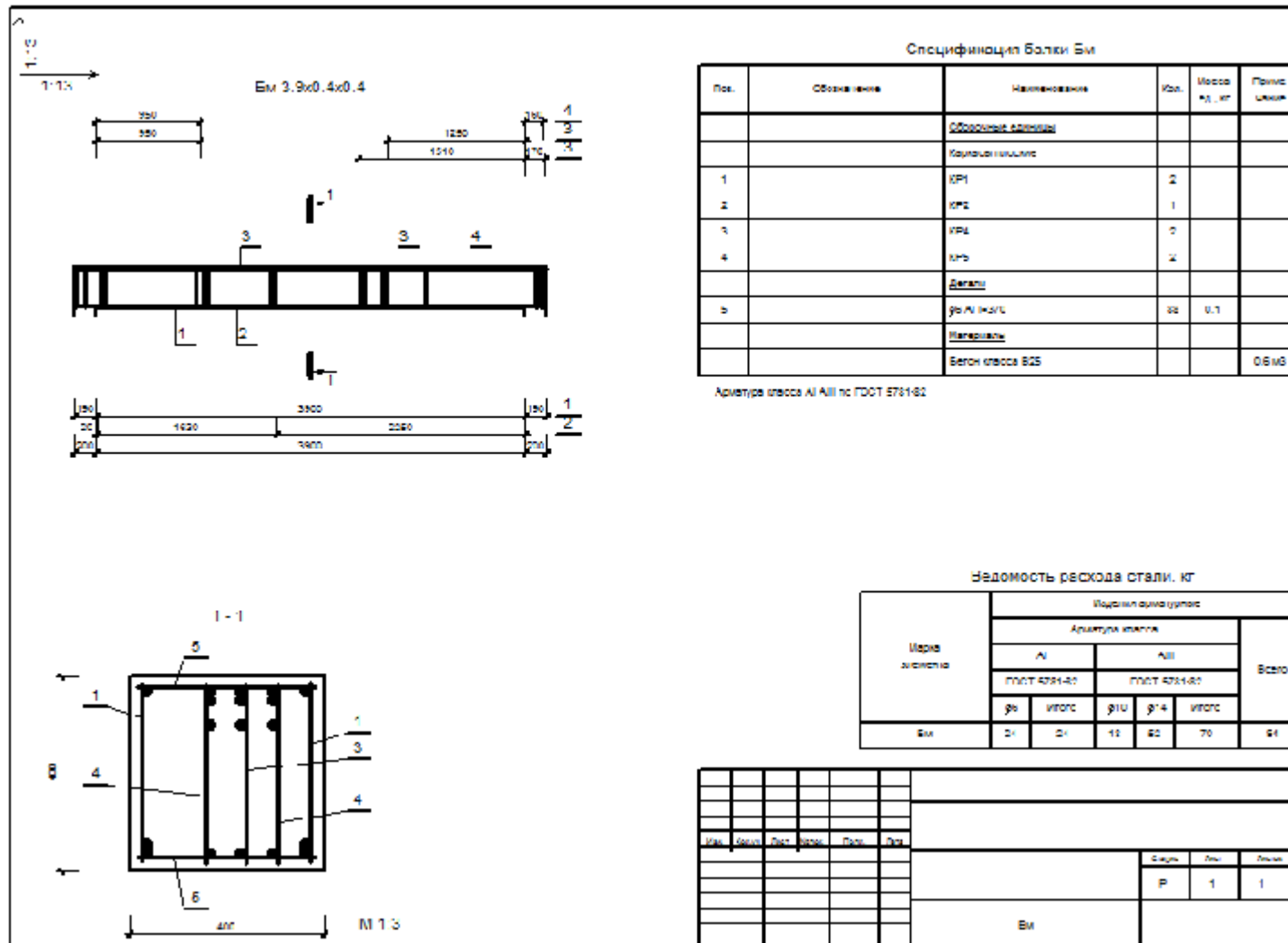
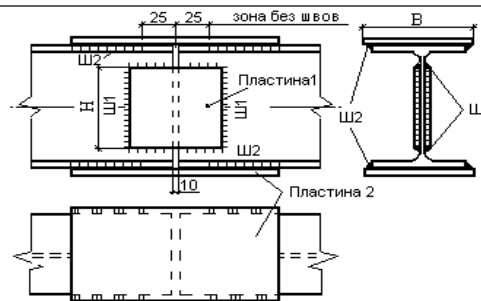


Рисунок Д.19 – Балка Б4. Креслення робочого проекту

Таблиця Д.6 – Результати підбору перетину крокв Кр1 та Кр2 (фрагмент)

ЕЛЕМЕНТ	ГРУПА	ПРИМ	ПРОЦЕНТ ВИЧЕРПАННЯ НЕСУЧОЇ ВЛАСТИВОСТІ, %				
			УС	УП	1ПС	2ПС	М.У
Профіль: 10Б1; ГОСТ 26020 - 83 Сталь: 09Г2; ГОСТ 19281-73* Сортамент: Двотавр з паралельними гранями полок типа Б(балочный)							
Підбрано: 5. Двотавр 10Б1	КФ1						
Профіль: 10Б1; ГОСТ 26020 - 83							
Сталь: 09Г2; ГОСТ 19281-73*							
Підбрано: 5. Двотавр 10Б1	КФ2						
Профіль: 10Б1; ГОСТ 26020 - 83							
Сталь: 09Г2; ГОСТ 19281-73*							
Підбрано: 5. Двотавр 10Б1	КФ3						
Профіль: 10Б1; ГОСТ 26020 - 83							
Сталь: 09Г2; ГОСТ 19281-73*							
Підбрано: 5. Двотавр 10Б1	КФ4						
Профіль: 10Б1; ГОСТ 26020 - 83							
Сталь: 09Г2; ГОСТ 19281-73*							



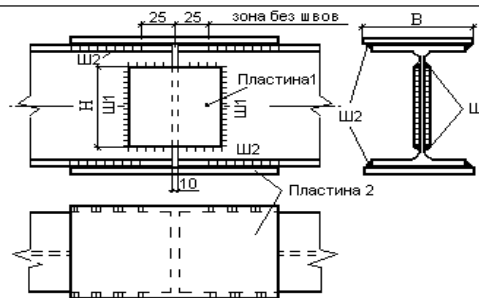
Узел 40 : Исходные данные

Элемент узла	Свойство	Значение	Единицы измерения
Балка1	Профиль	И10Б1;ГОСТ 26020 - 83	--
	Сталь	09Г2;ГОСТ 19281-73*	--
Балка2	Профиль	И10Б1;ГОСТ 26020 - 83	--
	Сталь	09Г2;ГОСТ 19281-73*	--
Шов Ш1	Материал	Марка проволоки: Св-08	--
Шов Ш2	Материал	Марка проволоки: Св-08	--
Пластина 1	Сталь	ВСт3кп2	--
	Ширина	7.00	см
	Длина	7.00	см
	Толщина	0.60	см
Пластина 2	Сталь	ВСт3кп2	--
	Ширина	9.00	см
	Длина	14.00	см
	Толщина	0.60	см

Узел 40 : Результаты подбора

Параметр	Свойство	Значение	Процент использования,%	Внутренние усилия				
				N, тс	M _y , тсм	Q _z , тс	M _z , тсм	Q _y , тс
Шов Ш1	Катег	0.4 см	1.0	-0.211*	-0.051	-0.105*	0.000	0.000
Шов Ш2	Катег	0.4 см	17.9	-0.211*	-0.051*	-0.105	0.000*	0.000*
Пластина 1	Толщина t1	0.6 см	1.4	-0.211*	-0.051	-0.105*	0.000	0.000
	Размер B	7.0 см						
	Размер H	7.0 см						
Пластина 2	Толщина t2	0.6 см	4.5	-0.211*	-0.051*	-0.105	0.000*	0.000*
	Размер B	9.0 см						
	Размер H	14.0 см						

Рисунок Д.20 – Рама КР1. Вузол 40



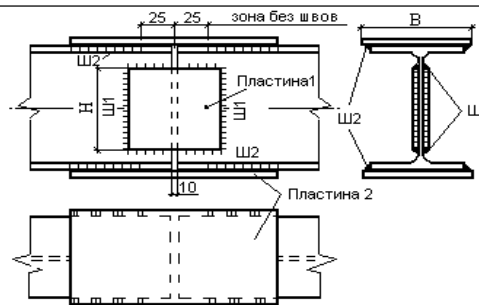
Узел 26 : Исходные данные

Элемент узла	Свойство	Значение	Единицы измерения
Балка1	Профиль	И10Б1;ГОСТ 26020 - 83	--
	Сталь	09Г2;ГОСТ 19281-73*	--
Балка2	Профиль	И10Б1;ГОСТ 26020 - 83	--
	Сталь	09Г2;ГОСТ 19281-73*	--
Шов Ш1	Материал	Марка проволоки: Св-08	--
Шов Ш2	Материал	Марка проволоки: Св-08	--
Пластина 1	Сталь	ВСт3кп2	--
	Ширина	7.00	см
	Длина	7.00	см
	Толщина	0.60	см
Пластина 2	Сталь	ВСт3кп2	--
	Ширина	9.00	см
	Длина	14.00	см
	Толщина	0.60	см

Узел 26 : Результаты подбора

Параметр	Свойство	Значение	Процент использования, %	Внутренние усилия				
				N, тс	M _y , тсм	Q _z , тс	M _z , тсм	Q _y , тс
Шов Ш1	Катег	0.4 см	2.7	-0.248*	-0.262	0.318*	0.000	0.000
Шов Ш2	Катег	0.4 см	82.9	-0.248*	-0.262*	0.318	0.000*	0.000*
Пластина 1	Толщина t1	0.6 см	4.3	-0.248*	-0.262	0.318*	0.000	0.000
	Размер В	7.0 см						
	Размер Н	7.0 см						
Пластина 2	Толщина t2	0.6 см	20.6	-0.248*	-0.262*	0.318	0.000*	0.000*
	Размер В	9.0 см						
	Размер Н	14.0 см						

Рисунок Д.21 – Рама КР2. Вузол 26



Узел 37 : Исходные данные

Элемент узла	Свойство	Значение	Единицы измерения
Балка1	Профиль	И10Б1;ГОСТ 26020 - 83	--
	Сталь	09Г2;ГОСТ 19281-73*	--
Балка2	Профиль	И10Б1;ГОСТ 26020 - 83	--
	Сталь	09Г2;ГОСТ 19281-73*	--
Шов Ш1	Материал	Марка проволоки: Св-08	--
Шов Ш2	Материал	Марка проволоки: Св-08	--
Пластина 1	Сталь	ВСт3кп2	--
	Ширина	7.00	см
	Длина	7.00	см
	Толщина	0.60	см
Пластина 2	Сталь	ВСт3кп2	--
	Ширина	9.00	см
	Длина	14.00	см
	Толщина	0.60	см

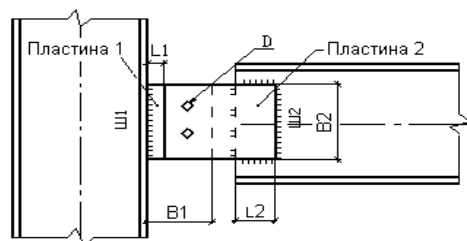
готово

Количество узлов элемент

Узел 37 : Результаты подбора

Параметр	Свойство	Значение	Процент использования,%	Внутренние усилия				
				N, тс	Mx, тсм	Qz, тс	Mz, тсм	Qy, тс
Шов Ш1	Катег	0.4 см	1.6	-0.297*	-0.111	-0.167*	0.000	0.000
Шов Ш2	Катег	0.4 см	37.2	-0.297*	-0.111*	-0.167	0.000*	0.000*
Пластина 1	Толщина t1	0.6 см	2.2	-0.297*	-0.111	-0.167*	0.000	0.000
	Размер В	7.0 см						
	Размер Н	7.0 см						
	Толщина t2	0.6 см						
Пластина 2	Толщина t2	0.6 см	9.3	-0.297*	-0.111*	-0.167	0.000*	0.000*
	Размер В	9.0 см						
	Размер Н	14.0 см						
	Размер Н	14.0 см						

Рисунок Д.22 – Рама КР2. Вузол 37



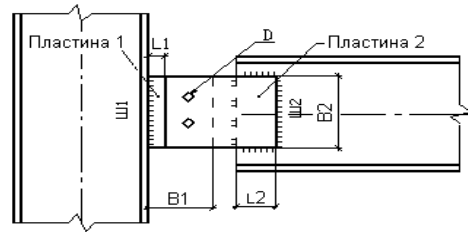
Узел 40 : Исходные данные

Элемент узла	Свойство	Значение	Единицы измерения
Балка	Профиль	П10Б1;ГОСТ 26020 - 83	--
	Сталь	09Г2;ГОСТ 19281-73*	--
Колонна	Профиль	П10Б1;ГОСТ 26020 - 83	--
	Сталь	09Г2;ГОСТ 19281-73*	--
Шов Ш1	Материал	Марка проволоки: Св-08	--
Шов Ш2	Материал	Марка проволоки: Св-08	--
Болты	Класс прочности	10.9	--
	Диаметр	2.00	см
Пластина 1	Сталь	ВСт3кп2	--
	Ширина	7.50	см
	Длина	10.00	см
	Толщина	0.60	см

Узел 40 : Результаты подбора

Параметр	Свойство	Значение	Процент использования, %	Внутренние усилия				
				N, тс	M _y , тсм	Q _z , тс	M _z , тсм	Q _y , тс
Шов Ш1	Катет	0.4 см	2.6	-0.211*	-0.051	-0.105*	0.000	0.000*
Шов Ш2	Катет	0.4 см	2.4	-0.211*	-0.051	-0.105*	0.000	0.000*
Пластина 1	Толщина t1	0.6 см	39.5	-0.211*	-0.051	-0.105*	0.000	0.000*
	Размер B1	7.5 см						
	Размер H1	10.0 см						
Пластина 2	Толщина t2	0.6 см	39.5	-0.211*	-0.051	-0.105*	0.000	0.000*
	Размер B2	10.0 см						
	Размер H2	11.5 см						
Болты	Количество	2	2.7	-0.211*	-0.051	-0.105*	0.000	0.000*
	Количество верт. рядов	1						
Размер L1	--	1.5 см	--	--	--	--	--	--
Размер L2	--	4.0 см	--	--	--	--	--	--

Рисунок Д.23 – Рама КР1. Узел стыковки элементов 31 та 52. Примітка. Кінцеву підгонку елементів виконати по місцю



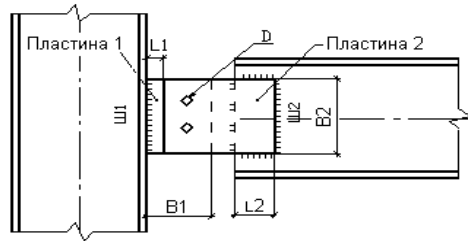
Узел 26 : Исходные данные

Элемент узла	Свойство	Значение	Единицы измерения
Балка	Профиль	И10Б1;ГОСТ 26020 - 83	--
	Сталь	09Г2;ГОСТ 19281-73*	--
Колонна	Профиль	И10Б1;ГОСТ 26020 - 83	--
	Сталь	09Г2;ГОСТ 19281-73*	--
Шов Ш1	Материал	Марка проволоки: Св-08	--
Шов Ш2	Материал	Марка проволоки: Св-08	--
Болты	Класс прочности	10.9	--
	Диаметр	2.00	см
Пластина 1	Сталь	ВСт3кп2	--
	Ширина	7.50	см
	Длина	10.00	см
	Толщина	0.80	см

Узел 26 : Результаты подбора

Параметр	Свойство	Значение	Процент использования, %	Внутренние усилия				
				N, тс	M _y , тсм	Q _z , тс	M _z , тсм	Q _y , тс
Шов Ш1	Катет	0.4 см	8.5	-0.248*	-0.262	0.318*	0.000	0.000*
Шов Ш2	Катет	0.4 см	5.0	-0.248*	-0.262	0.318*	0.000	0.000*
Пластина 1	Толщина t1	0.8 см	54.7	-0.248*	-0.262	0.318*	0.000	0.000*
	Размер B1	7.5 см						
	Размер H1	10.0 см						
Пластина 2	Толщина t2	0.8 см	60.0	-0.248*	-0.262	0.318*	0.000	0.000*
	Размер B2	10.0 см						
	Размер H2	11.5 см						
Болты	Количество	2	2.8	-0.248*	-0.262	0.318*	0.000	0.000*
	Количество верт. рядов	1						
Размер L1	--	1.5 см	--	--	--	--	--	--
Размер L2	--	4.0 см	--	--	--	--	--	--

Рисунок Д.24 – Рама КР2. Узел стыковки элементов 4 та 60. Примітка. Кінцеву підгонку елементів виконати по місцю



Узел 37 : Исходные данные

Элемент узла	Свойство	Значение	Единицы измерения
Балка	Профиль	П10Б1;ГОСТ 26020 - 83	--
	Сталь	09Г2;ГОСТ 19281-73*	--
Колонна	Профиль	П10Б1;ГОСТ 26020 - 83	--
	Сталь	09Г2;ГОСТ 19281-73*	--
Шов Ш1	Материал	Марка проволоки: Св-08	--
Шов Ш2	Материал	Марка проволоки: Св-08	--
Болты	Класс прочности	10.9	--
	Диаметр	2.00	см
Пластина 1	Сталь	ВСт3кп2	--
	Ширина	7.50	см
	Длина	10.00	см
	Толщина	0.60	см
Пластина 2	Сталь	ВСт3кп2	--
	Ширина	10.00	см
	Длина	11.50	см
	Толщина	0.60	см

Узел 37 : Результаты подбора

Параметр	Свойство	Значение	Процент использования, %	Внутренние усилия				
				N, тс	Mx, тсм	Qz, тс	Mz, тсм	Qy, тс
Шов Ш1	Катег	0.4 см	5.3	-0.297*	-0.111	-0.167*	0.000	0.000*
Шов Ш2	Катег	0.4 см	2.9	-0.297*	-0.111	-0.167*	0.000	0.000*
Пластина 1	Толщина t1	0.6 см	60.3	-0.297*	-0.111	-0.167*	0.000	0.000*
	Размер B1	7.5 см						
	Размер H1	10.0 см						
Пластина 2	Толщина t2	0.6 см	60.3	-0.297*	-0.111	-0.167*	0.000	0.000*
	Размер B2	10.0 см						
	Размер H2	11.5 см						
Болты	Количество	2	3.8	-0.297*	-0.111	-0.167*	0.000	0.000*
	Количество верт. рядов	1						
Размер L1	--	1.5 см	--	--	--	--	--	--
Размер L2	--	4.0 см	--	--	--	--	--	--

Рисунок Д.25 – Рама КР2. Узел стыковки элементов 25 та 45. Примітка. Кінцеву підгонку елементів виконати по місцю

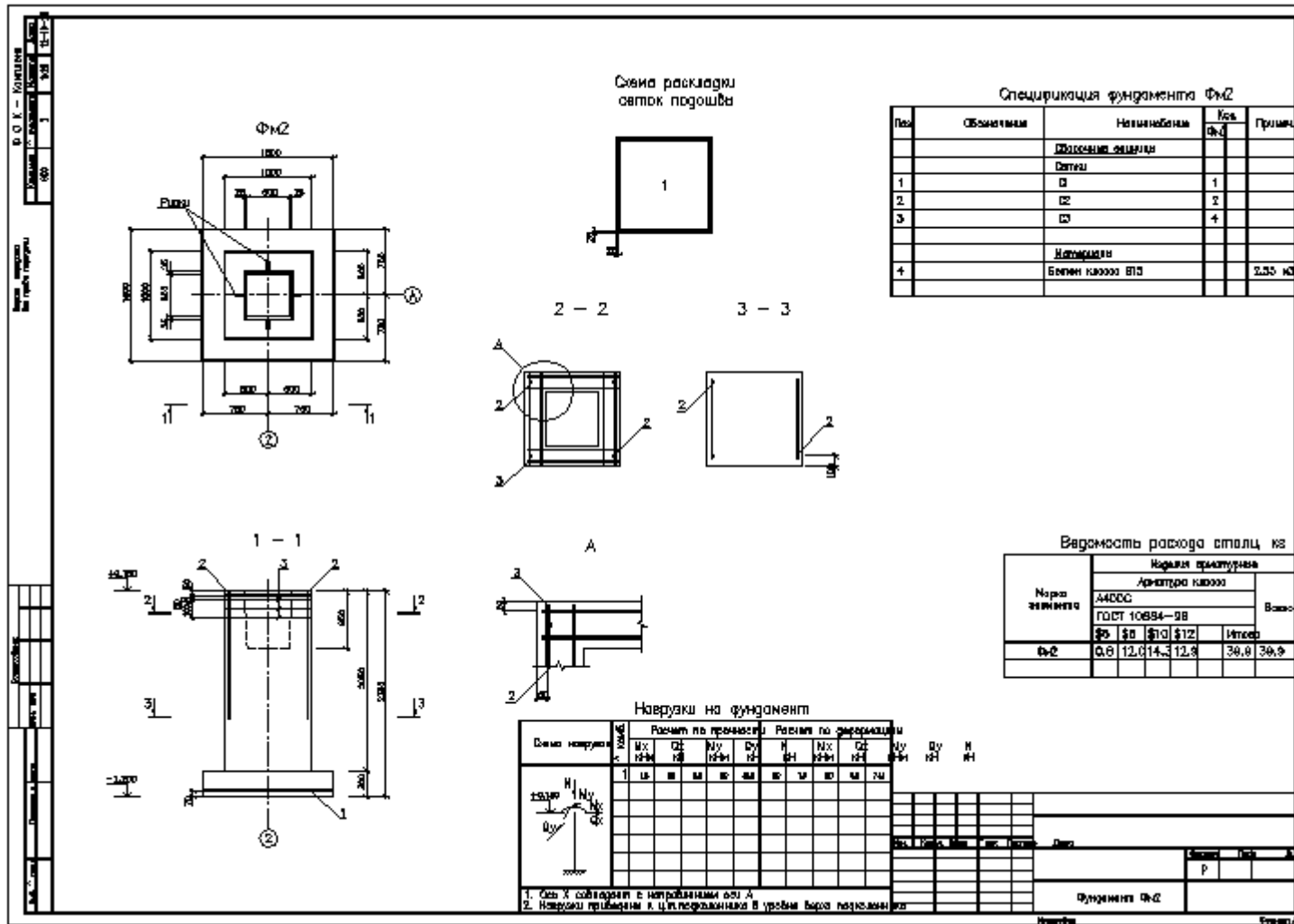


Рисунок Д.26 – Фундамент ФМ2. Кресления рабочего проекта

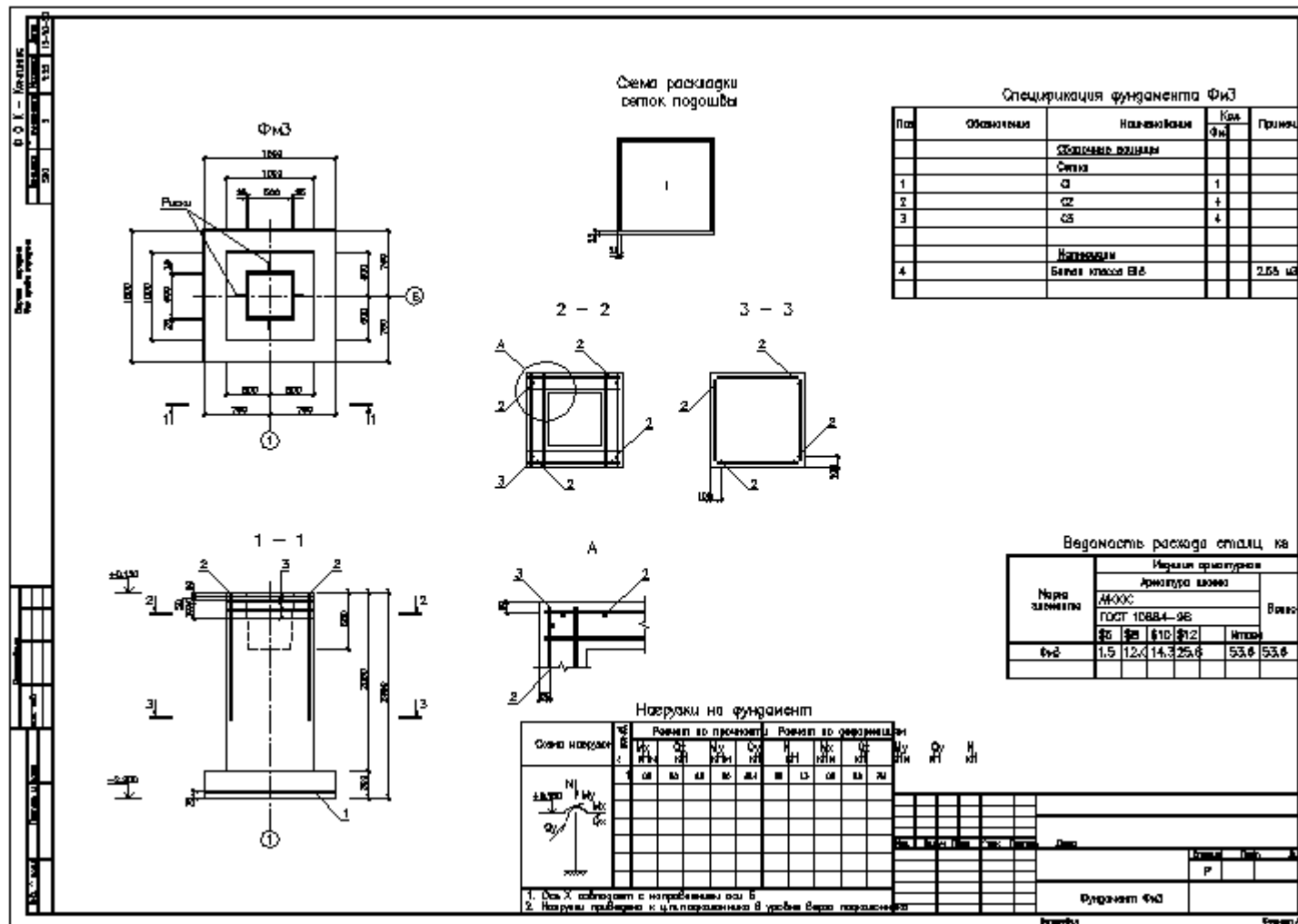


Рисунок Д.27 – Фундамент ФМ3. Кресления рабочего проекта

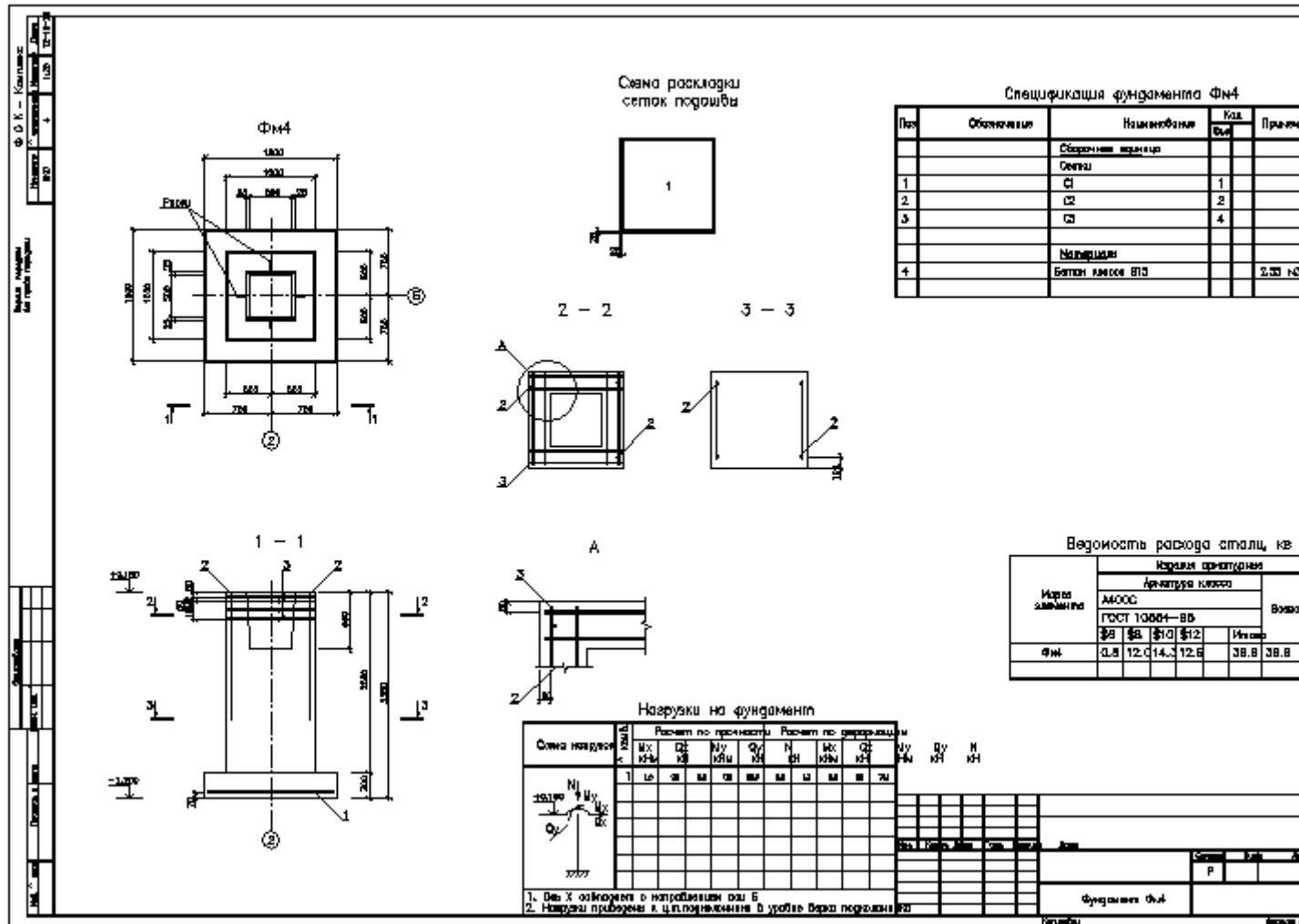


Рисунок Д.28 – Фундамент ФМ4. Кресления рабочего проекта