

Міністерство освіти і науки України
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Інститут архітектури та будівництва "ІФНТУНГ-ДонНаба"
Кафедра будівництва

Соколенко Владислав Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові виконавця роботи)

УДК 624.01
(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

1 Житловий багатоповерховий будинок в м. Івано-Франківськ

(назва роботи)

Освітньо-професійна

(назва освітньої програми)

G19 - "Будівництво та цивільна інженерія"

(шифр і назва спеціальності)

В.М. Соколенко

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник

Фафлей Олег Ярославович, к.т.н. доцент

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

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

(посада) Зав.каф. _____ (підпис) _____ (дата) _____ Андрусак А.В. _____ (ініціали та прізвище)

Робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Івано-Франківськ
2023

Міністерство освіти і науки України
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут архітектури та будівництва

Кафедра будівництва

Спеціальність G19 - "Будівництво та цивільна інженерія"

Освітньо-професійна програма «Будівництво та цивільна інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

/ Андрусак А.В. /
« » 20 р.

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ

Студенту Соколенку Владиславу Миколайовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Житловий багатоповерховий будинок в м. Івано-Франківськ затверджена наказом ректора університету від «30» квітня 2025 р. № _____
2. Термін здачі студентом закінченої роботи «26» червня 2025р.
3. Вихідні дані до роботи місце будівництва: м. Івано-Франківськ, розміри будівлі в плані форми 60×18м.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що належить розробити) не більше 50-70 сторінок вступ, архітектурно-будівельний розділ, розрахунково-конструктивний розділ, технологічно-організаційний розділ, економіка будівництва, охорона праці, висновки, бібліографічний список

5. Перелік графічного матеріалу 7-9 листів А3 генплан, фасади, розрізи, буд генплан, технологічна карта, календарний або сітковий графік робіт на об'єкті.
6. Консультанти з роботи (за необхідністю)

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Архітектурно-будівельний	Артим В.І.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер і назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання етапів	Примітка
Вступ, огляд місцевості будівництва	березень 2025	виконано
1.Архітектурно-будівельний розділ	березень 2025	виконано
2. Розрахунково-конструктивний розділ	квітень 2025	виконано
3.Технологічно-організаційний розділ	квітень 2025	виконано
4. Економіка будівництва	травень 2025	виконано
5.Охорона праці	травень 2025	виконано
6. Висновки,зміст	червень 2025	виконано
7. Бібліографічний список	червень 2025	виконано

Студент Соколенко В.М.
(підпис)

(розшифровка підпису)

Керівник роботи Фафлей О.Я.
(підпис)

(розшифровка підпису)

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1.Вихідні дані для проектування.....	8
2.Основні техніко-економічні показники.....	9
3.Розрахунок класу наслідків (відповідальності)	9
4.Архітектурно-будівельні рішення.....	13
4.1 Генеральний план.....	13
4.2. Архітектурні рішення.....	15
4.2.1. Конструктивні рішення	17
4.2.2. Фундаменти	17
4.2.3. Стіни і перегородки	21
4.2.4. Перекриття	22
4.2.4. Підлога	22
4.2.6. Сходи	24
4.2.7. Вікна та двері	24
4.2.8. Внутрішнє та зовнішнє оздоблення	27
4.2.9. Інженерно-технічне обладнання	28
4.2.10. Теплотехнічний розрахунок	29
4.2.11. Розрахунок утеплення зовнішніх стін	30
4.3. Конструктивні рішення.....	33
4.3.1. Збір навантажень на другорядну балку.....	33
4.3.2. Розрахунок балок настилу простої балочної клітки.....	34
4.3.3. Розрахунок головної балки.....	36
4.3.4. Розрахунок опорного ребра головної балки	37
4.3.5. Розрахунок кріплення другорядної балки до головної	39
4.3.6. Розрахунок просторової рами	41
4.3.7. Збір навантажень на поперечну раму	44
4.3.8. Розрахунок просторової рами	48

4.3.9. Розрахунок стиснуто-згинальних колон	48
4.3.10. Розрахунок ферми з панелями і ґратами з круглих труб	51
4.3.11. Розрахунок і конструювання вузлів	60
4.4. Основи та фундаменти.....	64
4.4.1. Визначення несучої здатності ґрунтів.....	64
4.4.2. Навантаження на фундамент	68
4.4.3. Проектування фундаменту глибокого закладання.....	69
4.4.3.1. Призначення розмірів.....	69
4.4.3.2. Статичний розрахунок пальового фундаменту	71
4.4.3.3. Виконання розрахункових перевірок по першій групі граничних станів	74
4.4.3.3.1. Перевірка несучої здатності палі за ґрунтом	74
4.4.3.3.2. Перевірка горизонтального зміщення верху опори.....	75
4.4.3.4. Розрахунок осідання пальового фундаменту	76
5.Інженерне обладнання. Опалення і вентиляція	80
5.1. Вихідні дані для проектування	81
5.2. Розрахунок тепловтрат приміщення і визначення потрібної потужності системи опалювання	85
5.3. Вибір конструкції системи опалювання і гідравлічний розрахунок теплопроводів.....	91
5.4. Вибір, розміщення і розрахунок опалювальних приладів	95
5.5. Вибір конструкції і розрахунок систем природної вентиляції	98
6.Зведений кошторисний розрахунок.....	101
7.Основні техніко-економічні показники.....	104
8.Підготовка і технологія виконання робіт.....	106
8.1. Опис технологій монтажу конструкцій.....	107
9.Охорона праці.....	108
10. Висновок.....	116
11. Список використаної літератури.....	118

Вступ

Сьогодні багатоповерхове будівництво залишається актуальним у світі і має велике значення, особливо для міських територій. Є ціла низка причин, чому багатоповерхові будівлі є широкоживаними:

– Міські райони стають все більш населеними, а багатоповерхові будівлі дозволяють ефективно використовувати обмежений земельний простір і забезпечити житло чи місце праці для багатьох людей;

– Ефективне використання ресурсів, адже багатоповерхові будівлі можуть бути більш енергоефективними, оскільки спільні системи опалення, охолодження та інші інженерні рішення можуть знизити споживання енергії на одиницю житла;

– Багатоповерхові будівлі є важливим елементом розвитку міст, вони дозволяють створити компактні, зручні і життєздатні міські середовища, де люди мають доступ до різних послуг, робочих місць та громадського транспорту;

– Економічні переваги. Збільшення кількості поверхів у будівлі дозволяє збільшити кількість одиниць житла або офісних приміщень на тій же площі землі, що знижує витрати на забудову і інфраструктуру. Спільні зручності, такі як ліфти, дитячі майданчики, спортивні зали, паркування тощо, які доступні для всіх мешканців або користувачів будівлі.

– Широкі архітектурні, будівельні та дизайнерські можливості, адже багатоповерхові будівлі дають архітекторам, будівельникам та дизайнерам більшу свободу для творчих рішень і створення вражаючих міських пейзажів.

Слід зазначити, що екстенсивне нарощування поверховості будівель не завжди є раціональним. З одного боку, будівництво надто низької будівлі може бути неефективним щодо використання земельного простору, однак занадто висока будівля може бути суттєво дорожчою (мова про питому вартість) або потребувати додаткових, нестандартних інженерних рішень. Конкретна кількість поверхів багатоповерхової будівлі може бути знайдена як певна золота середина, яка водночас забезпечує економічну ефективність будівництва, задовольняє попит, ринкові умови та архітектурні вимоги регіону і не створює додаткових інженерних обмежень.

Щодо висотних житлових чи офісних будинків в Івано-Франківську, то слід згадати, що наприкінці 1977-го року ріг вулиці Набережної ім. В. Стефаника та вулиці Берегової прикрасив перший в обласному центрі 12-поверховий будинок, про що досі свідчить пам'ятна табличка на його фасаді. Наступна 12-поверхівка з'явилася тільки через десять років на вулиці Гната Хоткевича (гуртожиток ВО «Карпатпресмаш»). У тому ж 1987 році з'явилась 13-поверхова споруда івано-франківського ЦНТЕІ (центр науково-технічної і економічної інформації) на вулиці Бандери, 1. Починаючи з 1990 року, донедавна, найвищим житловим будинком Івано-Франківська та області була 14-поверхівка на вулиці Набережній, 32.

Проект «17-ти поверховий житловий будинок в м. Івано-Франківськ» відповідає сучасним нормативним документам щодо будівництва. При розробці проекту було враховано наявність місцевих будівельних матеріалів, близькість проходження автомобільних доріг. Це враховувалось при виборі типу будівлі, монолітності чи збірності конструкцій, з метою зниження кошторисної вартості скорочення термінів будівництва.

1. Вихідні данні для проектування

Житловий будинок спроектований на обмеженому майданчику в м. Івано-Франківськ.

Розрахункова зимова температура зовнішнього повітря найбільш холодної п'ятиденки - 24°C, найбільш холодна доба - 29°, коефіцієнт забезпеченості 0,92. Глибина промерзання ґрунту – 0,9 м.

В таблиці 1.1. приведені характеристичні значення навантажень та впливів для м. Івано-Франківськ згідно ДБН В.1.2-2006 “Навантаження і впливи”, де

W0 — вітрове навантаження(в паскалях),

S0 — снігове навантаження (в паскалях),

b — товщини стінки ожеледі (в мм),

WB —вітрового навантаження при ожеледі (в паскалях).

Характеристичні значення навантажень і впливів

Таблиця 1.1.

Місто	W0 (Па)	S0 (Па)	b (мм)	WB (Па)
Івано-Франківськ	500	1410	21	170

За характеристичними значеннями вітрового тиску - до III кліматичного району.

За характеристичними значеннями ваги снігового покриву, майданчик будівництва відноситься до V кліматичного району.

За товщиною стінки ожеледі - до IV кліматичному району.

Будівля відноситься до II категорії за ступенем довговічності і вогнестійкості.

2. Основні техніко-економічні показники

Таблиця 1.2.

№ п\п	Найменування	Од. вим.	Кількість
1	Площа ділянки	м ²	3350
2	Площа забудови	м ²	940
3	Площа вимощення ФЕМ	м ²	780
4	Площа озеленення	м ²	1250

3. Розрахунок класу наслідків (відповідальності) та категорії складності

Розрахунок виконаний згідно ДБН В.1.2-14-2009 "Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ» і ДСТУ 8855:2019 "Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності).

17-ти поверховий житловий будинок.

Мешканців – 217 осіб.

Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності 17-ти поверхового 80-ти квартирною житлового будинку.

Визначають кількість осіб, які постійно перебувають на об'єкті, N1.

Розрахункова кількість мешканців у житловому будинку залежить від площі квартири (за нормою 21 м² на людину плюс 10,5 м² на сім'ю).

Таблиця 1.3.

Кількість кімнат	Площа квартири, м ²	Кількість квартир на будинок	Загальна площа квартир на будинок, м ²	Коефіцієнт розселення на квартиру	Розселення на будинок, осіб
1а	47,1 (36,6+10,5)	16	753,6	1,75	28
2а	43,2 (32,7+10,5)	16	691,2	1,55	25
2б	69,1 (58,6+10,5)	16	1105,6	2,79	45
2в	72,7 (62,2+10,5)	16	1163,2	2,96	48
3а	103,5 (93+10,5)	16	1656	4,42	71
Усього		80	5369,6		217

Кількість осіб, які постійно перебувають у житловому будинку, N1 становить 256 осіб. За кількістю осіб, які постійно перебувають на об'єкті, житловий будинок зараховують до класу наслідків (відповідальності) СС2.

Тимчасове перебування людей у житловому будинку не нормовано і в будь-якому разі не перевищує 50 % від кількості людей, які постійно перебувають у будинку, тобто N2 становить:

$$217 \times 0,5 = 109 \text{ особи.}$$

За кількістю осіб, які періодично перебувають на об'єкті, житловий будинок зараховують до класу наслідків (відповідальності) СС2.

Кількість осіб, які перебувають зовні об'єкта, N3 складається з осіб, які постійно та тимчасово перебувають на об'єкті:

$$N3 = 217 + 109 = 326 \text{ осіб.}$$

За кількістю осіб, які перебувають зовні об'єкта, житловий будинок зараховують до класу наслідків (відповідальності) СС2.

Для визначення обсягу можливого економічного збитку розраховують орієнтовну вартість спорудження житлового будинку.

Загальна площа квартир у будинку становить 5369,6 м². Показник вартості 1 м² площі квартири становить 14,192 тис. грн. Розрахункова вартість становить:

$$14,192 \times 5369,6 = 76205,37 \text{ тис. грн.}$$

Прогнозовані збитки визначають за формулою :

$$\Phi = 0,225 \times P_i = 0,225 \times 76205,37 = 17146,2 \text{ тис. грн.}$$

Обсяг можливого економічного збитку в мінімальних заробітних платах становить:

$$17146,2 / 5,0 = 3429,3 \text{ м.р.з.п.,}$$

де 5,0 — Мінімальний розмір заробітної плати .

Відповідно до таблиці 1 житловий будинок зараховують до класу наслідків (відповідальності) СС2.

Житловий будинок не розташовано в охоронній зоні об'єктів культурної спадщини і не є об'єктом культурної спадщини.

Відмова житлового будинку не впливає на припинення роботи об'єктів транспорту, зв'язку, енергетики загальнодержавного, регіонального чи місцевого рівнів.

За всіма наведеними розрахунками характеристик можливих наслідків відмови відповідно до таблиці 1 житловий будинок зараховують до класу наслідків (відповідальності) СС2 і відноситься до III-ї категорії складності.

Також розрахуємо клас наслідків за допомогою офіційного онлайн-калькулятора <https://e-construction.gov.ua/kalkuljator-rozrahunku-klasu-naslidkiv>:

Головна | Сервіси | Калькулятор розрахунку класу наслідків

Калькулятор розрахунку класу наслідків

Загальна інформація

Вид будівництва * Нове будівництво	Тип об'єкта * Житловий будинок
Кількість поверхів * 17	Висота будівлі, м * 62,7

Можлива небезпека для здоров'я та життя людей

Постійно на об'єкті, осіб * 217	Періодично на об'єкті, осіб * 109
Зовні об'єкта, осіб * 326	

Розрахунок прогнозованих збитків від можливого руйнування

Коефіцієнт * 0,45 <small>Коефіцієнт, що враховує відносну долю вартості об'єкта повністю втраченого під час аварії. Значення можна оцінювати, аналізуючи сценарій розвитку аварії згідно з ДБН В.1.2-14</small>	Середнє значення, років * 50 <small>Середнє значення розрахункового строку експлуатації об'єкта в роках</small>
Коефіцієнт амортизації відраховувань * 0.02	Вартість об'єкта, грн. * 76205363,2

Розрахунок соціальних витрат

Мінімальний розмір заробітної плати, грн. *
5000

Додаткові характеристики

Чи належить об'єкт до культурної спадщини національного чи місцевого рівня? <input type="checkbox"/> Ні	Чи належить об'єкт до першої категорії, які можуть мати значний вплив на довкілля і підлягають оцінці впливу на довкілля? <input type="checkbox"/> Ні
Чи належить об'єкт до другої категорії, які можуть мати значний вплив на довкілля і підлягають оцінці впливу на довкілля? <input type="checkbox"/> Ні	Чи входить об'єкт в зону дії об'єкту культурної спадщини національного чи місцевого рівня? <input type="checkbox"/> Ні
Чи є об'єкт об'єктом підвищеної небезпеки? <input type="checkbox"/> Ні	Чи являється об'єкт сховищем цивільного захисту (цивільної оборони)? <input type="checkbox"/> Ні
Чи являється об'єкт – об'єктом, що містять державну таємницю? <input type="checkbox"/> Ні	

Результат розрахунку

Клас	CC2
Прогнозовані втрати, грн	17146206.72
Обсяг можливого економічного збитку у мінімальних заробітних платах	3429.241

4. Архітектурно-будівельні рішення

4.1 Генеральний план

У місті Івано-Франківськ розташована ділянка, на якій планується побудувати житловий будинок. Площа забудови складе 0,335 гектара. Проект передбачає будівництво 17-поверхового житлового комплексу. Поруч з будинком планується розмістити ігрові майданчики та автостоянки, з дотриманням необхідних відстаней від будівлі. Для зручного доступу до будинку пішохідні переходи будуть обладнані тротуарами вздовж доріг.

Розташування і орієнтація житлового будинку розраховані з урахуванням нормативної інсоляції для житлових квартир, як самого будинку, так і навколишньої забудови і благоустрою.

Ділянка будівництва обмежена :

- з північно східної сторони – дошкільний навчальний заклад та спортивний майданчик.
- с південно східної сторони – майданчик для тимчасової стоянки автомобілів
- з південно західної сторони – зелені насадження та місце для відпочинку.
- з північно західної – зелені насадження та місця для паркування

Клімат місцевості характеризується наступними параметрами:

- середньомісячна температура найбільш холодного місяця -6
- середньомісячна температура найбільш теплого місяця +19
- середньомісячна відносна вологість повітря найбільш холодного місяця 86%
- середньомісячна відносна вологість повітря найбільш теплого місяця 65%.

Вітровий режим території
Згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010

Січень

Область, місто	Повторюваність напрямку вітру, % Середня швидкість вітру, м/с								Повторю- ваність штилю, %
	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	
Івано-Франківська область									
Івано-Франківськ	$\frac{3,5}{3,3}$	$\frac{1,8}{2,0}$	$\frac{13,9}{3,4}$	$\frac{17,1}{3,5}$	$\frac{5,4}{2,8}$	$\frac{11,9}{3,7}$	$\frac{27,1}{4,9}$	$\frac{19,3}{4,8}$	34,9

Липень

Область, місто	Повторюваність напрямку вітру, % Середня швидкість вітру, м/с								Повторю- ваність штилю, %
	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	
Івано-Франківська область									
Івано-Франківськ	$\frac{8,4}{3,5}$	$\frac{4,1}{2,8}$	$\frac{9,7}{3,1}$	$\frac{7,6}{3,3}$	$\frac{4,0}{2,9}$	$\frac{10,5}{3,0}$	$\frac{29,1}{3,8}$	$\frac{26,6}{4,3}$	29,7

Планування благоустрою ділянки було розроблено з урахуванням архітектурно-планувального рішення будівлі, наявності підземних інженерних комунікацій, ґрунтових умов та функціонального призначення проєктованих насаджень.

На всіх частинах території передбачено газонні ґрати, які мають високу стійкість до механічних навантажень, з заміною рослинного ґрунту. При виборі порід дерев та чагарників були враховані можливості місцевих розплідників.

4.2. Архітектурні рішення

Розміри секції в плані по крайніх осях 25,2 x 34,8 м, висота – 62,7 м.

Висота поверху 3,4 м.

У проекті житлового будинку передбачено одні незадимлювані сходи, але дотримано нормативну відстань між квартирами і незадимлюваною сходовою кліткою.

Будинок обладнаний двома ліфтами: пасажирським і вантажно-пасажирським. Незадимлювані сходи та сміттєпровід також присутні. Ліфтовий хол відділений від коридору, і має двері з щільними притворами, що забезпечує відокремлення простору.

Загальні коридори мають спеціальні приміщення для прокладки комунікацій, пожежні шафи та шахти для димовиведення.

У всіх квартирах врахована нормативна інсоляція та провітрювання. Вони захищені від теплових і звукових перешкод завдяки використанню вікон з подвійним склінням і додаткової теплоізоляції зовнішніх стін.

На кожному поверсі будинку розташовані три двокімнатні квартири, одна однокімнатна і одна трикімнатна квартири. Великі вікна та просторі балкони забезпечують достатнє освітлення та створюють відчуття простору. Квартири мають просторі кухні, обладнані витяжною природною вентиляцією, мийкою та газовою плитою. Підлоги в квартирах виконані з паркету. Стіни поруч з кухонним обладнанням облицьовані глазурованою плиткою, а решта стін прикрашені шпалерами.

Експлікація приміщень типових поверхів

Таблиця 1.5.

Номер приміщення	Найменування приміщень	Площа, м2
	1-16 поверхи	
1	Загальна кімната	33,6
2	Загальна кімната	17,8
3	Загальна кімната	52,1
4	Кухня	20,6
5	Хол	34,0
6	Санвузол	7,4
7	Загальна кімната	20,6
8	Загальна кімната	52,0
9	Загальна кімната	17,1
10	Кухня	8,0
11	Хол	37,0
12	Загальна кімната	20,6
13	Загальна кімната	22,6
14	Загальна кімната	29,6
15	Кухня	6,7
16	Хол	23,1
17	Загальна кімната	20,0
18	Загальна кімната	52,1
19	Загальна кімната	20,6
20	Кухня	7,0
21	Хол	19,7
22	Загальна кімната	34,9
23	Загальна кімната	47,1

Номер приміщення	Найменування приміщень	Площа, м ²
24	Загальна кімната	6,7
25	Хол	26,4

Техніко-економічні показники об'ємно - планувальних рішень

Таблиця 1.6

№ п/п	Найменування	Од. вим.	Кількість
1	Поверховість	поверх	17
2	Площа забудови	м ²	940
3	Загальна площа	м ²	11059,5
4	Корисна площа	м ²	9917,1
5	Розрахункова площа	м ²	5369,6
6	Будівельний об'єм	м ³	57089,4
7	В т.ч. нижче 0.000	м ³	2104,7

4.2.1. Конструктивні рішення

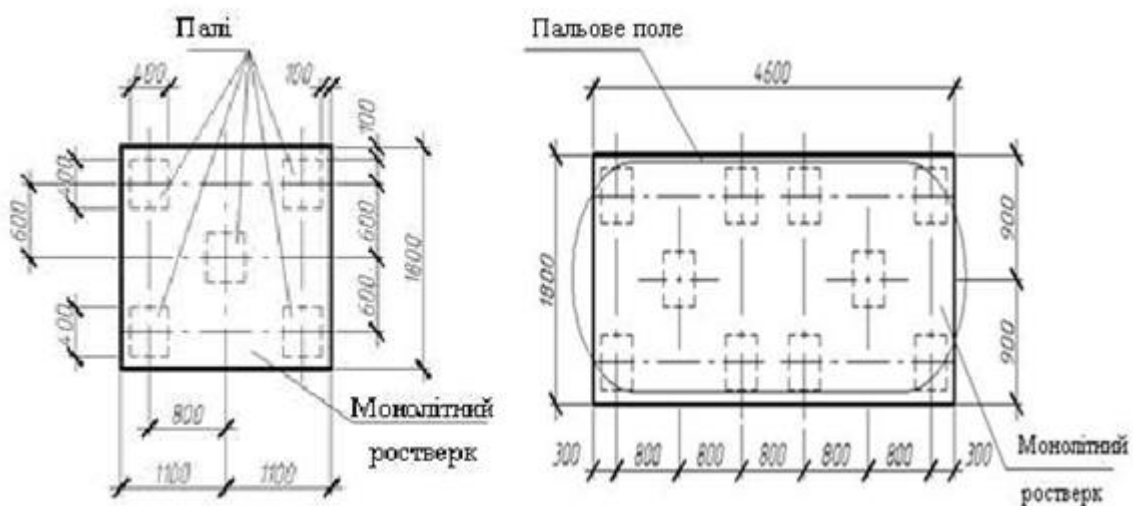
У проекті будівлі передбачено наявність монолітного ядра жорсткості та металевого каркасу. Каркас складається з системи колон і балок, які з'єднані між собою шарнірно. Балки утримуються монолітним ядром жорсткості, що працює як консоль та жорстко з'єднаний з основою будівлі. В будівлі використовуються монолітні залізобетонні перекриття, які виступають в ролі горизонтальних діафрагм жорсткості.

4.2.2 Фундаменти

Під монолітне ядро жорсткості влаштовується монолітні ростверки з пальовим полем. Під колони приймаються монолітні ростверки з п'ятьма палями, прийнятими за розрахунком. Під колони в осях 3, 4, 5, 6 і колони в осях 1, 8 по рядах Е, Ж влаштовуються фундаменти з плитою розмірами $b \times l = 1,8 \times 2,2$ м, $h = 500$ мм і палями перерізом 400×400 мм прямокутного перетину, (мал. 1)

Під інші колони приймаються фундаменти спарені під дві колони з

плитою $b \times l = 4,6 \times 1,8$ м, $h = 500$ мм і палями перерізом 400×400 мм прямокутного перетину (мал. 2). Навколо будівлі передбачено вимощення з бетону класу В15, ширина якої 1.0 м і ухил на 5%.



Мал. 1. Фундамент під металеву колону. Мал. 2. Фундамент під дві колони.

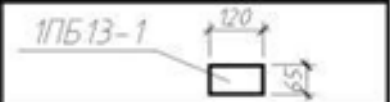
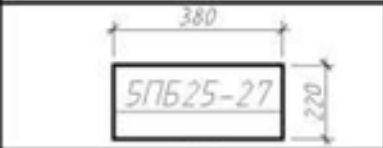
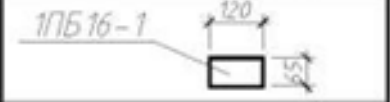
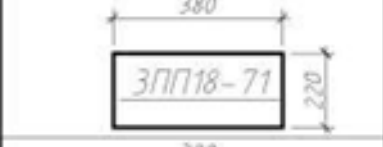

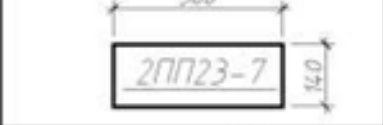
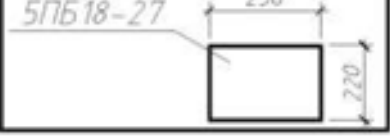
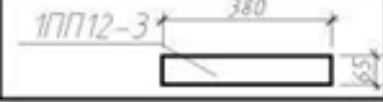
Специфікація залізобетонних і металевих елементів

Таблиця 1.7

Поз.	Познач.	Найменування		Розмір, мм	К-сть	Об'єм бетону , м ³	Маса од., кг
1	2	3		4	5	6	7
Фундаменти							
1	P1	під крайні і середні колони		2200x1800x500	24	2,0	4950
2	P2	під крайні колони		3800x2200x500	4	4,2	1045
3	P3	під середні колони		4600x1800x500	4	4,2	1045
4	P4	під ядро жорсткості		9500x7500x500	1	21,1	5275
Фундаментні балки							
5	с. 1.015.1-1.95	1БФ24	ФБ1	160x200x300x2350	4	0,13	0,32
6	с. 1.015.1-1.95	1БФ40-2	ФБ2	160x200x300x4000	2	0,21	0,53
7	с. 1.015.1-1.95	1БФ40-2	ФБ3	160x200x300x4000	8	0,21	0,53
8	с. 1.015.1-1.95	1БФ60-2	ФБ4	160x200x300x5950	4	0,32	0,80
9	с. 1.015.1-1.95	1БФ51-2	ФБ5	160x200x300x5050	2	0,27	0,68
Перемички							
1	2	3		4	5	6	7
ПРМ-1	с. 1.038.1-1 в.1	1ПБ13-1		120x65x1290	170	0,01	25
ПРМ-2	с. 1.038.1-1 в.1	1ПБ16-1		120x65x1550	68	0,012	30
ПРМ-3	с. 1.038.1-1 в.1	1ПБ13-1		250x65x1290	340	0,01	25
ПРМ-4	с. 1.038.1-1 в.1	5ПБ18-27		250x220x1110	34	0,1	250
ПРМ-5	с. 1.038.1-1 в.1	5ПБ25-27		250x220x2460	34	0,135	338
ПРМ-6	с. 1.038.1-1 в.1	3ПП18-71		380x220x1810	34	0,151	378
ПРМ-7	с. 1.038.1-1 в.1	2ПП23-7		380x140x2330	68	0,124	310

Поз.	Познач.	Найменування	Розмір, мм	К-сть	Об'єм бетону , м ³	Маса од., кг
1	2	3	4	5	6	7
ПРМ-8	с. 1.038.1-1 в.1	1ПП12-3	380x65x1160	170	0,029	72
Колони						
К1	ГОСТ 26020-83	70Ш5	Відм. -2,900 - +9,100	28		305,9
К2	ГОСТ 26020-83	70Ш4	Відм. -2,900 - +9,100	12		268,1
К3	ГОСТ 26020-83	60Ш4	Відм. +9,100 - +21,100	28		234,2
К4	ГОСТ 26020-83	60Ш3	Відм. +9,100 - +21,100	12		205,2
К5	ГОСТ 26020-83	50Ш4	Відм. +21,100 - +33,100	28		174,1
К6	ГОСТ 26020-83	50Ш3	Відм. +21,100 - +33,100	12		156,4
К7	ГОСТ 26020-83	40Ш3	Відм. +33,100 - +45,100	28		123,4
К8	ГОСТ 26020-83	40Ш2	Відм. +33,100 - +45,100	12		111,1
К9	ГОСТ 26020-83	35Ш3	Відм. +45,100 - +57,100	28		91,3
К10	ГОСТ 26020-83	35Ш2	Відм. +45,100 - +57,100	12		82,2
К11	ГОСТ 26020-83	30Ш3	Відм. +57,100 - +59,530	20		68,3

Відомість перемичок

Марка	Схема перетину	Марка	Схема перетину
1ПБ13-1		5ПБ25-27	
1ПБ16-1		3ПП18-71	
1ПБ13-1		2ПП23-7	
5ПБ18-27		1ПП12-3	

4.2.3 Стіни і перегородки

Зовнішні стіни будівлі мають товщину 200 мм і 400 мм та виконані з пінобетону. На зовнішній стороні стін застосовується утеплювач товщиною 100 мм. У плиті перекриття розміщуються монолітні залізобетонні випуски шириною 200 мм і 400 мм, на які опираються пінобетонні блоки. Використовується утеплювач "ISOVER". Зовнішня обробка стін виконується за допомогою вентилязованих фасадів "ECOBOND".

Особливістю внутрішніх перегородок даної будівлі є їхнє змінне положення за бажанням власника квартири, оскільки стіни будівлі є самонесучими на кожному поверсі. Внутрішні перегородки мають товщину 100 мм і виконані згідно з типовим проектом перегородок фірми KNAUF, з використанням профілю шириною 75 мм та двох гіпсокартонних листів. Між ними розміщується звукоізоляція "ISOVER". Міжквартирні стіни приймаються з товщиною 200 мм, аналогічно зовнішнім стінам.

Віконні і дверні отвори стін перекриваються перемичками. Перемички підбрані за діючими серіями (серія 1.138-10 вип. 1 і 2) в залежності від ширини отвору і характеру роботи перемичок (несучих і ненесучих). Несучі перемички закладаються в стіни на 250 мм з двох сторін, ненесучі перемички - 120 мм.

Стіни відповідають вимогам теплотехнічних і акустичних розрахунків

за рахунок застосування теплоізоляційних і звукоізоляційних матеріалів.

Товщина утеплювача прийнята з теплотехнічного розрахунку.

Гіпсокартон застосовується відповідно до ТУ.УВ 2.7.- 24577862.001-98 вогнестійкий ГКЛЮ і в санвузлах вогневологостійкий ГКЛВО.

4.2.4 Перекриття

Перекриття в даній будівлі реалізується у вигляді монолітного залізобетонного покриття. На другорядних балках металевого каркасу розміщуються листи профільованого настилу, а зверху наноситься шар монолітного залізобетону товщиною 100 мм. Це перекриття виступає як жорсткий диск, що забезпечує горизонтальний зв'язок металевого каркасу будівлі. Використовується бетон класу В25 і арматура класу А-III для забезпечення необхідної міцності та стійкості конструкції.

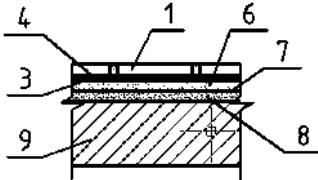
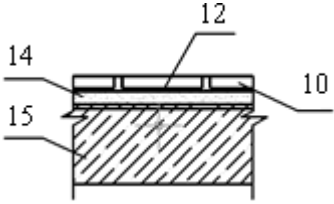
4.2.5 Підлога

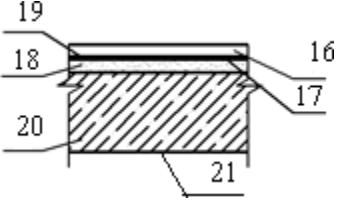
При визначенні конструкції підлоги враховується особливість умов експлуатації приміщення. Оскільки температура поверхні підлоги в квартирі може бути нижчою в порівнянні з температурою внутрішнього повітря (16-18 °С), а температура тіла людини значно вища (36,6 °С), може виникнути небажаний ефект переохолодження ніг через постійний контакт стопи з холодною поверхнею підлоги, навіть у повсякденному взутті.

Для зменшення ризику переохолодження, рекомендується, щоб температурний перепад ($t_{в}-t_{п}$) для підлоги не перевищував 2 °С, а показник теплосасвоєння поверхні підлоги складав 10 (ккал/(м²·град. С)). З урахуванням цих вимог, для підлоги були обрані такі матеріали: паркет у житлових приміщеннях (спальні, загальні кімнати) та керамічна плитка у допоміжних приміщеннях. Керамічну плитку укладають на бетонну основу, рівномірно вирівняну шаром цементного розчину зі співвідношенням 1:3 і товщиною 10-15 мм. Експлікацію підлог Заніс в таблицю 1.8.

Експлікація підлог

Таблиця 1.8.

Найменуван. приміщення	Тип підлоги	Схема підлоги або тип підлоги по серії	Дані елементів підлоги	Площа, м ²
Санв узли та душ ові	1		<ol style="list-style-type: none"> 1. Керамічна плитка для підлоги - 8 мм 2. Клей Skanmix Aquastop 3. Грунтовка Полімін АС-5 4. Самовирівнююча суміш Полімін ЛЦ-4 5. Грунтовка Полімін 6. Цементно-піщана стяжка М150, армована Вр-1 (100х100) - 45-70 мм 7. Гідроізоляція оклеюча з наплавленням «Техноеласт» - 5 мм 8. Звукоізоляція ROKWOOL70 мм 9. ж.б. плита перекриття 	572,8
Сходові клітини	2		<ol style="list-style-type: none"> 10. Керамічна плитка на клею Полімін П-12 - 8 мм 11. Грунтовка Полімін АС-5 12. Самовирівнююча суміш Полімін ЛЦ-4 13. Грунтовка Полімін 14. Цементно-піщана стяжка М150, армована Вр-1(100х100) - 30 мм 15. ж.б. плита перекриття 	232

Найменуван. приміщення	Тип підлоги	Схема підлоги або тип підлоги по серії	Дані елементів підлоги	Площа, м ²
Загальні кімнати і кухні	3		16. Паркет - 15 мм 17. Холодна мастика «Биски» 1,5 мм 18. Цементна стяжка 50мм 19. Звукоізоляція ROKWOOL 70 мм 20. ж.б. плита перекриття 21. Профнастил Н-75	7380

4.2.6. Сходи

Будинок має одну сходову клітку, яка спеціально проектується як незадимлювана, щоб забезпечити безпечну евакуацію мешканців у разі пожежі.

Ширина сходового маршу становить 1200 мм, що дозволяє зручно пересуватися. Між сходовими маршами залишається простір шириною 100 мм для проходження пожежного шлангу.

Сходи виконані з монолітного залізобетону та мають опалубку спеціальної форми. Ширина сходових клітин 2500 мм.

Огорожа сходів, або перила, виготовлені зі сталі і мають дерев'яний поручень. Стійки огорожі приварені до сталевих деталей ступенів. Висота огорожі становить 850 мм від поверхні сходів або майданчика до верху поручня. [6]

4.2.7 Вікна та двері

Освітленість приміщень в основному залежить від розмірів, форми і розташування вікон в приміщенні [6].

У житлових кімнатах площа вікон для забезпечення оптимальної освітленості приймалася в межах від 1/8 площі підлоги і не більше 1 / 5,5. Форма, розміри, пропорції і розміщення вікон на фасаді є важливими елементами, що суттєво впливають на архітектурний вигляд будинку

його загальну архітектурну виразність.

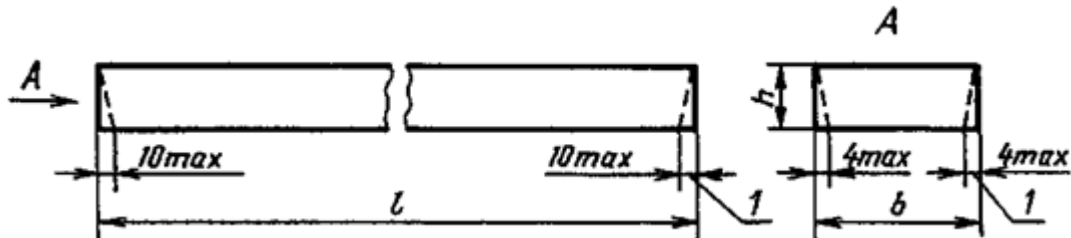
Специфікацію віконного і дверного заповнення прорізів вносимо в таблицю. Специфікація елементів заповнення перерізів [13].

Таблиця 1.9

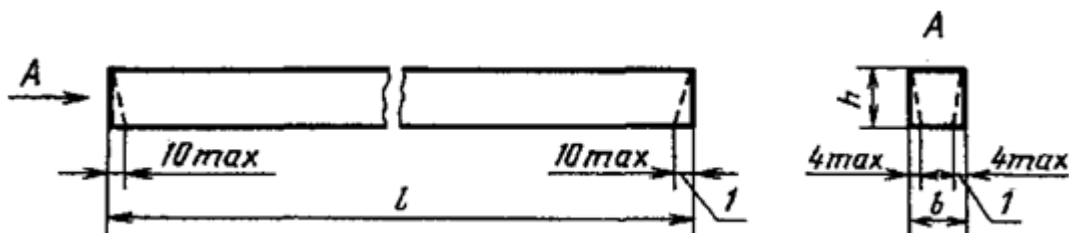
Поз	Познач	Найменування	Кількість на поверсі, шт.							Площа, м ²	
			підвал	1	2	...	16	17	Всього	На од.	Всього
Блоки віконі											
ВК-1	ДСТУ В.2.6-23:2009	ВПлР2СП 15-15ПВ		10	10	10	10		160	2,25	380,25
ВК-2	ДСТУ В.2.6-23:2009	ВПлР2СП 21-15ПВ		2	2	2	2		32	3,0	122,4
ВК-3	ДСТУ В.2.6-23:2009	ВПлР2СП 15-15ПВ			1	1	1		15	2,25	38,25
ВК-4	ДСТУ В.2.6-23:2009	ВПлР2СП 15-13ПВ		4	4	4	4		64	2,1	142,8
ВК-5	ДСТУ В.2.6-23:2009	ВПлР2СП 21-15ПВ						8	8	3,15	25,2
ВК-6	ДСТУ В.2.6-23:2009	ВПлР2СП 40-21ПВ						3	6	8,0	48,0
ВК-7	ДСТУ В.2.6-23:2009	ВПлР2СП 35-40ПВ						2	2	14,35	57,4
Зовнішній дверний блок											
Д-1	ДСТУ В.2.6-23:2009	ДСтЗГОд 22-15ПоКП		1					1	3,3	3,3
Внутрішній дверний блок в стінах											
Д-2	ДСТУ В.2.6-23:2009	ДГ 21-12 протипожежні 2-го типу, з доводчиком і ущільненнями в притворах		2	2	2	2		32	2,52	85,68
Д-3	ДСТУ В.2.6-23:2009	ДГ 21-9		5	5	5	5		80	1,89	160,65
Д-4	ДСТУ В.2.6-23:2009	ДГ 21-9		6	6	6	6		96	1,89	192,78
Д-5	ДСТУ В.2.6-23:2009	ДГ 21-7		4	4	4	4		64	1,68	114,24
	Всього								255		467,67
Внутрішній дверний блок у перегородках											
Д-6	ДСТУ В.2.6-23:2009	ДГ 21-9		5	5	5	5		85	1,89	160,65
Д-7	ДСТУ В.2.6-23:2009	ДГ 21-9		5	5	5	5		85	1,89	160,65
Д-8	ДСТУ В.2.6-23:2009	ДГ 21-14		4	4	4	4		68	2,94	199,92

Віконні і дверні отвори стін перекриваються перемичками. Перемички підбираються по [ДСТУ Б.В.2.6.-55:2008] в залежності від ширини і характеру роботи перемичок.

Перемички прийняті типу ПП (плитні) -рис.5 і ПБ (брускові) - рис.6.



Мал. 5. Перемичка плитна. 1 - технологічний ухил.



Мал. 6. Перемичка брускова.

де 1 – технологічний
ухил.

Специфікація перемичок приведена в таблиці 1.10.

Поз.	Марка	Основні розміри перемички, мм			Всього
		Довжина <i>l</i>	Ширина <i>b</i>	Висота <i>h</i>	
1	1ПБ13-1	1290	120	65	170
2	1ПБ16-1	1550			68
3	1ПБ13-1	1290	250	65	340
4	5ПБ18-27	1110		220	34
5	5ПБ25-27	2460			34
6	3ПП18-71	1810	380	220	34
7	2ПП23-7	2330		140	68
8	1ПП12-3	1160		65	170

4.2.8 Внутрішнє та зовнішнє оздоблення

Всі оздоблювальні матеріали, які будуть використовуватись, повинні мати відповідну сертифікацію відповідно до санітарних норм і отримати дозвіл на використання від Міністерства охорони здоров'я України. Облицювальні роботи виконуються з метою захисту будівельних конструкцій від зовнішніх впливів, забезпечення теплоізоляції та звукоізоляції, виконання санітарно-гігієнічних вимог і для декоративного оздоблення поверхонь [4].

Використання сучасних облицювальних матеріалів підвищує естетичні характеристики обробки. Для облицювання фасадів будинку використовують системи вентильованих фасадів "ECOBOND" з можливістю вибору замовником кольору. Внутрішнє оздоблення стін виконується штукатуркою Ceresit, а також застосовується поклейка шпалер, які обираються індивідуально кожним майбутнім мешканцем.

Відомість оздоблення приміщень.

Таблиця 1.11.

Найменування	Стеля		Стіни і перегородки		Низ стін і перегородок			Примітки
	Вид обробки	S, м ²	Вид обробки	S, м ²	Вид обробки	S, м ²	h, м	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Житлова кімната	Підвісна стеля гкл	5369,6	Шпалери (по індивід. замовлення)	17115,6	-	-	-	-
Кухня	Підвісна стеля гкл	2136,9	Шпалери та керамічної плитки (50\50)	6410,7	-	-	-	-
Санвузол	Керамічна плитка	608,6	Керамічна плитка	1825,8	Керамічна плитка	608,6		

4.2.9 Інженерно-технічне обладнання

Водопровід – господарсько-питний, потрібні напори забезпечуються напором в зовнішньої високо напірної мережі.

Каналізація - стоки скидаються в міську мережу, водостік - внутрішній з випуском до каналізації. Опалення - індивідуальна котельня на всю будівлю, від неї і гаряче водопостачання. Вентиляція примусова.

Електропостачання - II категорії від зовнішньої мережі, напруга 380 / 220В. Освітлення - лампи розжарювання.

Обладнання зв'язку - індивідуальні антени або кабельне телебачення, телефонні вводи. Обладнання кухонь та санвузлів - електроплити, мийки, умивальники, ванни, унітази.

Ліфти в будинку двох типів: один - для підйому людей і один - для транспортування підрозділів пожежної охорони.

4.2.10 Теплотехнічний розрахунок

Згідно ДБН В.2.6-31: 2006 проектом передбачено утеплення зовнішніх стін.

Зовнішні стіни виконані з пінобетону з утеплювачем .

Фактичне значення опору теплопередачі для зовнішніх стін становить

$$R = 3.3 \text{ м}^2$$

$^{\circ}\text{C} / \text{Вт}$; для покриття $R = 5.95 \text{ м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C} / \text{Вт}$.

Віконні блоки скляться двокамерними склопакетами. Опір теплопередачі

для вікон становить $R = 0.6 \text{ м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C} / \text{Вт}$.

Розрахункові параметри зовнішнього повітря:

- температура зовнішнього повітря найбільш холодної п'ятиденки з - забезпеченістю 0.92 тх.п. = $-23 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- абсолютна мінімальна температура $t_a = -31 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- середня температура найбільш холодних днів тх.с. = $-28 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- температура найбільш холодного періоду $t_{на} = -23 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- тривалість опалювального періоду - 122 днів.

Розрахункові температури внутрішнього повітря: - квартири $21 \text{ }^{\circ}\text{C}$:

- сходові клітини $18 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- санітарні вузли $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Нормативний температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і температурою внутрішньої поверхні огорожувальних конструкцій:

- зовнішні стіни 6°C ;
- покриття 4°C ;
- перекриття над цокольним поверхом 2°C .

Коефіцієнти прийняті в залежності від положення зовнішніх конструкцій:

- для зовнішніх стін 1;

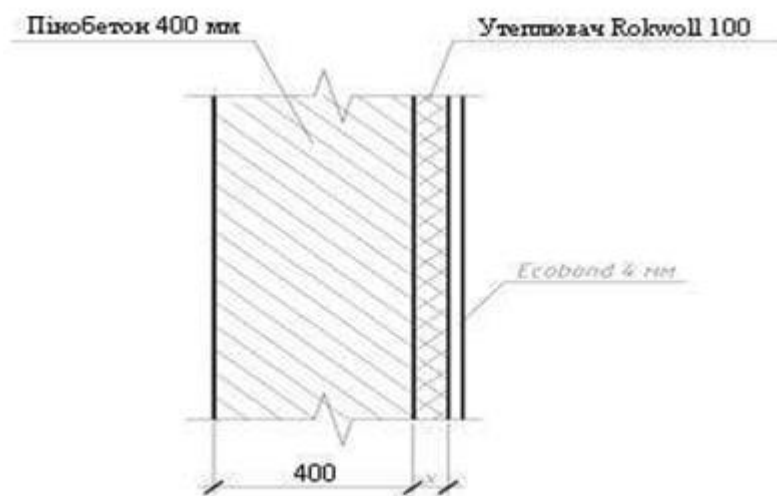
- для покрівлі 0.6;
- для перекриття над цокольним поверхом 0.9.

За санітарно-технічним умовам розрахунковий опір має бути не менше нормативного значення $R_o \geq R_{отр}$.

Значення $R_{отр}$ визначаємо згідно ДБН в залежності від температурної зони. Середня температура найбільш холодних трьох діб :

$$(t_{х.с.} + t_{х.п.})/2 = (-29 - 23)/2 = -26^{\circ}\text{C}.$$

4.2.11 Розрахунок утеплення зовнішніх стін



Мал. 7. Конструкція стіни (зовнішня)

Конструкція стіни (зовнішня)

Таблиця 1.13.

№ шару	Найменування шару	Щільність γ , кг/м ³	Товщина δ , мм	Коефіцієнт теплопровідності, λ , Вт/(м ² ·°С)
1	Пінобетон	800	400	0,21
2	Утеплювач «Rokwool»	x	200	0.041

Для розрахунку приймаємо $R_{\Sigma пр} = 3,3$ тоді

$$R_{\Sigma пр} = \frac{1}{\alpha_{в}} + \frac{1}{\alpha_{н}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_{ут}}{\lambda_{ут}}$$

де:

$\alpha_{в} = 8,7$ - коефіцієнт тепловіддачі внутрішніх поверхонь огороження;

$\alpha_{н} = 23$ - коефіцієнт тепловіддачі зовнішніх поверхонь огорожі;

λ - коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м°C);

δ - товщина шару, м.

Отже:

$$\delta_{ут} = \lambda_{ут} \left(R_{\Sigma пр} - \frac{1}{\alpha_{в}} - \frac{1}{\alpha_{н}} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} \right)$$

$$\delta_{ут} = 0,041 \left(3,3 - \frac{1}{8,7} - \frac{1}{23} - \frac{0,4}{0,21} \right) = 0,051 \text{ м}$$

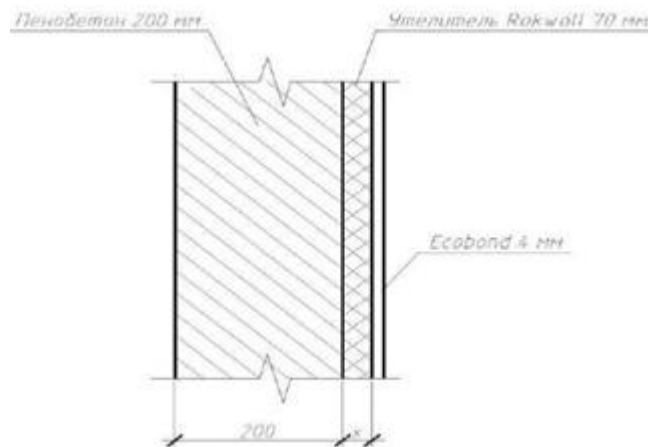
Приймаємо модульну ширину утеплювача 0,07 м або 70 см.

Перевіряємо виконання умови:

$$R_{\Sigma пр} \geq R_{q \text{ min}}$$
$$R_{\Sigma пр} = \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + \frac{0,4}{0,21} + \frac{0,07}{0,041} = 4,04 \text{ (м}^2\text{°К)/Вт}$$

Отже умова виконується

$$4,04 \geq 3,3$$



Мал. 8. Конструкція стіни (зовнішня)

Конструкція стіни (зовнішня)

Таблиця 1.14.

№ шару	Найменування шару	Щільність $\gamma, \text{кг/м}^3$	Товщина $\delta, \text{мм}$	Коефіцієнт теплопровідності, $\lambda, \text{Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$
1	Пінобетон	800	200	0,21
2	Утеплювач «Rokwoll»	x	200	0.041

Для розрахунку приймаємо $R_{\Sigma \text{пр}} = 3,3$ тоді

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{\lambda_{\text{ут}}}$$

де:

$\alpha_{\text{в}} = 8,7$ - коефіцієнт тепловіддачі внутрішніх поверхонь огороження;

$\alpha_{\text{н}} = 23$ - коефіцієнт тепловіддачі зовнішніх поверхонь огорожі;

λ - коефіцієнт теплопровідності, $\text{Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$;

δ - товщина шару, м.

Отже:

$$\delta_{\text{ут}} = \lambda_{\text{ут}} \left(R_{\Sigma \text{пр}} - \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} - \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} \right)$$

$$\delta_{\text{ут}} = 0,041 \left(3,3 - \frac{1}{8,7} - \frac{1}{23} - \frac{0,2}{0,21} \right) = 0,078 \text{ м}$$

Приймаємо модульну ширину утеплювача 0,1 м або 100 см.

Перевіряємо виконання умови:

$$R_{\Sigma \text{пр}} \geq R_{q \text{ min}}$$

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + \frac{0,4}{0,21} + \frac{0,07}{0,041} = 4,04 \text{ (м}^2 \cdot \text{°K)/Вт}$$

Отже умова виконується:

$$3,77 \geq 3,3$$

На підставі розрахунку приймаємо товщину утеплювача 100 мм марки «Rokwoll». Плити розміром 600 x 1200 мм.

4.3. Конструктивні рішення

Розрахунок балкової клітки житлового 17-ти поверхового будинку в м. Івано-Франківськ [1, 2, 34]

4.3.1. Збір навантажень на другорядну балку

1. Склад навантажень:
2. 1. Важкий бетон (120мм) $= \gamma \cdot h = 25000 \cdot 0,12 = 3 \text{ Кн/м}^2$;
3. Цементно-піщана стяжка (40мм) $= \gamma \cdot h = 18000 \cdot 0,04 = 0,72 \text{ Кн/м}^2$;
4. Паркет дубовий (20мм) $= \gamma \cdot h = 7000 \cdot 0,02 = 0,14 \text{ Кн/м}^2$;
5. Сталевий настил Н60-845-0,8 $= 0,1 \text{ Кн/м}^2$ (нормативна);
6. Характеристичне значення навантаження по ДБН.В.1.2-2:2006 складне $1,5 \text{ Кн/м}^2$

де γ - питома вага, Н/м^3 ,

h - висота, м.

Нормативне навантаження:

$$q_n^H = \sum 3 + 0,72 + 0,14 + 0,1 = 3,96 \text{ Кн/м}^2$$

Нормативне й розрахункове навантаження на балку:

$$q_{\text{бн}}^H = (q_0 + q_n^H) a_{\text{бн}}^H = (1,5 + 3,89) \cdot 1 = 5,39 \text{ Кн/м}$$

де a - крок балок настилу: $a = 1000 \text{ мм} = 1 \text{ м}$

Визначаємо розрахункове навантаження на балку:

$$q_{\text{бн}} = (q_0 \cdot \gamma_{f1} + q_n^H \cdot \gamma_{f2}) \cdot a_{\text{бн}}$$

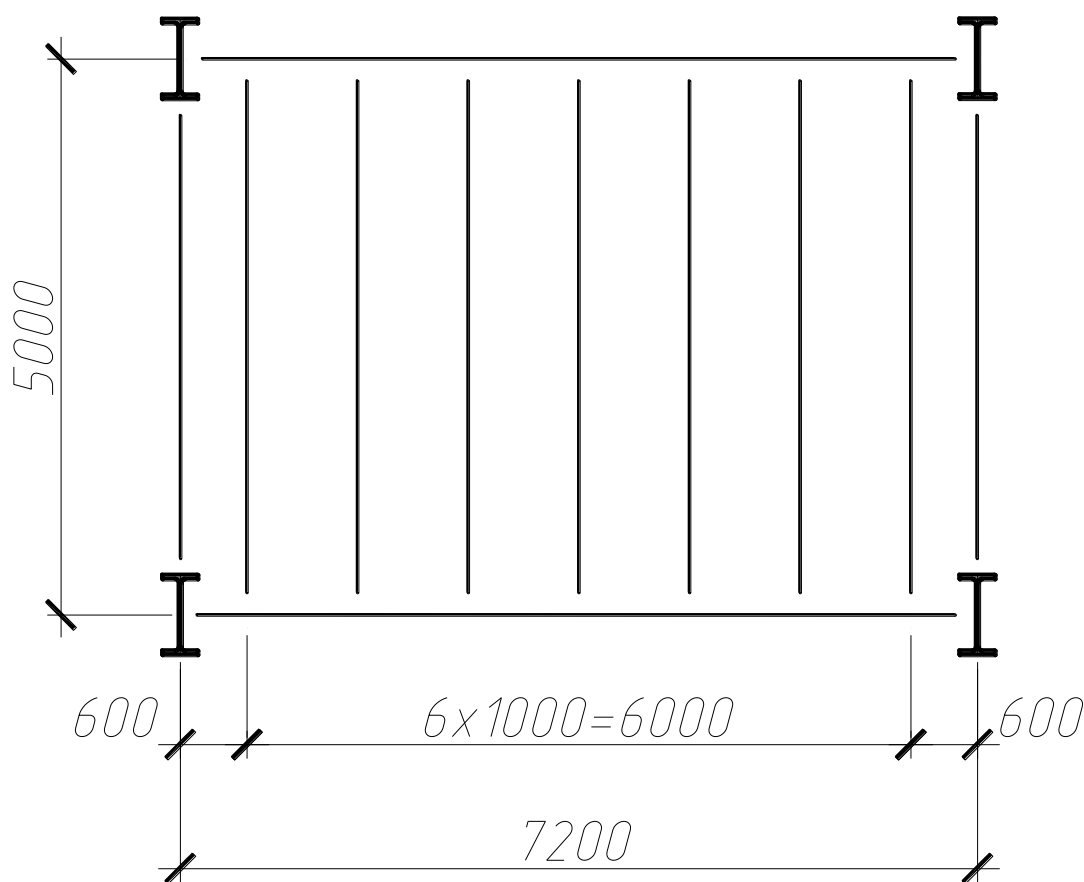
γ_{f1} - коефіцієнт надійності за навантаженням, $\gamma_{f1} = 1,05$ для постійного навантаження;

γ_{f2} - коефіцієнт надійності за навантаженням, $\gamma_{f2} = 1,3$ для

Тимчасового навантаження.

$$q_{\text{бн}} = (1,5 \cdot 1,05 + 3,89 \cdot 1,3) \cdot 1 = 6,72 \text{ Кн/м}$$

4.3.2 Розрахунок балок настилу простої балочної клітки



Нормативне і розрахункове навантаження на балку:

$$q_{\text{бн}}^n = (q_0 + q_n) \cdot a_{\text{бн}}^n = (1,5 + 3,89) \cdot 1 = 5,39 \text{ КН/м}$$

где a крок балок настилу: $a = 1000 \text{ мм} = 1 \text{ м}$

Визначаємо розрахункове навантаження на балку: $q_{\text{бн}} = (q_0 \cdot \gamma_{f1} + q_n^u \cdot \gamma_{f2}) \cdot a_{\text{бн}}$

$$q_{\text{зн}} = (q_0 \cdot \gamma_{f1} + q_n^u \cdot \gamma_{f2}) \cdot a_{\text{бн}}$$

γ_{f1} – коефіцієнт надійності за навантаженням, $\gamma_{f1} = 1,2$ для

постійного навантаження;

γ_{f2} – коефіцієнт надійності за навантаженням, $\gamma_{f2} = 1,05$ для

тимчасового навантаження.

$$q_{\text{бн}} = (1,5 \cdot 1,2 + 3,89 \cdot 1,05) \cdot 1 = 5,88 \text{ КН/м}$$

Розрахункове зусилля на балку - максимальний згинальний момент:

$$M_p = \frac{q^p l^2}{8} = \frac{5,88 \cdot 5^2}{8} = 18,38 \text{ КН} \cdot \text{м}$$

где $l = 5 \text{ м}$. - довжина балки настила

Необхідний момент опору

$$W_{nx}^{mp} = \frac{M_p}{c_x R_y \gamma_c} = \frac{18,38 \cdot 100 \cdot 10}{1,1 \cdot 230 \cdot 1,1} = 66,04 \text{ см}^3$$

где c_x - коефіцієнт пластичності, попередньо приймаємо $c_x = 1,1$;

$R_y = 230 \text{ МПа}$ по ДБН.В.1.2-2:2006

$\gamma_c = 1,1$ по ДБН.В.1.2-2:2006

За отриманого значення необхідного моменту опору з сортаменту приймаємо перетин прокатного двутавра - **№14**:

$h = 140 \text{ мм}; b = 73 \text{ мм}; t_{\sigma} = 4,9 \text{ мм}; t_f = 7,5 \text{ мм}; g = 13,7 \text{ кг / м}; I_x = 572 \text{ см}^4; W_x = 81,7 \text{ см}^3$.

$$\frac{A_f}{A_w} = \frac{b_f \cdot t_f}{(h - 2 \cdot t_f) \cdot t_{\sigma}} = \frac{64 \cdot 6,3}{(120 - 2 \cdot 6,3) \cdot 4,4} = 0,72.$$

Визначаємо інтерполяцією згідно з даними табл. 66 [1] $c_x = 1,095$ при:

Перевіряємо міцність балки за нормальними напруженням

$$\sigma = \frac{M^p}{c_x W_{nx}} = \frac{18,38 \cdot 1000}{1,095 \cdot 81,7} = 205,5 \text{ МПа} < R_y \gamma_c = 230 \cdot 1,1 = 253 \text{ МПа}.$$

Міцність балки забезпечена.

За дотичним напруженням ми не перевіряємо, т.к. $\frac{h}{l} \leq \frac{1}{5}$

Перевірка жорсткості (друге бокові стан)

відносний прогин $\frac{h}{l} \leq \frac{1}{183,3}$

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_n l^3}{EI_x} \leq \left[\frac{f}{l} \right]$$

де q_n – постійна рівномірно розподілене навантаження;

l – проліт;

$\left[\frac{f}{l}\right]$ – нормативний прогин, що приймається $\left[\frac{1}{250}\right]$.

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,0589 \cdot 500^4}{2,06 \cdot 10^4 \cdot 572} = 4,1 \text{ см} > 2 \text{ см} = \frac{1}{250} l$$

Жорсткість балки настилу не забезпечена.

Приймаємо двутавр № 16 (ГОСТ 8239-72 *)

$$h = 160 \text{ мм}; b = 81 \text{ мм}; t_{\sigma} = 5 \text{ мм}; t_f = 7,8 \text{ мм}; g = 15,9 \text{ кг / м}; I_x = 873 \text{ см}^4; W_x = 109 \text{ см}^3.$$

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,0589 \cdot 500^4}{2,06 \cdot 10^4 \cdot 873} = 2,6 \text{ см} > 2 \text{ см} = \frac{1}{250} l$$

Жорсткість і міцність балки настилу не забезпечена.

Приймаємо двутавр № 18 (ГОСТ 8239-72 *)

$$h = 180 \text{ мм}; b = 90 \text{ мм}; t_{\sigma} = 5,1 \text{ мм}; t_f = 8,1 \text{ мм}; g = 18,4 \text{ кг / м}; I_x = 1290 \text{ см}^4; W_x = 143 \text{ см}^3.$$

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,0589 \cdot 500^4}{2,06 \cdot 10^4 \cdot 1290} = 1,8 \text{ см} < 2 \text{ см} = \frac{1}{250} l$$

Жорсткість і міцність балки настилу забезпечена.

Приймаємо двутавр № 18

4.3.3. Розрахунок головної балки

У зв'язку з приватним розташуванням балок настилу навантаження на головну балку приймаємо рівномірно розподіленим [1,5,14].

Збір навантажень на головну балку і визначення розрахункових зусиль:

$$q_n = \left(g_n + g_{\text{наст}} + \frac{g_{\text{ст.б.}}}{b} \right) \cdot l =$$

нормативне навантаження на балку -

$$= \left(1,5 + 3,89 + \frac{0,184}{1} \right) \cdot 5 = 27,87 \text{ кН / м};$$

розрахункове навантаження на балку –

$$q = \left(g_n \cdot \gamma_{f1} + g_{\text{наст}} \cdot \gamma_{f2} + \frac{g_{\text{ст.б.}} \cdot \gamma_{f2}}{b} \right) \cdot l =$$

$$= \left(1,5 \cdot 1,2 + \left(3,89 + \frac{0,184}{1} \right) \cdot 1,05 \right) \cdot 5 = 30,39 \text{ кН / м};$$

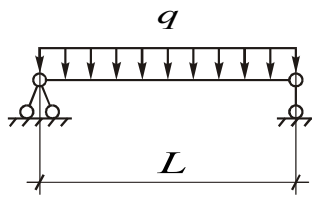
Взамен инв. №

Подпись и дата

Иное № подл.

Сод.	К-во	Лист	№ Док.	Подпись	Дата	Лист
						36

Визначаємо розрахунковий момент і поперечну



силу:

$$M_{\max} = \frac{q \cdot L^2}{8} = \frac{30,39 \cdot 7,2^2}{8} = 196,93 \text{ кНм};$$

$$M_{\max}^u = \frac{q_u \cdot L^2}{8} = \frac{27,87 \cdot 7,2^2}{8} = 180,6 \text{ кНм}; \quad Q_{\max} = \frac{q \cdot L}{2} = \frac{30,39 \cdot 7,2}{2} = 109,4 \text{ кН}.$$

Необхідний момент опору:

$$W_{nx}^{mp} = \frac{M_x}{c_x R_y \gamma_c} = \frac{196,93 \cdot 1000}{1,1 \cdot 230 \cdot 1,1} = 707,62 \text{ см}^3$$

Приймаємо двутавр № 36Б1 (ГОСТ 8239-72*)

$$h = 360 \text{ мм}; b = 145 \text{ мм}; d = 7,5 \text{ мм}; t = 12,3 \text{ мм}; g = 61,9 \text{ кг / м}; I_x = 13380 \text{ см}^4; W_x = 743 \text{ см}^3.$$

Перевіряємо міцність балки

$$\frac{A_f}{A_w} = \frac{b_f \cdot t_f}{(h - 2 \cdot t_f) \cdot t_w} = \frac{145 \cdot 12,3}{(360 - 2 \cdot 12,3) \cdot 7,5} = 0,7.$$

Визначаємо інтерполяцією згідно з даними табл. 66 [1] $c_x = 1,1$

$$\sigma = \frac{196,93 \cdot 1000}{1,1 \cdot 707,62} = 253 \text{ МПа} < R_y \gamma_c = 230 \cdot 1,1 = 253 \text{ МПа}$$

Перевіряємо жорсткість балки за формулою:

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,3039 \cdot 500^4}{2,06 \cdot 10^4 \cdot 13380} = 1 \text{ см} > 2 \text{ см} = \frac{1}{250} l.$$

Жорсткість і міцність головної балки забезпечена.

4.3.4. Розрахунок опорного ребра головної балки

Площа опорного ребра балки визначаємо з умови зминання (торець стругати) за формулою:

$$A = \frac{Q_{\max}}{R_p \cdot \gamma_c} = \frac{109,4 \cdot 10}{336 \cdot 1} = 3,25 \text{ см}^2,$$

где $R_p = 336 \text{ МПа}$ - розрахунковий опір зім'яту стали С255 по ГОСТ 27772-88 з тимчасовим опором $R_u = 370 \text{ МПа}$

Ширину опорного ребра головної балки приймаємо рівною

$$b_p = b_f + 20 = 155 + 20 = 175 \text{ мм}.$$

Виходячи, з умов місцевої стійкості опорного ребра його товщина повинна бути не менше

$$- t_p \geq 2 \cdot b_p \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 2 \cdot 16,5 \cdot \sqrt{\frac{240}{2,06 \cdot 10^5}} = 1,2 \text{ см}.$$

Остаточно, приймаємо товщину опорного ребра рівним $t_p = 1,5 \text{ см}$.

Визначаємо геометричні характеристики опорного ребра -

$$A_{\text{он.ч.}} = b_p \cdot t_p + c \cdot t_p^2 \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 16,5 \cdot 1,5 + 0,65 \cdot 1,23^2 \cdot \sqrt{\frac{2,06 \cdot 10^5}{240}} = 53,56 \text{ см}^2;$$

$$I_{\text{он.ч.}} = \frac{t_p \cdot b_p^3}{12} = \frac{1,5 \cdot 16,5^3}{12} = 561,5 \text{ см}^4;$$

$$i_{\text{он.ч.}} = \sqrt{\frac{I_{\text{он.ч.}}}{A_{\text{он.ч.}}}} = \sqrt{\frac{561,5}{53,56}} = 3,24 \text{ см};$$

$$\lambda = \frac{h_w}{i_{\text{он.ч.}}} = \frac{36}{3,24} = 11,11 \Rightarrow \varphi = 0,9843 \text{ - по ДБН.В.1.2-2:2006}$$

$$\text{Звідси, стійкість опорного ребра } \sigma = \frac{Q_{\text{max}}}{\varphi \cdot A_{\text{он.ч.}}} = \frac{1094 \cdot 10}{0,9843 \cdot 53,56} = 207,4 \text{ МПа} \leq R_y \cdot \gamma_c,$$

$\gamma_c = 1,0$ – коефіцієнт умови роботи (ДБН.В.1.2-2:2006).

Визначаємо катет зварного шва «А» прикріплення опорного ребра до стінки балки. Зварювання приймаємо напівавтоматичного з $\square f = 0,7$ і $\square z = 1,0$ розрахунковий опір металу зварного шва -

$R_{wf} = 215 \text{ МПа}$ (ДБН.В.1.2-2: 2006) для зварювального дроту Св08Г2С по ГОСТ 2246-70 *.Расчетное сопротивление

$$R_{wz} = 0,45 R_{wf} = 0,45 \cdot 370 = 166,5 \text{ МПа} \text{ (ДБН.В.1.2-2:2006)}.$$

Тоді катет зварного шва по металу шва складе

$$k_f = \sqrt{\frac{Q_{\text{max}}}{2 \cdot 85 \cdot \beta_f^2 \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c}} = \sqrt{\frac{1094 \cdot 10}{2 \cdot 85 \cdot 0,7^2 \cdot 215 \cdot 1 \cdot 1}} \approx 0,78 \approx 0,8 \text{ см},$$

Те ж, по металу кордону сплаву

$$k_f = \sqrt{\frac{Q_{\max}}{2 \cdot 85 \cdot \beta_f \cdot \beta_z \cdot R_{wz} \cdot \gamma_{wz} \cdot \gamma_c}} = \sqrt{\frac{1094 \cdot 10}{2 \cdot 85 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 166,5 \cdot 1 \cdot 1}} \approx 0,74 \approx 0,8 \text{ см.}$$

Згідно таблиці 38 СНиП II-23-81 * мінімальний катет зварного шва кріплення опорного ребра до стінки балки дорівнює $k_f = 8 \text{ мм}$.

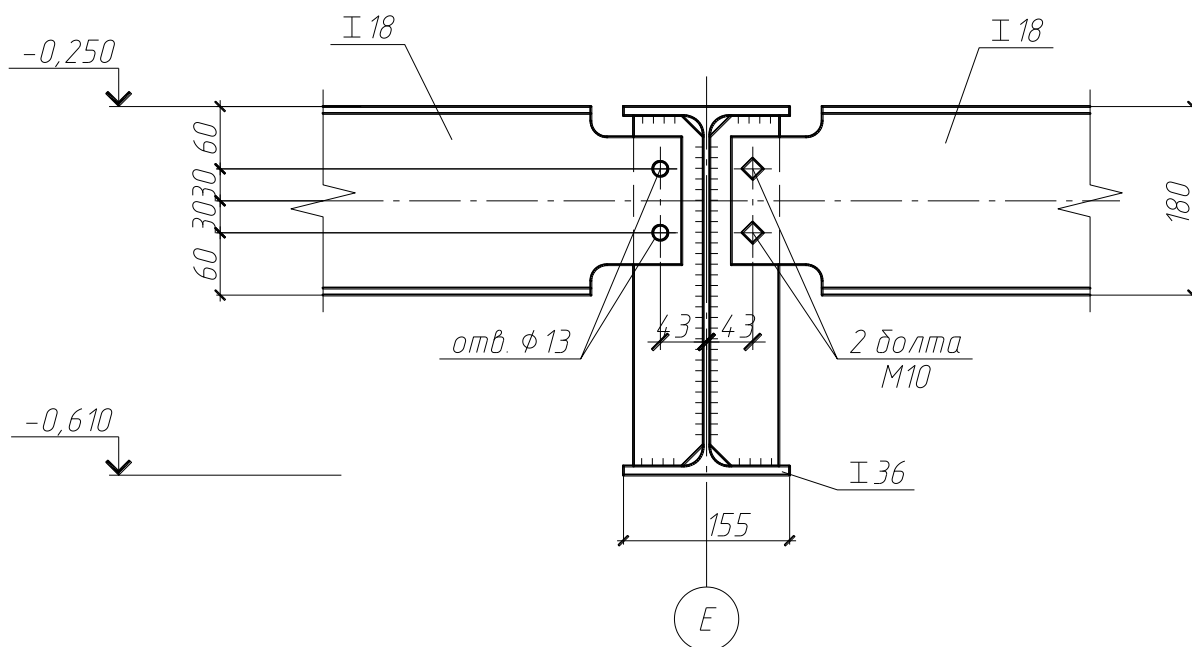
Остаточно приймаємо катет зварного шва рівним $k_f = 8 \text{ мм}$

4.3.5. Розрахунок кріплення другорядної балки до головної

Кріплення балки здійснюємо за допомогою болтів нормальної точності. Приймаємо діаметр болта рівним 10 мм, клас міцності 4.6, клас точності С.

Величина зусилля в з'єднанні визначається як реакція опори другорядної балки. При прольоті другорядної балки, що дорівнює 5 м, і навантаженої рівномірно розподіленим навантаженням величиною $q = 5,88 \text{ кН/м}$, реакція опори становить

$$F = R = \frac{q \cdot l}{2} = \frac{5,88 \cdot 5}{2} = 14,7 \text{ кН.}$$



Несучу здатність одного болта на зріз визначаємо за формулою

$$N_b = R_{bs} \cdot \gamma_b \cdot A \cdot n_s = 150 \cdot 10^{-1} \cdot 0,9 \cdot 0,785 \cdot 1 = 10,59 \text{ кН}$$

де $R_{bs} = 150 \text{ МПа}$ - розрахунковий опір болта на зріз (ДБН.В.1.2-2:2006);

$\gamma_b = 0,9$ - коефіцієнт умови роботи болтового з'єднання в розрахунках на зріз і зминання;

$n_s = 1$ - кількість зрізів болтового з'єднання;

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 1^2}{4} = 0,785 \text{ см}^2$$
 - площа поперечного перерізу одного болта

діаметром 10 мм.

Несуча спроможність одного болта на зминання визначаємо за формулою:

$$N_b = R_{bp} \cdot \gamma_b \cdot d \cdot \sum t = 450 \cdot 10^{-1} \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,51 = 20,65 \text{ кН} ,$$

где $R_{bp} = 450 \text{ МПа}$ - розрахунковий опір болта на зминання (табл. 59);

$\gamma_b = 0,9$ - коефіцієнт условия работы болтового соединения в расчетах на срез и смятие;

$d = 10 \text{ мм}$ - діаметр болта;

$\sum t = 5,1 \text{ мм}$ - найменша сумарна товщина елементів, м'ятих в одному напрямку (для даного випадку - товщина стінки другорядної балки з прокатного двутавра № 36).

Визначаємо розрахункову кількість болтів болтового з'єднання:

$$n = \frac{F}{N_b^{\min}} = \frac{14,7}{10,5} = 1,4 \text{ шт} .$$

Для кріплення другорядної балки до головної балки приймаємо болтове з'єднання на 2 болтах.

Конструювання болтового з'єднання здійснюється згідно з вимогами ДБН.В.1.2-2: 2006.

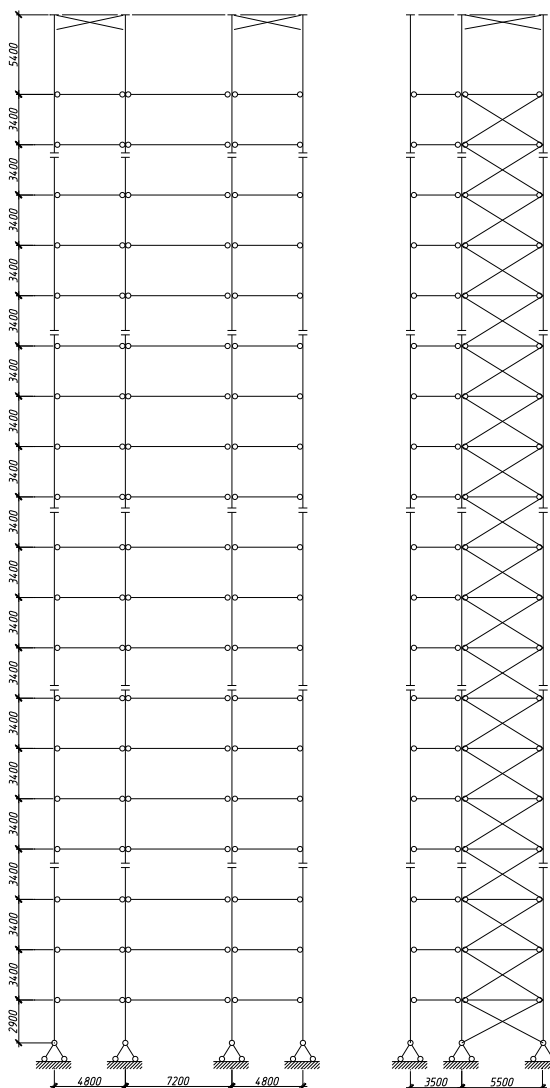
4.3.6. Розрахунок просторової рами

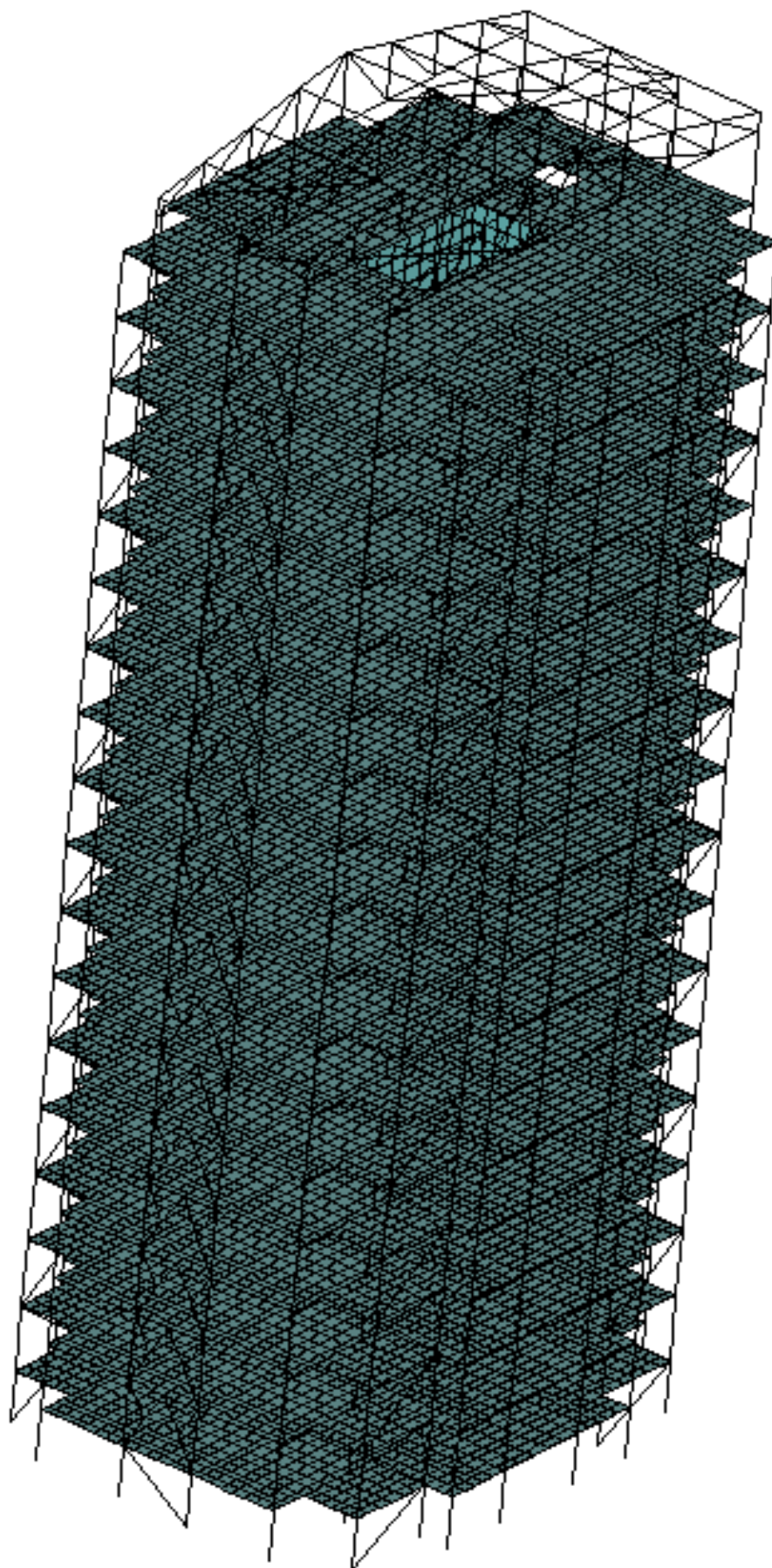
Просторова рама (по рядах А-Н) складається з наступних плоских рам:

- 2 рами з прольотами 3500, 5000, 3500 (мал. 2,1 а);
- 4 рами с прольотами 2000, 4600 (мал. 2,1 б);
- 2 рами – 5100, 5000, 5000, 5000, 5100;
- 2 рами - 5100, 5000, 5000, 5000, 5100;

Просторова рама (в осях 1-8) складається з наступних плоских рам:

- 2 рами с прольотами 4800, 7200, 6000, 7200, 4800;
- 2 рами – 4800, 7200, 6000, 7200, 4800;
- 2 рами – 7200, 7200, 6000, 7200, 72



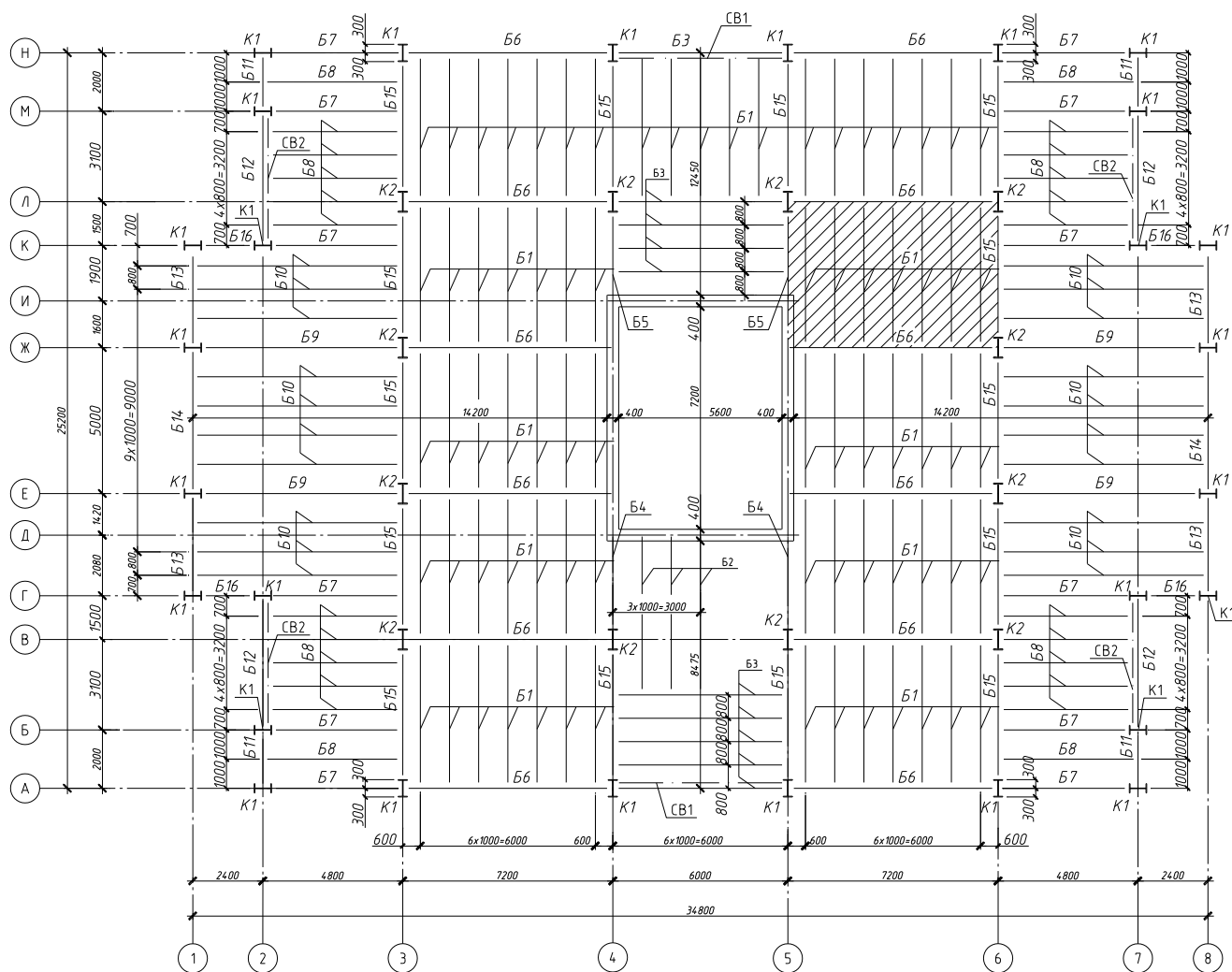


Мал. 2.5 Просторова схема рами

Розрахункова висота колон:

- для підвальної частині становить 3150;
- для типового поверху - 3400;
- для зимового саду - 4300.

Вантажна площа елементів рами - визначається виходячи з розташування конструкцій в плані.



Мал. 2.6 Схема розташування елементів типового поверху

Район будівництва (V сніговий район і III вітрової район)

Попередньо для розрахунку задаємося мінімальним перетином колони 20Ш1 з такими геометричними характеристиками:

$$A = 38,95\text{см}^2, I_x = 2660\text{см}^4, I_y = 507\text{см}^4, W_x = 275\text{см}^3, W_y = 62,6\text{см}^3,$$

$$i_x = 8,26\text{см}, i_y = 3,61\text{см}$$

4.3.7. Збір навантажень на поперечну раму

Постійне навантаження

Постійне навантаження на ригелі рами залежить від прийнятого конструктивного рішення пристрою перекриття.

Збір постійного навантаження на ригелі рами наведено в таблиці 1

Таблиця 1

склад навантаження	Нормативне навантаження , $q_1^H, \text{кг} / \text{м}^2$	Коефіцієнт надійності за навантаження М γ_f	Розрахункове навантаження $q_1^P, \text{кг} / \text{м}^2$
1) Монолітна з / б плита $\delta = 120\text{мм}; \rho = 2500\text{кг} / \text{м}^2$	3	1,1	3,3
1) Хмарно звукоізоляційна прокладка 2) $\delta = 4\text{мм}; \rho = 1800\text{кг} / \text{м}^2$	0,072	1,2	0,0864
1) Стяжка з цементно-піщаного розчину $\delta = 20\text{мм}; \rho = 1800\text{кг} / \text{м}^2$	0,40	1,3	0,72
1) Паркет (на мастиці) $\delta = 15\text{мм}; \rho = 750\text{кг} / \text{м}^2$	0,1125	1,2	0,135
Всього:	3,96		5,1

Розрахункове навантаження на 1 метр довжини ригеля приймається рівномірно-розподіленого і прикладається на конструкції перекриття кожного поверху:

$$q = q_{1(2)}^P \cdot B (\text{кН} / \text{м}).$$

Де $q_{1(2)}^P$ - розрахункове навантаження на ригель;

B – крок ригеля.

тимчасова навантаження

Корисне навантаження на ригелі рами приймаємо відповідно до ДБН В.1.2-2: 2006 "Навантаження і впливи" по табл. 6.2.

Корисне навантаження на ригелі рами становить 150 кг / м².

снігове навантаження

Розрахункову снігове навантаження на 1 метр довжини ригеля рами визначаємо за формулою:

$$S = \gamma_{fm} \cdot S_0 \cdot c \cdot B; (\text{кН} / \text{м})$$

де $S_0 = 1,38 \text{кН} / \text{м}^2$ (для району будівництва) - характеристичне значення снігового навантаження, дорівнює вазі снігового покриву на 1 м поверхні ґрунту; визначається в залежності від снігового району по дод.Е [31-34];

$\gamma_{fm} = 1,14$ - коефіцієнт надійності за граничним значенням снігового навантаженням, що визначається по табл.8.1 [31-34] в залежності від заданого середнього періоду повторюваності T ($T = 100$ років);

c - коефіцієнт, який визначається за формулою:

$$c = \mu \cdot C_e \cdot C_{alt} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1;$$

де $C_e = 1$ - коефіцієнт, що враховує вплив режиму експлуатації на накопичення снігу на покрівлі і визначається за п.8.9 [31-34];

$C_{alt} = 1$ (При $H < 0,5$ км) - коефіцієнт географічної висоти, враховує висоту розміщення будівельного об'єкта над рівнем моря, що визначається за Пункт 8.10 [31-34];

$\square = 1$ - коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву на поверхні ґрунту до снігового навантаження на покрівлю, який визначається за дод. Ж [31-34] в залежності від форми покрівлі і схеми розподілу снігового навантаження;

Розрахункове снігове навантаження рівномірно-розподіленим і прикладається тільки на конструкції покриття.

Але так як в даному дипломному проекті в якості покриття верхніх поверхів була прийнята конструкція ферми, то зберемо снігове навантаження на ферму.

Збір навантажень на покриття:

На ферму покриття снігове навантаження прикладається в вузлах, отже:

$$S_{\Pi} = \frac{d_1 + d_2}{2} * g$$

де S_{Π} – погонне навантаження на ферму;

$g = 1,38$ кН/м² – нормативна снігове навантаження;

d_1 і d_2 – довжини лівої і правої панелі пояса щодо розглянутого вузла.

Тоді вузлова навантаження на ферму буде дорівнює:

$$S_y = S_{\Pi} * b = \frac{3,150 + 3,150}{2} * 1,38 * 7,2 = 31,3 \text{ кН/м}$$

Вітрове навантаження

Граничне розрахункове значення вітрового навантаження визначається за формулою:

$$W^m = \gamma_{fm} \cdot W^o \cdot C \cdot B; (\text{кН/м})$$

де $\gamma_{fm} = 1,14$ - коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням вітрового навантаження, визначається від заданого середнього періоду повторюваності T за табл.9.1 [34] ($T = 100$ років);

$W^o = 0,6$ кН/м (для м. Івано-Франківськ) - характеристичне значення вітрового тиску, що дорівнює середній складової тиску вітру на висоті 10 м над поверхнею землі; визначається в залежності від вітрового району по дод. Е [34];

C - коефіцієнт, який визначається за формулою:

$$C = C_{aer} C_h C_{dir} C_{alt} C_d C_{rel}$$

де $C_{aer} = 1$ – аеродинамічний коефіцієнт, який визначається за дод. I [1] в залежності від форми споруди:

$$C_{e1} = + 0,8; \quad C_{e2} = - 0,6;$$

$C = 1$ – коефіцієнт висоти споруди, враховує збільшення вітрового навантаження залежно від висоти споруди або її частини над поверхнею землі, типу навколишньої місцевості (IV) і визначається по рис.9.2. [34] C_h визначається в залежності від висоти по інтерполяції;

$C_{alt} = 1$ ($H < 0,5$ км) – коефіцієнт географічної висоти, враховує висоту розміщення будівельного об'єкта над рівнем моря по пріл.9.10 [34];

$C_{rel} = 1$ (рівнина) - коефіцієнт рельєфу, враховує мікрорельєф місцевості поблизу площадки, на якій розташований об'єкт будівництва і приймається рівним одиниці; за винятком випадків, коли об'єкт будівництва розташований на пагорбі або схилі, п.9.11 [];

$C_{dir} = 1$ – коефіцієнт напрямку, враховує нерівномірність вітрового навантаження за напрямками вітру; приймається рівним одиниці по п.9.12 [1];

$C_d = 1$ – коефіцієнт динамічності, враховує вплив пульсаційної складової вітрового навантаження і просторову кореляцію вітрового тиску на споруду; визначається за графіками на рис.9.6 [34];

Схема дії вітрового навантаження на просторову раму приведена на рис. 2.3 відповідно до схеми 2 додатка I [34].

Вітрове навантаження приймається рівномірно-розподіленим і прикладається на кожні три поверхи будівлі.

Результати обчислення вітрового навантаження зводимо в таблицю:

№	Отм. границ	Отм. центра	C _h	C _{аer}		C		W _e		W _e	
				напор	отсос	напор	отсос	напор	отсос	напор	отсос
								Па	Па	кН	кН
1	0.000	5.400	1.6	0.8	0.6	1.29	0.97	946.3	709.7	4.8	3.6
	10.800										
2	10.800	16.200	2.1	0.8	0.6	1.70	1.27	1242.1	931.5	6.3	4.8
	21.600										
3	21.600	27.000	2.5	0.8	0.6	2.02	1.52	1478.6	1109.0	7.5	5.7
	32.400										
4	32.400	37.800	2.75	0.8	0.6	2.22	1.67	1626.5	1219.9	8.3	6.2
	43.200										
5	43.200	48.600	2.88	0.8	0.6	2.33	1.75	1703.4	1277.5	8.7	6.5
	54.000										
6	54.000	61.750	3.2	0.8	0.6	2.59	1.94	1892.7	1419.5	9.7	7.2
	69.500										

4.3.8 Розрахунок просторової рами

Розрахунок просторової рами виконуємо за допомогою програмного комплексу «Ліра». При розрахунку враховуються такі навантаження:

- 1 завантаженість - власна вага металу;
- 2 завантаженість - постійне навантаження на раму;
- 3 завантаженість - снігове навантаження;
- 4 завантаженість - вітрове навантаження.

Для розрахунку елементів рами виробляємо поєднання навантажень, для того щоб визначити найбільш несприятливі зусилля виникають в елементах.

1 комбінація зусиль - власна вага металу, постійна і снігова навантаження;

2 комбінація зусиль - власна вага металу, постійна навантаження і сумарна снігове і вітрове навантаження з коефіцієнтом сполучень тимчасових навантажень.

Виконуємо розрахунок, аналізуємо отримані результати і виконуємо підбір перерізу елементів конструкції.

4.3.9. Розрахунок стиснуто-згинальних колон

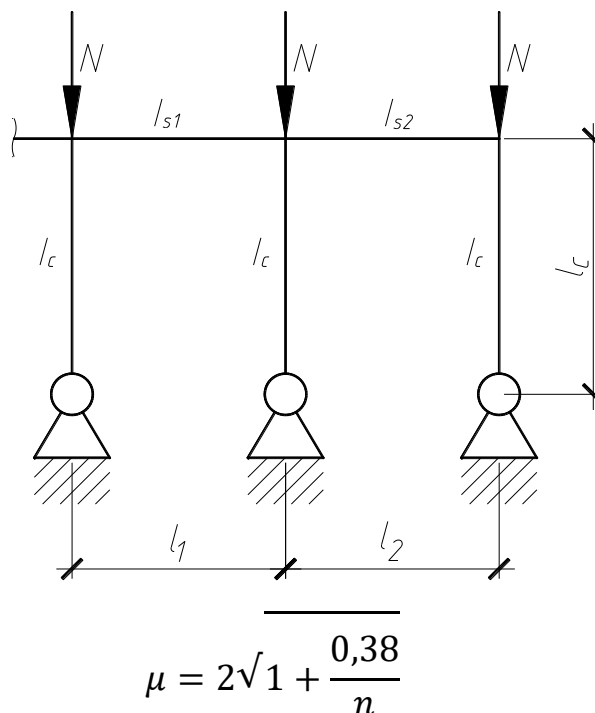
Розрахунок позацентрово стиснутої колони

Колони приймаємо довгою 12м і кожні наступні 12м зі зміною перетину.

Розрахунок ведемо в наступному порядку: задаємося перетином прокатного профілю та перевіряємо його на міцність і стійкість (в площині і з площини дії моменту).

Балочна клітина розрахована вище і має розмір в плані 7,2 х 5м. Головна балка з розрахунку - двутавр №36, другорядна балка - двутавр №18.

Розрахункова схема вільної рами і формули для визначення μ і розрахункового коефіцієнта n



де

$$n = \frac{J_s l_c}{l J_c}$$

де

J_c и l_c – відповідно момент інерції і довжина перевіряється колони;

l, l_1, l_2 – прольоти рам;

J_s, J_{s1}, J_{s2} – моменти інерції перерізу ригелів, що примикають відповідно до верхнього кінця перевіряється колони.

Для крайньої колони вільної багатопролітної рами коефіцієнт μ слід визначати як для колон однопрогоновою рами.

Прийнято наступні перетини колон по висоті будівлі:

двутавр 60Ш3, 50Ш4, 50Ш2, 40Ш2, 40Ш1, 35Ш3 по 12м відповідно.

Також були пораховані і прийняті перетину центрально-стиснутих колон:

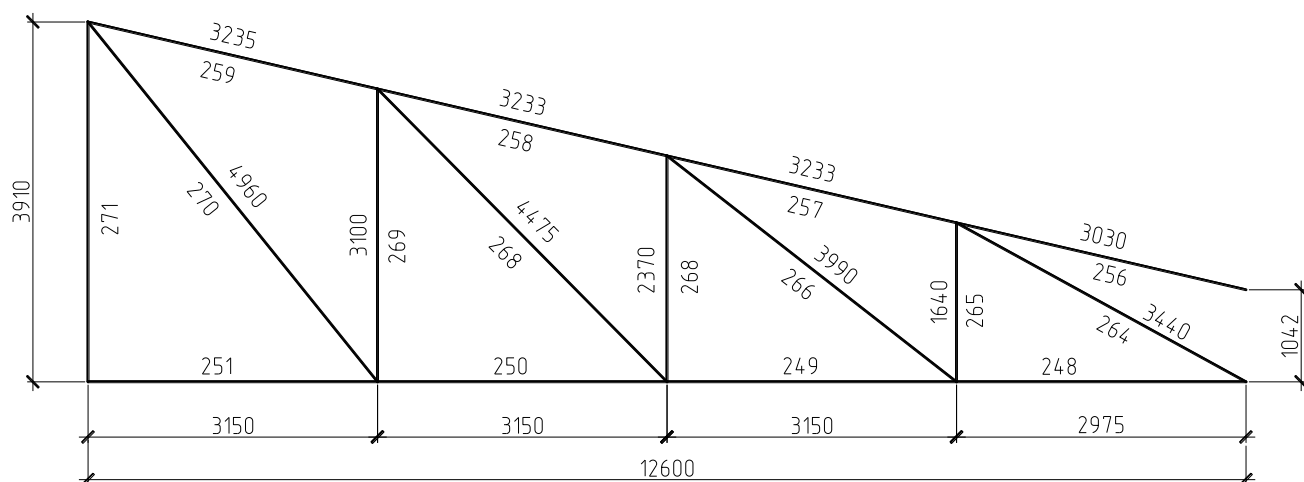
двутавр 70Ш5, 60Ш4, 50Ш4, 40Ш1, 35Ш1, 20Ш1 по 12 м відповідно.

4.3.10. Розрахунок ферми з панелями і ґратами з круглих труб

Проліт ферми 25,2 м.

Крок ферм бм, 7,2м і бм.

Збір навантажень (див. Вище) на ферму і розрахунок був проведений в розрахунковому комплексі «Ліра». Геометрична схема ферми з нумерацією вузлів наведена на рис. 2,7



Мал. 2.7 Геометрична схема ферми

Розрахункові поєднання зусиль наведені в таблиці 3

Таблиця 3

РАСЧЕТНЫЕ СОЧЕТАНИЯ												
ЭЛМ	НС	КРТ	СТ	КС	l	N	МК	МУ	QZ	MZ	QY	ЗАГРУЖЕНИЯ.
248	1	1	2	A	109.92	-.23207	0	.81691	-.29772	-.20788	1 2 3 4	
		2	1	A	-43.100	-.13797	0	.38589	-.20419	-.14759	1 3 4	
		10	1	A	84.613	-.23635	0	.94398	-.30219	-.20766	1 2 4	
248	2	1	2	A	109.92	-.23207	1.3559	.04398	.35711	-.20788	1 2 3 4	
		2	1	A	-43.100	-.13797	-.00179	-.38703	.26071	-.14759	1 3 4	
		5	1	A	58.612	-.16875	-.09911	-.41793	.30753	-.17206	1 3 4	
		10	1	A	84.613	-.23635	1.7561	.17105	.35195	-.20766	1 2 4	
249	1	1	1	A	169.28	.00100	1.6713	-.10182	.17990	.06817	1 2 4	
		2	1	A	-9.1605	.03102	-.03294	.32892	.17783	.05740	1 3 4	
		5	2	A	158.36	.00630	1.2818	.02069	.18811	.06912	1 2 3 4	
		13	1	A	40.368	.02961	-.13021	.40165	.19506	.06361	1 3 4	

РАСЧЕТНЫЕ СОЧЕТАНИЯ

ЭЛМ	НС	КРТ	СТ	КС		N	МК	МУ	QZ	MZ	QY	ЗАГРУЖЕНИЯ.		
249	2	1	1	A		169.28	.00100	.13324	-.87475	-.03485	.06817	1	2	4
		2	1	A		-9.1605	.03102	-.21417	-.44399	-.00300	.05740	1	3	4
		29	1	A		40.368	.02961	-.08236	-.37127	-.00532	.06361	1	3	4
250	1	1	1	A		172.50	.00377	.13324	.46615	-.03561	-.00770	1	2	4
		2	1	A		5.0890	.02937	-.21417	.40620	.03495	.03497	1	3	4
		9	1	A		26.645	.03545	-.08236	.35507	.02879	.02388	1	3	4
		33	2	A		132.55	.00707	.02421	.46950	-.01965	.00415	1	2	3 4
250	2	1	1	A		172.50	.00377	.38426	-.30677	-.01134	-.00770	1	2	4
		2	1	A		5.0890	.02937	-.15199	-.36672	-.07520	.03497	1	3	4
		9	1	A		26.645	.03545	-.18122	-.41784	-.04642	.02388	1	3	4
251	1	1	1	A		141.36	.01124	.42186	.09262	.06453	-.00052	1	2	4
		9	1	A		14.319	.02486	-.13407	.35295	.00897	-.00193	1	3	4
		15	1	A		10.369	.00689	-.10806	.34176	-.04172	-.01887	1	3	4
		16	2	A		117.14	.01935	.30287	.14805	.06863	.00428	1	2	3 4
		30	2	A		113.98	.00498	.32368	.13909	.02807	-.00927	1	2	3 4
251	2	1	1	A		141.36	.01124	-.50370	-.68029	.06617	-.00052	1	2	4
		4	1	A		10.369	.00689	-.24887	-.43116	.01772	-.01887	1	3	4
		9	1	A		14.319	.02486	-.23961	-.41996	.01505	-.00193	1	3	4
		14	2	A		113.98	.00498	-.45551	-.63382	.05728	-.00927	1	2	3 4
		16	2	A		117.14	.01935	-.44811	-.62487	.05514	.00428	1	2	3 4
256	1	1	2	A		223.37	-.20176	0	1.3524	.15095	.04925	1	2	3 4
		2	1	A		-101.95	-.18558	0	.49530	.13962	.04281	1	3	4
		10	2	A		39.573	-.22608	0	1.3106	.17511	.05760	1	2	3 4
		15	1	A		161.11	-.22481	0	1.5340	.17266	.05738	1	2	4
256	2	1	2	A		223.61	-.20176	2.6784	.30457	-.00829	.04925	1	2	3 4
		2	1	A		-101.71	-.18558	-.09251	-.55253	.00120	.04281	1	3	4
		10	2	A		39.815	-.22608	2.5433	.26280	-.01111	.05760	1	2	3 4
		15	1	A		161.35	-.22481	3.2656	.48621	-.01287	.05738	1	2	4
257	1	1	1	A		29.860	.01641	.07629	.41085	-.03083	-.02239	1	3	4
		2	2	A		-185.30	-.00667	2.5433	-.16821	-.04788	-.03072	1	2	3 4
		6	1	A		-176.98	-.01229	3.2656	-.38525	-.04636	-.02988	1	2	4
		12	1	A		-69.523	.01618	-.09252	.52649	-.04009	-.02707	1	3	4
257	2	1	1	A		30.102	.01641	-.28921	-.63697	.04156	-.02239	1	3	4
		2	2	A		-185.06	-.00667	.30579	-1.2160	.05145	-.03072	1	2	3 4
		10	1	A		-176.74	-.01229	.32640	-1.4330	.05026	-.02988	1	2	4
		12	1	A		-69.281	.01618	-.08420	-.52134	.04743	-.02707	1	3	4
258	1	2	1	A		-264.68	.01421	.32640	.68585	-.00672	.01421	1	2	4
		5	1	A		-5.3857	.02983	-.28922	.53816	-.01952	.00202	1	3	4
		9	1	A		-51.253	.03912	-.08420	.47727	-.02337	-.00045	1	3	4
		13	2	A		-235.75	.02198	.30578	.62587	-.01121	.01053	1	2	3 4

РАСЧЕТНЫЕ СОЧЕТАНИЯ

ЭЛМ	НС	КРТ	СТ	КС		N	МК	МУ	QZ	MZ	QY	ЗАГРУЖЕНИЯ.		
258	2	2	1	A		-264.43	.01421	.84991	-.36198	-.05267	.01421	1	2	4
		5	1	A		-5.1438	.02983	-.24316	-.50966	-.02606	.00202	1	3	4
		9	1	A		-51.011	.03912	-.23498	-.57055	-.02189	-.00045	1	3	4
		28	2	A		-235.51	.02198	.63538	-.42196	-.04526	.01053	1	2	3 4
259	1	2	1	A		-267.89	.03524	.84990	.26101	-.09526	-.12983	1	2	4
		9	1	A		-37.202	.04044	-.23499	.59660	-.06453	-.08534	1	3	4
		12	2	A		-226.90	.04188	.63538	.32737	-.09104	-.12181	1	2	3 4
		15	1	A		-20.029	.02177	-.24317	.59913	-.05810	-.08242	1	3	4
259	2	2	1	A		-267.64	.03524	0	-.78681	.32445	-.12983	1	2	4
		9	1	A		-36.960	.04044	0	-.45122	.21139	-.08534	1	3	4
		12	2	A		-226.66	.04188	0	-.72045	.30275	-.12181	1	2	3 4
		14	2	A		-212.92	.02694	0	-.71843	.30032	-.11947	1	2	3 4
264	1	1	1	A		35.930	-.02181	0	.22083	.08152	.02035	1	3	4
		2	1	A		-376.31	-.02620	0	.22083	.09933	.02557	1	2	4
		11	2	A		-250.39	-.02623	0	.22083	.10112	.02609	1	2	3 4
		28	2	A		-366.31	-.02381	0	.22083	.08685	.02191	1	2	3 4
264	2	1	1	A		36.172	-.02181	0	-.22083	.00838	.02035	1	3	4
		2	1	A		-376.07	-.02620	0	-.22083	.00747	.02557	1	2	4
		11	2	A		-250.15	-.02623	0	-.22083	.00738	.02609	1	2	3 4
		28	2	A		-366.07	-.02381	0	-.22083	.00811	.02191	1	2	3 4
265	1	1	2	A		70.960	.03034	0	0	.12370	.23402	1	2	3 4
		2	1	A		-12.610	.02198	0	0	.14964	.23288	1	3	4
		9	1	A		66.542	.03525	0	0	.13435	.26242	1	2	4
		27	2	A		38.562	.03395	0	0	.14563	.27001	1	2	3 4
265	2	1	2	A		71.344	.03034	0	0	-.28050	.23402	1	2	3 4
		2	1	A		-12.226	.02198	0	0	-.25259	.23288	1	3	4
		9	1	A		66.926	.03525	0	0	-.31891	.26242	1	2	4
		27	2	A		38.947	.03395	0	0	-.32073	.27001	1	2	3 4
266	1	1	1	A		22.286	.02162	0	.35029	.04901	.02688	1	3	4
		2	2	A		-115.20	.02756	0	.35029	.04676	.02650	1	2	3 4
		9	1	A		-108.28	.03157	0	.35029	.05152	.02946	1	2	4
		15	1	A		-43.769	.01758	0	.35029	.04050	.02201	1	3	4
266	2	1	1	A		22.831	.02162	0	-.35029	-.05835	.02688	1	3	4
		2	2	A		-114.65	.02756	0	-.35029	-.05909	.02650	1	2	3 4
		9	1	A		-107.74	.03157	0	-.35029	-.06612	.02946	1	2	4
		14	1	A		-43.223	.01758	0	-.35029	-.04739	.02201	1	3	4
267	1	1	2	A		15.733	-.00466	0	0	.02074	.05620	1	2	3 4
		2	1	A		-12.637	-.01688	0	0	.02811	.04150	1	3	4
		3	1	A		15.741	-.01706	0	0	.01893	.02673	1	3	4
		9	1	A		5.0900	-.00150	0	0	.02463	.06910	1	2	4
		29	2	A		-6.9689	-.00452	0	0	.02808	.06801	1	2	3 4

 РАСЧЕТНЫЕ СОЧЕТАНИЯ

ЭЛМ	НС	КРТ	СТ	КС		N	МК	МУ	QZ	MZ	QY	ЗАГРУЖЕНИЯ.			
267	2	1	1	A		16.286	-.01706	0	0	-.04667	.02673	1	3	4	
		2	1	A		-12.091	-.01688	0	0	-.07374	.04150	1	3	4	
		3	2	A		16.279	-.00466	0	0	-.11720	.05620	1	2	3	4
		9	1	A		5.6359	-.00150	0	0	-.14498	.06910	1	2	4	
		29	2	A		-6.4230	-.00452	0	0	-.13886	.06801	1	2	3	4
268	1	1	1	A		19.151	.00342	0	.35029	-.02795	-.00176	1	3	4	
		2	1	A		-20.607	-.00036	0	.35029	-.02933	-.00429	1	3	4	
		4	2	A		-19.992	.01238	0	.35029	-.01743	.00380	1	2	3	4
		9	1	A		-4.9289	.01699	0	.35029	-.01394	.00677	1	2	4	
		27	2	A		11.815	.01541	0	.35029	-.01633	.00582	1	2	3	4
268	2	1	1	A		19.859	.00342	0	-.35029	-.02005	-.00176	1	3	4	
		2	2	A		-19.284	.01238	0	-.35029	-.03445	.00380	1	2	3	4
		4	1	A		-19.899	-.00036	0	-.35029	-.01010	-.00429	1	3	4	
		9	1	A		-4.2212	.01699	0	-.35029	-.04427	.00677	1	2	4	
		27	2	A		12.522	.01541	0	-.35029	-.04241	.00582	1	2	3	4
269	1	1	1	A		7.8992	-.00959	0	0	-.03919	-.02143	1	3	4	
		2	2	A		-39.572	-.00186	0	0	-.00535	.02415	1	2	3	4
		9	1	A		-37.787	.00165	0	0	-.00313	.02914	1	2	4	
		10	1	A		-13.946	-.01214	0	0	-.02919	-.01118	1	3	4	
269	2	1	1	A		8.6068	-.00959	0	0	.02900	-.02143	1	3	4	
		2	2	A		-38.865	-.00186	0	0	-.08220	.02415	1	2	3	4
		9	1	A		-37.079	.00165	0	0	-.09586	.02914	1	2	4	
		10	1	A		-13.238	-.01214	0	0	.00638	-.01118	1	3	4	
270	1	1	2	A		51.725	.02251	0	.35029	-.02469	-.00327	1	2	3	4
		2	1	A		-8.9734	.00329	0	.35029	-.04066	-.01523	1	3	4	
		9	1	A		49.316	.02584	0	.35029	-.02050	-.00182	1	2	4	
		30	1	A		19.161	.00567	0	.35029	-.04098	-.01277	1	3	4	
270	2	1	2	A		52.594	.02251	0	-.35029	-.00825	-.00327	1	2	3	4
		2	1	A		-8.1040	.00329	0	-.35029	.03584	-.01523	1	3	4	
		9	1	A		50.185	.02584	0	-.35029	-.01134	-.00182	1	2	4	
		30	1	A		20.030	.00567	0	-.35029	.02314	-.01277	1	3	4	
271	1	2	1	A		.85401	.00452	0	0	-.03663	-.01709	1	3	4	
		3	2	A		1.2610	.00414	0	0	-.03038	.00044	1	2	3	4
		10	1	A		.84885	-.00247	0	0	-.03602	-.01576	1	3	4	
		11	2	A		1.2568	-.00145	0	0	-.02989	.00151	1	2	3	4
		17	1	A		1.3608	.00142	0	0	-.02859	.00533	1	2	4	
271	2	1	1	A		1.7233	.00452	0	0	.03020	-.01709	1	3	4	
		2	1	A		2.2302	.00142	0	0	-.04943	.00533	1	2	4	
		9	2	A		2.1303	.00414	0	0	-.03212	.00044	1	2	3	4
		10	1	A		1.7182	-.00247	0	0	.02560	-.01576	1	3	4	
		11	2	A		2.1262	-.00145	0	0	-.03580	.00151	1	2	3	4

Вже згадана наскрізна ферма являє собою шарнірно-стрижневу конструкцію, що складається з центрально-розтягнутих і центрально-стиснутих елементів.

При розрахунку трубчастих стропильних ферм необхідно дотримуватися ряду рекомендацій:

- різниця в товщині стінок при однаковому діаметрі труб повинна бути не менше 1,5 мм;

- мінімальна товщина труб поясів - 3 мм, елементів решітки - 2,5мм;

- відношення діаметра труби розкосів d до діаметра поясів D - не менше 0,3;

- відношення діаметра труби D до товщини стінки t повинно бути для поясів не більше 30 при $R_{un} \leq 290$ МПа, а для елементів решітки - не більше 90;

- розрахункові довжини l_{ef} елементів ферми при визначенні гнучкості приймаються наступними:

- при розрахунку в площині ферми для поясів, опорних розкосів і стійок $l_{ef} = l$, для інших елементів решітки без сплющування решт $l_{ef} = 0,85l$;

- при розрахунку з площини ферми для поясів, опорних розкосів і стійок $l_{ef} = l_I$, для інших елементів решітки без сплющування решт $l_{ef} = 0,85l_I$, де l_I - відстань між вузлами, закріпленими від зміщення з площини решітки ферми;

- при розрахунку розтягнутих елементів решітки коефіцієнт умовної роботи γ_c приймають рівним 0,8; розтягнутих елементів поясів - 0,95; в інших випадках - 1;

- центрування елементів проектують по осях труб.

З метою зниження вартості і трудомісткості виготовлення ферми прийнятий перетин елементів для ферми розглядуваного прогону скорочуємо до 5 (верхній пояс, нижній пояс, опорний розкіс, розтягнуті стійки, стислі стійки).

Підбір перерізу центрально-стиснутого елемента

Розглянемо елемент верхнього пояса з максимальним розрахунковим стискаючим зусиллям

$$N = -268,2 \text{ кН.}$$

Визначимо орієнтовну необхідну площу перерізу елемента:

$$A_{\text{тр}} = \frac{N}{\frac{\gamma_c}{\gamma_n} \varphi R_y} = \frac{268,2}{\frac{1}{0,95} 0,8 * 24} = 13,27 \text{ см}^2$$

де $\varphi = 0,8$ – орієнтовно прийняте значення φ_{\min}

Приймаємо прямошовну трубу $\varnothing 152 \times 5$ мм по ГОСТ 10704-90 з характеристиками:

$$A = 16,48 \text{ см}^2; \varnothing = 121; t = 5,0 \text{ мм}; i = 4,32 \text{ см.}$$

Для зазначеного перетину визначаємо значення гнучкості λ_x і λ_y ($l_x = 315$ см, $l_y = 315$ см – відстань між точками розкріплення пояса прогонами):

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i} = \frac{315}{4} = 71,91 < [\lambda] = 129$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i} = \frac{315}{4} = 72,91 < [\lambda] = 180 - 60\alpha = 129/130,8/147,65$$

де

$$\alpha = \frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} = \frac{268,2}{0,71 * 19,7 * 24 * 1} = 0,53$$

тут

$$\varphi = \frac{332}{\lambda^2 (51 - \lambda)} = \frac{332}{2,68^2 (51 - 2,68)} = 1,082$$

при

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 72,91 \sqrt{\frac{24}{20600}} = 2,48$$

Залежно від гнучкості λ і R_y по таблиці 72 [] визначаємо коефіцієнт поздовжнього вигину $\varphi = 0,72$ і перевіряємо міцність і стійкість елемента:

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{268,2}{19,7} = 13,6 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} = 139 \text{ МПа} < R_y \frac{\gamma_c}{\gamma_n} = 240 \frac{1}{0,95} = 252,6 \text{ МПа}$$

- умови виконуються.

$$\sigma = \frac{N}{\varphi A} = \frac{268,2}{1,082 * 16,0} = 12,95 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} = 129,3 \text{ МПа} < R_y \frac{\gamma_c}{\gamma_n} = 240 \frac{1}{0,95} = 252,6 \text{ МПа}$$

- умови виконуються.

Підбір перерізу центрально-розтягнутого елемента

Визначаємо необхідну площу перерізу нижнього пояса з умови дії максимального розтягуючого зусилля $N = 173,0 \text{ кН}$.

Визначимо орієнтовну необхідну площу перерізу елемента:

$$A_{\text{тр}} = \frac{N}{\frac{\gamma_c}{\gamma_n} \varphi R_y} = \frac{173}{\frac{1}{0,95} 0,8 * 24} = 8,6 \text{ см}^2$$

де $\varphi = 0,8$ – орієнтовно прийняте значення φ_{\min}

Беремо прямошовні труби електрозварювань $\emptyset 121 \times 5$ мм по ГОСТ 10704-90 с характеристиками:

$$A = 15,2 \text{ см}^2; \emptyset = 102; t = 5,0 \text{ мм}; i = 3,43 \text{ см.}$$

Для зазначеного перетину визначаємо значення гнучкості λ_x і λ_y ($l_x = 315 \text{ см}, l_y = 315 \text{ см}$ – відстань між точками розкріплення пояса зв'язками):

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i} = \frac{315}{3,43} = 92 < [\lambda] = 140,5$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i} = \frac{315}{4} = 78,75 < [\lambda] = 180 - 60\alpha = 140,5$$

де

$$\alpha = \frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} = \frac{173}{0,72 * 19,7 * 24 * 1} = 0,66.$$

тут

$$\varphi = \frac{332}{\lambda^2 (51 - \bar{\lambda})} = \frac{332}{3,1^2 (51 - 3,1)} = 0,72$$

при

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 92,5 \sqrt{\frac{24}{20600}} = 3,14$$

Залежно від гнучкості λ і R_y по таблиці 72 [] визначаємо коефіцієнт поздовжнього вигину $\varphi = 0,72$ і перевіряємо міцність і стійкість елемента:

$$A \cdot 15,2 \cdot \gamma_n \cdot 0,95 \sigma = \frac{N}{\text{см}^2} \cdot \frac{173}{16,5} = 11,38 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} = 114 \text{ МПа} < R_y \frac{\gamma_c}{\gamma_n} = 240 \frac{1}{0,95} = 252,6 \text{ МПа}$$

- умови виконуються

$$\sigma = \frac{N}{\varphi A} = \frac{173}{0,72 * 16,5} = 14,5 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} = 145 \text{ МПа} < R_y \frac{\gamma_c}{\gamma_n} = 240 \frac{1}{0,95} = 252,6 \text{ МПа}$$

- умови виконуються.

Підбір перерізу опорного розкосу ферми 1-1

Визначаємо необхідну площу опорного розкосу з умови дії максимального розтягуючого зусилля

$$N = -380 \text{ кН.}$$

Визначимо орієнтовну необхідну площу перерізу елемента:

$$A_{\text{тр}} = \frac{N}{\frac{\gamma_c}{\gamma_n} \varphi R_y} = \frac{380}{\frac{1}{0,95} 0,8 * 24} = 18,8 \text{ см}^2$$

де $\varphi = 0,8$ – орієнтовно прийняте значення φ_{\min}

Приймаємо прямошовних труб електрозварювань $\varnothing 133 \times 5$ мм по ГОСТ 10704-91 с характеристиками:

$$A = 20,1 \text{ см}^2; \varnothing = 133; t = 5 \text{ мм}; i = 4,53 \text{ см.}$$

Для зазначеного перетину визначаємо значення гнучкості λ_x ($l_x = 340$ см)

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i} = \frac{340}{4,53} = 75,5 < [\lambda] = 180 - 60\alpha = 134,4$$

де

$$\alpha = \frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} = \frac{380}{2,57 * 19,7 * 24 * 1} = 0,76.$$

тут

$$\varphi = \frac{332}{\lambda^2(51 - \bar{\lambda})} = \frac{332}{2,57^2(51 - 2,57)} = 1,04$$

при

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 75,5 \sqrt{\frac{24}{20600}} = 2,57$$

Залежно від гнучкості λ і R_y по таблиці 72 [] визначаємо коефіцієнт поздовжнього вигину $\varphi = 0,75$ і перевіряємо міцність і стійкість елемента:

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{380}{20,1} = 18,9 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} = 189 \text{ МПа} < R_y \frac{\gamma_c}{\gamma_n} = 240 \frac{1}{0,95} = 252,6 \text{ МПа}$$

- умови виконуються.

$$\sigma = \frac{N}{\varphi A} = \frac{380}{1,04 * 20,1} = 18,18 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} = 190 \text{ МПа} < R_y \frac{\gamma_c}{\gamma_n} = 240 \frac{1}{0,95} = 252,6 \text{ МПа}$$

- умови виконуються.

Аналогічно виконуємо розрахунок раскоса і стійки і приймаємо відповідно перетин раскосу - $\emptyset 114 \times 5$ и стійки $\emptyset 89 \times 5$.

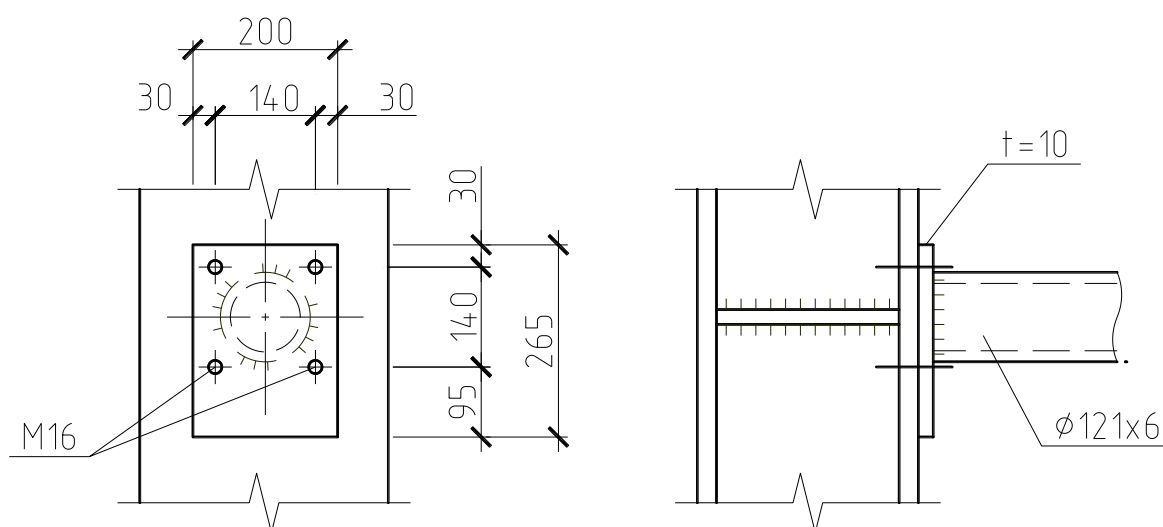
4.3.11. Розрахунок і конструювання вузлів

Всі елементи з'єднуються у вузлах без фасонок із застосуванням фігурної вирізки кінців труб стрижнів решітки та примикання їх впритул до поясів. Контури примикання труб потрібно ошпарити кутовими швами. Розрахункову товщину шва приймаємо рівною меншій товщині стінки, що з'єднуються [31-34].

Розрахунок кріплення верхнього пояса до колони

Розрахункове зусилля прийнято з розрахунку рами і становить

$$H = 20 \text{ кН}$$



Мал . 2,8 Конструкція верхнього опорного вузла

Згинальний момент у фланці визначаємо наближено як в командному елементі з вильотом з. Для обчислення розміру з діаметр труби замінюємо умовним квадратом зі стороною

$d \approx 0,9d = 0,9 * 12,7 = 11,43 \text{ см}$, тоді $c = 0,5 * (26,5 - 10,89) = 7,5 \text{ см}$, а момент буде дорівнювати:

$$M_f = 0,5H(c - a) = 0,5 * 20(7,5 - 4) = 38 \text{ кН/см}$$

Необхідний момент опору:

$$W_d = \frac{M_f}{R_y \gamma_c} = \frac{35}{240 * 1} = 0,145 \text{ см}^3$$

Товщина фланця при $l_f = 250 \text{ мм}$

$$t_f = \sqrt{\frac{6W_d}{l_f}} = \sqrt{\frac{6 * 0,145}{25}} = 0,19 \text{ см}$$

Приймаємо товщину фланця 10мм

Перевіряємо напруги в шві, прикріплюється фланець до верхнього поясу (з умови розрахунку по металу шва):

$$\sigma = \frac{H}{\beta_f k_f l_w} = \frac{20}{0,7 * 0,5 * 3,14 * 12,1} = 1,43 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} = 15 \text{ МПа} \leq \gamma_{wf} R_w \gamma_c$$

$$\gamma_{wf} R_w \gamma_c = 1 * 105,6 * 0,85 = 89,76 \text{ МПа}$$

Розрахунок жорсткого сполучення ригеля з колоною

Опорний тиск передається на колону через торець листа (фланця), до якого нижній пояс і опорний розкіс. Приймаємо з конструктивних міркувань фланець товщиною 10мм (аналогічно фланця в верхньому вузлі). Шість болтів Ø16 мм для кріплення до колони ставимо конструктивно. На підставі результатів підбору перерізів стержнів ферми спочатку конструємо вузол в масштабі 1:10, розміщуємо на фланці примикають елементи з умови зручності монтажу намічаємо розбивку отворів під болти.

Перевіряємо:

- напруга зминання в торці фланця:

$$\sigma_c = \frac{N_s}{A_n} = \frac{268,7}{25} = 10,75 \text{ МПа} \leq R_p = 360,9 \text{ МПа}$$

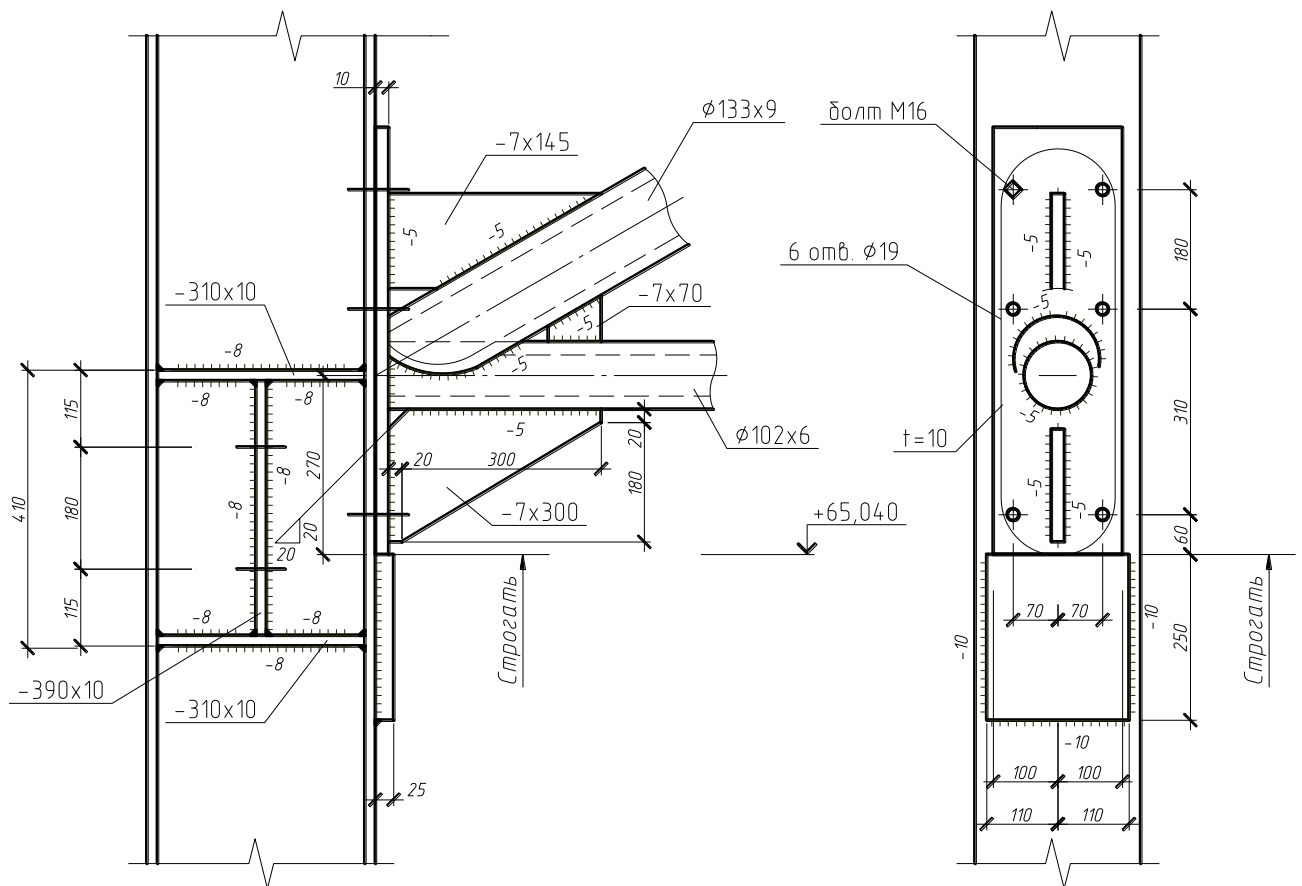
$$N_s = \cos 45^\circ * N = 380 * 0,707 = 268,7 \text{ кН}$$

Сумарна напруга в швах від спільної дії опорної реакції

$N_s = 268,7$ кН і горизонтальної сили $H=20$ кН:

$$\tau_N = \frac{N_s}{\beta_f k_f \sum l_w} = \frac{268,7}{0,7 * 0,5 * 109,2} = 70 \text{ МПа}$$

$$\tau_H = \frac{H}{\beta_f k_f \sum l_w} = \frac{20}{0,7 * 0,5 * 109,2} = 5,2 \text{ МПа}$$



$$\sigma = \sqrt{\tau_N^2 + \tau_H^2} = \sqrt{70^2 + 5,2^2} = 70,2 \text{ МПа}$$

$$\gamma_{wf} R_w \gamma_c = 1 * 105,6 * 0,85 = 89,76 \text{ МПа}$$

Умови виконуються

Розрахунок монтажної вузла верхнього пояса

Приймаємо для кріплення відправних марок ферм фланцеві з'єднання. Призначаємо товщину фланця 10мм. З умови розміщення монтажних блоків приймаємо розмір 200x200 мм.

Приймаємо конструктивно 4 болта діаметром 16 мм симетричного розташування для кріплення фланців верхніх поясів відправних марок між собою, оскільки верхній пояс ферми працює на стиск.

Перевіряємо напруги в шві, прикріплюється фланець до верхнього поясу (з умови розрахунку по металу шва)[31-34]:

$$\sigma = \frac{H}{\beta_f k_f l_w} = \frac{45,3}{0,7 * 0,5 * 3,14 * 12,1} = 3,4 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2} = 34 \text{ МПа}$$

$$\gamma_{wf} R_w \gamma_c = 1 * 105,6 * 0,85 = 89,76 \text{ МПа}$$

Умова виконується так як

$$\sigma \leq \gamma_{wf} R_w \gamma_c$$

$$34 \leq 89,76$$

4.4 Основи та фундаменти

4.4.1 Визначення несучої здатності ґрунтів

Аналіз умов будівництва є важливішим фактором вибору раціонального варіанта фундаменту під споруду. Основним його етапом є оцінка напластунів ґрунтів за їх фізико-механічними властивостями та міцністю шарів.

Характеристики ґрунтів, не можуть дати повного уявлення про природний стан ґрунту, тому обробку матеріалу починають з вирахування допоміжних характеристик та показників ґрунту для встановлення їх умовних опорів R_0 . Обчислення виконується на основі вказівок та таблиць довідника Глотов Н. М. "Основи та фундаменти" та ДБН В.21 -10-2018 "Основи та фундаменти споруд".

Таблиця 4.1 - Дані інженерно-геологічних досліджень

№ шарів	Назва шару	Характеристика ґрунтів									
		γ_s , кН/м ³	γ , кН/м ³	W	W _l	W _p	σ_{po}	C, кПа	e	E, МПа	R ₀ , МПа
1	Рослинний шар	25,5	11,5	0,10	-	-	-	-	-	-	-
2	Суглинок жовто-бурий з включенням карбонатів	27,0	18,9	0,24	0,28	0,13	19	6	-	22	-
3	Глинистий ґрунт (суглинок жовто-сірий, зелено-сірий з включенням дресви)	27,1	19,8	0,23	0,37	0,20	21	15	-	36	-
4	Суглинок	27,9	20,4	0,18	0,50	0,18	20	35	-	36	-

Порядок обчислення залежить від виду ґрунту.

Ґрунт 1 – Рослинний шар підлягає зрізці, тому його не розраховують

Ґрунт 2 – Суглинок жовто-бурий з включенням карбонатів:

1) визначаємо коефіцієнт пористості за формулою:

$$e = \frac{\gamma_s}{\gamma} (1 + W) - 1, \quad (4.1)$$

Де γ_s - питома вага частинок ґрунту;

γ - питома вага ґрунту;

$$e = \frac{27}{18,9} (1 + 0,24) - 1 = 0,77$$

2) визначаємо число пластичності за формулою:

$$I_p = W_L - W_P \quad (4.2)$$

$$I_p = W_L - W_P$$

3) Визначаємо показник консистенції за формулою:

$$I_L = \frac{W - W_P}{I_p} = 0,73 \quad (4.3)$$

$$I_L = \frac{0,24 - 0,13}{0,15} = 0,73$$

4) за таблицею 1.9 Глотова уточнюємо найменування ґрунту – суглинок

-м'яко-пластичний;

5) за таблицею 1 дод. S ДБН ґрунт не має несучої здатності

Ґрунт 3- глинистий ґрунт (суглинок жовто-сірий, зелено-сірий з включенням дресви):

1) Визначаємо коефіцієнт пористості за формулою (4.1):

$$e = \frac{27,1}{19,8} (1 + 0,23) - 1 = 0,68.$$

2) Визначаємо число пластичності за формулою (4.2):

$$I_p = 0,37 - 0,20 = 0,18$$

3) Визначаємо показник консистенції за формулою (4.3):

$$I_L = \frac{0,23 - 0,20}{0,17} = 0,18$$

4) За таблицею 1.9 Глотова уточнюємо найменування ґрунту - суглинок напівтвердий;

5) Визначаємо умовний опір ґрунту R_0 за таблицею 1, дод. S

ДБН:

$R_0 = 324$ кПа. Ґрунт має несучу здатність.

Ґрунт 4 – Суглинок :

1) визначаємо коефіцієнт пористості за формулою (4.1):

$$e = \frac{27,9}{20,4} (1 + 0,18) - 1 = 0,61.$$

2) визначаємо число пластичності за формулою (4.2):

$$I_p = 0,50 - 0,18 = 0,32$$

3) визначаємо показник консистенції за формулою (4.3):

$$I_L = \frac{0,18 - 0,18}{0,32} = 0$$

4) за таблицею 1.9 Глотова уточнюємо найменування ґрунту -глина напівтверда;





5) визначаємо умовний опір ґрунту R_0 та таблицею 1, дод. S ДБН:

$R_0 = 489$ кПа $>$ 250 кПа. Ґрунт має несучу здатність.

Для наочного уявлення про властивості кожного шару та полегшення рішення про вибір основи і фундаменту креслимо у масштабі товщин пластів ґрунтову колонку – табл. 4.2

З геологічної будови майданчика маємо в основі два придатні ґрунти за фізичним станом і умовним опором: суглинок напівтвердий $R_0=324$ кПа і глина напівтверда $R_0=489$ кПа

Таблиця 4.2- Ґрунтова колонка

Абсолютна відмітка рівня	Номер шару	Товщина шару м	Умовне визначення ґрунту	Найменування ґрунту Умовний розрахунковий опір
20.70			ПЗ	
20.00	1	0.7		Рослинний шар
18.00	2	2.0		Суглинок м'якопластичний $I_p > 0.6$
15.70	3	5.0	 РТВ	Суглинок напівтвердий $R_0 = 324$ кПа
13.00	4			Глина напівтверда $R_0 = 489$ кПа

4.4.2 Навантаження на фундамент

Навантаження та їх поєднання визнаються відповідно до ДБН В.2.1-10:2008 «Основи та фундаменти будівель та споруд. Основні положення» та ДБН В.1.2-15 :2009 «Навантаження та впливи». Навантаження визначаються попередньо у рівні обрізу фундаменту. При виконанні розрахунків основ за граничними станами навантаження по поєднанням треба переносити до рівня підшови фундаменту або до рівня підшови плити ростверку (для пальових фундаментів).

Розрахунки за граничними станами виконуються за дією розрахункових навантажень за допомогою програмного комплексу «Ліра». Для розрахунків за 1-ю групою граничних станів навантаження визначаються з коефіцієнтами надійності по навантаженню $\gamma_f > 1$; для розрахунків за 2-ю групою приймається $\gamma_f = 1$ (нормативні навантаження).

При визначенні навантаження на фундамент, виконують такі розрахунки:

- а) встановлюють максимальні значення нормативних ($\gamma_f = 1$) та розрахункових навантажень;
- б) визначають зусилля від розрахункових навантажень;
- в) встановлюють найбільш не вигідне сполучення до розрахунку фундаменту й основи;
- г) визначають сумарні зусилля за сполученням для розрахунків фундаменту вздовж та впоперек осі споруди.

Навантаження, діючі на обріз фундаменту, мають значення:

Вертикальна складова $N=4803.20$ кН

Горизонтальна складова $H=24.10$ кН

Момент $M=78.40$ кНм

4.4.3 Проектування фундаменту глибокого закладання

4.4.3.1 Призначення розмірів

Попереднє конструювання фундаменту глибокого закладання полягає в призначенні його розмірів в плані у рівнях обрізу і підосви та вертикальних розмірів: висоти фундаменту h_1 і глибини закладання h .

Вертикальні розміри h_1 і h визначаються при призначенні відміток рівнів обрізу та підосви фундаменту.

Розміри та форма фундаменту в плані залежать від розміру і форми опори у рівні обрізу.

Приймаємо палі залізобетонні 400x400 мм. Опіраються палі на суглинок напівтвердий. Палі жорстко защемлені у монолітній плиті ростверку, яка має товщину з урахуванням армування випусків арматури з паль:

$$h_r = d_s + 0.1 \quad (4.4)$$

Де d_s - товщина ствола палі.

$$h_r = 0.4 + 0.1 = 0.5 \text{ м}$$

Спосіб занурення паль в ґрунт – забивання молотом
Призначаємо розміри плити ростверку у плані:

$$a_r = a_1 + 2\Delta \quad b_r = b_1 + 2\Delta \quad (4.5)$$

Де a_0 і b_0 – розміри опори у розрахунковому рівні;

Δ – ширина обрізу, $\Delta=0,2\dots 1,0$ м.

$$a_r = 1.2+2*0.5=2.2 \text{ м}, \quad b_r = 0,8+2*0,5=1,8 \text{ м}.$$

Визначаємо несучу здатність одиночної палі F_d . Оскільки паля опирається на стискуваний ґрунт – вона висяча, тому несуча здатність визначається за:

$$F_d = \gamma_c * (\gamma_{cr} * R * A + u * \sum \gamma_{cf} * f_i * h_i) \quad (4.6)$$

Де γ_c - коефіцієнт умов роботи палі в ґрунті, $\gamma_c = 1$;

R - розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі, по табл. 1 ДБН;

A - площа обпирання на ґрунт палі;

u – зовнішній периметр поперечного перерізу палі;

f_i - розрахунковий опір i -го шару ґрунту основи на боковій поверхні палі, що приймається по табл.2 ДБН;

h_i - товщина i -го шару ґрунту, що діє з боковою поверхнею палі;

γ_{cr}, γ_{cf} - коефіцієнти умов роботи ґрунту відповідно під нижнім кінцем і на боковій поверхні палі, що враховують вплив способу занурення палі на розрахункові опори ґрунту, приймаються по табл.3 ДБН $\gamma_{cr} = 1, \gamma_{cf} = 1$.

Для визначення розрахункових опорів по боковій поверхні палі за табл.2 ДБН товщу ґрунтів розбиваємо на однорідні шари.

Таблиця 4.3 – Визначення величини $\sum f_i * h_i$

№ шару	h_i , м	Z_i , м	Найменування ґрунту	f_i , кПа	$f_i \cdot h_i$
1	2	3	4	5	6
1	1,10	2,85	Суглинок напівтвердий	42,90	47,20
2	1,60	4,20		55,40	88,70
3	2,00	6,00		58,00	116,00
4	1,30	7,65		59,40	77,20
				$\Sigma 329,10$	

Несуча здатність палі за ґрунтом:

$$F_d = 1 * (1 * 878.3 * 0.9 + 1.6 * 329.1) = 1317 \text{ кН}$$

Визначаємо розрахункове допустиме навантаження на палю:

$$P_0 = \frac{F_d}{\gamma_k} \quad (4.7)$$

Де γ_k - коефіцієнт надійності за п. 3.10(3), $\gamma_k = 1,4$.

$$P_0 = \frac{1317}{1.4} = 940.71 \text{ кН.}$$

Визначаємо потрібну кількість палей:

$$n = \frac{N}{P_0} * t, \quad (4.8)$$

Де N - найбільший вертикальний тиск;

t – коефіцієнт, що коректує дно моменту в рівні підшви плити ростверку, $t=1,0\dots1,5$.

$n = (4803.20 / 940,71) = 5,1$ шт. Приймаємо $n = 5$ та розміщуємо палі у плиті ростверку за вказівками ДБН.

4.4.3.2 Статичний розрахунок пальового фундаменту

Визначаємо характеристики перерізу ствола палі урахуваючи за допомогою коефіцієнта 0,8 тріщини у розтягнутій зоні та пластичні деформації у стискуватій зоні:

$$E_b A = 2.94 * 10^6 \text{ кН}$$

$$E_b I = 3.0012 * 10^4 \text{ кН * м}^2$$

Де E_b – модуль пружності бетону;

A – поперечний переріз ствола палі;

I – момент інерції ствола палі.

Визначаємо довжину стискування висячих палей:

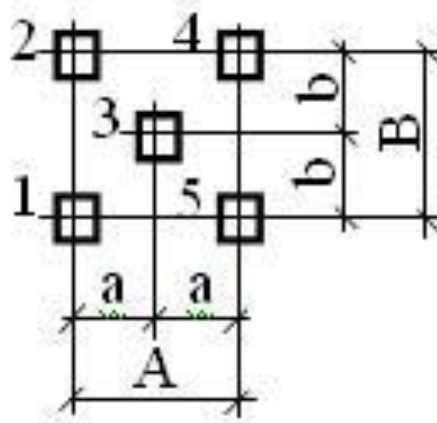


Рисунок 4.1 – Схема розміщення паль у ростверку

$$L_n = \frac{7 * E_b * A}{F_d * 10^3}$$

Визначаємо коефіцієнт деформації палі:

$$\alpha_\epsilon = \sqrt[5]{\frac{K * b_p}{\gamma_c * E_b * I'}}$$

Де b_p – умовна ширина призматичної палі;

γ_c – коефіцієнт умов роботи,

$\gamma_c = 3$;

K - коефіцієнт пропорційності в залежності від виду ґрунтів у верхній товщі h_k .

Значення h_k відкладаємо від рівня нижньої поверхні ростверку. У межі h_k попадає один шар ґрунту:

Визначаємо загальний коефіцієнт пропорційності K :

$$K = \frac{K_I * h_I * (2 * (h_{III} + h_{II}) + h_I)}{h_k^2} + \frac{K_{II} * h_{II} * (2 * h_{III} + h_{II}) + K_{III} * h_{III}^2}{h_k^2} \quad (4.11)$$

$$K = \frac{12360 * 0,3 * (2 * (1,4 + 1) + 0,3)}{2,7^2} + \frac{18000 * 1 * (2 * 1,4 + 1) + 30000 * 1,4^2}{2,7^2}$$
$$= 20042 \text{ кН/м}^4$$

$$\alpha_\epsilon = \sqrt[5]{\frac{20042 * 1,025}{3 * 3,0012 * 10^4}}$$

Визначаємо приведену глибину занурення палі:

$$l = \alpha_\epsilon * l$$

де l - дійсна глибина занурення палі (її нижнього кінця) в ґрунт.

$$l = 0,744 - 6,30 - 4,7 \text{ м.}$$

Визначаємо характеристику поздовжньої жорсткості палі:

$$\rho_l = \frac{E_b * A}{l_N}$$

$$\rho_l = \frac{2,94 * 10^6}{11,88} = 2,475 * 10^5 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

Подальший розрахунок пального фундаменту методом переміщень виконується за допомогою ПЄОМ за допомогою програми OPORA.

Таблиця 4.4 – Основні показники розрахунку фундаментів

№	Найменування	Позначення	Одиниці виміру	Числові значення	
				Навантаження уздовж осі x	Навантаження поперек осі у
1	2	3	4	5	6
1	Максимальне поздовжнє зусилля	N_{max}	кН	910,21	897,25
2	Мінімальне поздовжнє зусилля	N_{min}	кН	561	544,6
3	Згинаючий момент	M_B	кН*м	8,4	8,1
4	Перерізувальна сила	Q_B	кН	10,1	14,1
5	Горизонтальне переміщення ростверку	u	м	0,0011	0,0008
6	Кут повороту плити	β	радіан	0,0006	0,0001

4.4.3.3 Виконання розрахункових перевірок по першій групі граничних станів

4.4.3.3.1 Перевірка несучої здатності палі за ґрунтом

Перевіряємо умови:

$$N_{max} + G_s \leq \frac{F_d}{\gamma_k} = P_0$$

$$N_{min} - G_s \leq \frac{F_d}{\gamma_k} = P_0$$

Де N_{max}, N_{min} - максимальне та мінімальне зусилля від розрахункових навантажень у рівні підшви плити ростверку, які одержані статичним розрахунком пального фундаменту табл. 4.4;

G_s – власна вага палі

P_0 – розрахункове допустиме навантаження на палю.

$$N_{max} + G_s = 910,21 \text{ кН} \leq P_0 = 940,71 \text{ кН}$$

$$N_{min} - G_s = 561 \text{ кН} \leq P_0 = 940 \text{ кН}$$

Умова виконується.

4.4.3.3.2 Перевірка горизонтального зміщення верху опори

Перевіряємо умову:

$$u_0 \leq u_{гран}, \quad (4.16)$$

Де u_0 – горизонтальне зміщення верху опори від нормативних навантажень;

$$u_0 = u + \beta \cdot h_0 \quad (4.17)$$

Де u та β – відповідно горизонтальне зміщення центру підшви плити ростверку та кут повороту плити, які одержані статичним розрахунком пальового фундаменту табл. 4.4 $u = 0,0011$ м, $\beta = 0,0006$ радіан;

h_0 – Висота опори від рівня підшви плити ростверку;

$u_{гран}$ – граничне зміщення опори, см;

$$u_{гран} = 0,5 * \sqrt{L} \quad (4.18)$$

Де L величина розрахункового прогону будівлі.

$$u_{гран} = 0,5 * \sqrt{6} = 1,22 \text{ см.}$$

Перевіряємо: $u_0 = 0,15 \text{ см} < u_{гран} = 1,22 \text{ см.}$

Умова виконується.

4.4.3.4 Розрахунок осідання пального фундаменту

Визначаємо кут φ_m за формулою:

$$\varphi_m = \frac{\sum \varphi_i \cdot h_i}{d} \quad (4.19)$$

Де φ_m – кут внутрішнього тертя i -го шару у межах глибини d .

$$\varphi_m = \frac{19 \cdot 0,3 + 20 \cdot 1,0 + 5,0 \cdot 19}{6,3} = 19,16^\circ$$

$$\operatorname{tg} \frac{\varphi_m}{4} = \operatorname{tg} 4,79 = 0,084.$$

Визначаємо розмір подошви:

$$a_c = a + 2 \cdot d \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi_m}{4} \quad (4.20)$$

$$b_c = b + 2 \cdot d \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi_m}{4} \quad (4.21)$$

Де d – глибина занурення палі.

Визначаємо середній тиск під подошвою фундаменту від розрахункових навантажень:

$$P = \frac{N_c}{a_c \cdot b_c} \quad (4.22)$$

Де N_c – вертикальне зусилля, приведенне до подошви умовно масивного фундаменту, кН.

$$N_c = N + G_s \cdot n_s + G_{гр} + G_I \quad (4.23)$$

Де $G_{гр}$ – власна вага ґрунту в об'ємі масиву.

$$G_{gp} = V_{rp} \cdot \gamma_{сер} \cdot \gamma_1', \quad (4.24)$$

Де $\gamma_{сер}$ – середньозважене значення об'ємної ваги ґрунтів в межах занурення палі.

$$\gamma_{сер} = \frac{20 \cdot 0,3 + 21,1 \cdot 1,0 + 20,7 \cdot 5,0}{6,3} = 20,73 \text{ кН/м}^2$$

$$G_{gp} = 188,99 \cdot 20,73 \cdot 1,2 = 4700 \text{ кН},$$

Осідання основи S з використанням розрахункової схеми у вигляді лінійно деформованого півпростору визначається методом послідовного складання:

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_i \cdot h_i}{E_i}, \quad (4.25)$$

Де β – безрозмірний коефіцієнт, $\beta = 0,8$;

σ_i – середнє значення додаткового вертикального нормативного напруження у i -му шарі ґрунту.

Визначаємо об'ємну вагу кожного шару, зваженого водою:

$$\gamma_{b3b} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e}, \quad (4.26)$$

Будуємо епюру природних тисків:

$$\sigma_{zg,i} = \sigma_{zg,i-1} + \gamma_i \cdot h_i + k \cdot H_{wL} \cdot \gamma_w; i = 1 \dots n; \sigma_{zg,0} = 0 \quad (4.27)$$

Де γ_i – γ або γ_{sb} для i -го шару ґрунту;

h_i – товщина i -го шару ґрунту;

H_w – відстань від водоопіра до рівня ґрунтових вод;

k – коефіцієнт, рівний 1 для границі водоопіра і 0 в інших випадках.

Будуємо допоміжну епюру $0,2q_i$.

Ґрунт під нижнім кінцем розбиваємо на шари $h_i \leq 0.4b_c$. Кількість шарів приймаємо стільки, доки епюра осадових тисків не перетнеться з епюрою $0,2q$.

Визначаємо осадовий тиск і рівні підосви фундаменту:

$$P_{oc} = P - q_n, \quad (4.28)$$

Де P – середній тиск по підосві фундаменту;

q_n - природний тиск ґрунту в рівні підосви фундаменту (кінців паль).

Будуємо епюру осадових тисків σ_z , де:

$$\sigma_{zi} = \alpha \cdot P_{oc}, \quad (4.29)$$

Де α – коефіцієнт розсіювання напружень по глибині табл.1, дод. S ДБН, в залежності від відношення a_c/b_c .

Розрахунок осідання виконуємо у вигляді таблиці.

Таблиця 4.5. – Розрахунок осідання умовно – масивного фундаменту.

№ шару	h_i	Z_i	Z_i/b_c	α	σ_{zi} , кПа	σ_{zi+1} , кПа	$\sigma_{zpi}=0,5(\sigma_{zi}+\sigma_{zi+1})$, кПа	E_i , кПа	$\sigma_{zpi} \cdot h_i / E_i$
1	2	2	0,4	0,923	247,19	228,16	237,68	36000	0,0132
2	2	4	0,81	0,622	228,16	153,75	190,96		0,016
3	2	6	1,21	0,44	153,75	108,76	131,26		0,0073
4	2	8	1,61	0,32	108,76	79,1	93,93		0,0052
5	2	10	2,02	0,235	79,1	58,09	68,6		0,0038
									$\Sigma 0,0455$

Визначаємо величину осідання:

$$S = 0,8 \cdot 0,0401 = 0,0321 \text{ м} = 3 \text{ см.}$$

Перевіряємо умову $S \leq S_u$: $S = 3,21 \text{ см} \leq S_u = 10 \text{ см}$,

Умова виконується, осідання в межах норми.

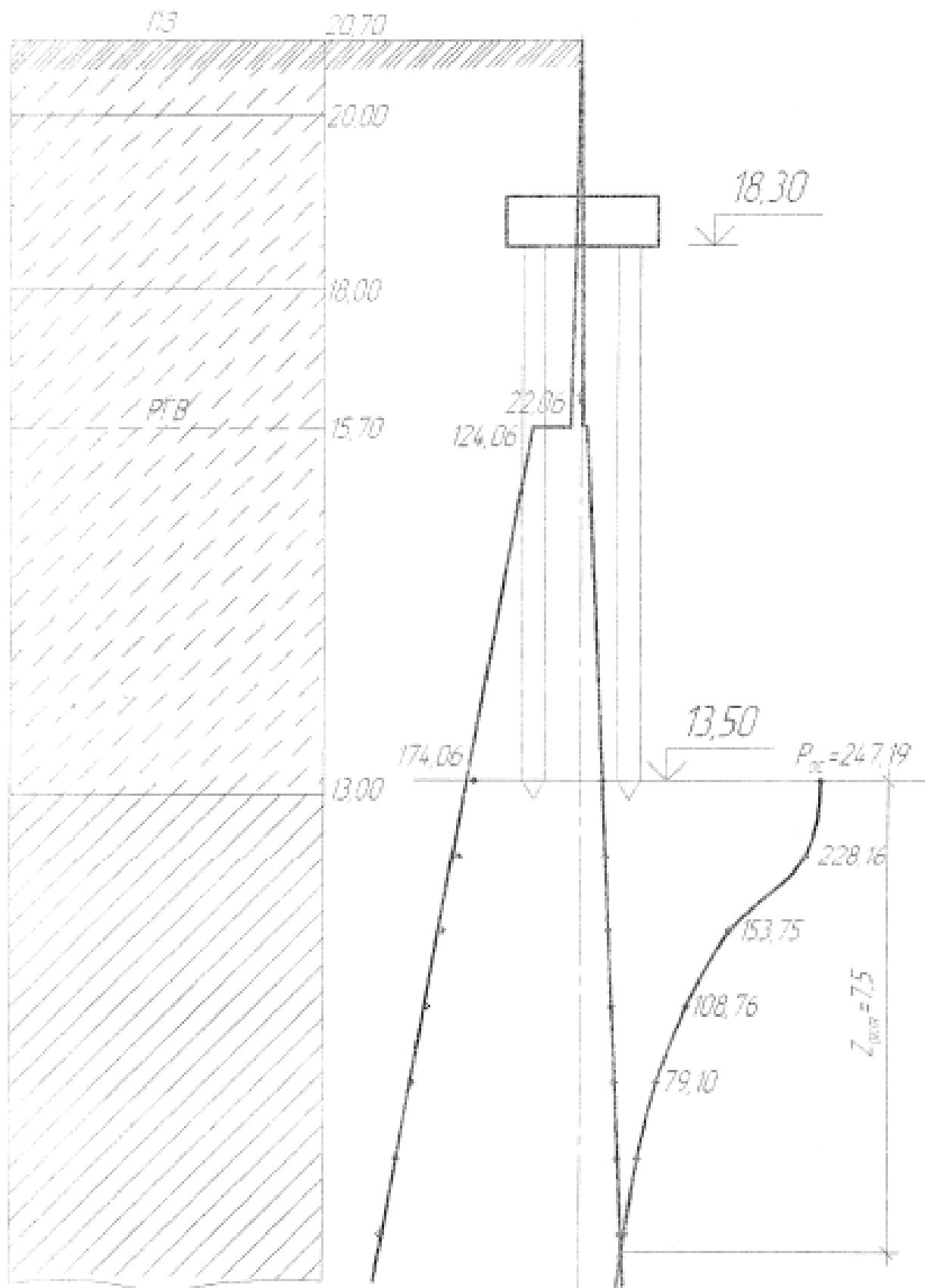


Рисунок 4.2 – Схема до розрахунку осідання фундаменту методом пошарового підсумування

5. Інженерне обладнання. Опалення і вентиляція

При проектуванні систем теплопостачання і вентиляції, одним з головних завдань є створення сприятливого мікроклімату для комфортного життя, здоров'я і ефективної діяльності людей, що включає оптимальну температуру і вологість повітря.

Мікроклімат приміщення визначається сукупністю теплових, повітряних і вологовидільних режимів та їх взаємозв'язку. Основною вимогою до мікроклімату є забезпечення комфортних умов для проживання або перебування людей у приміщенні.

Системи опалення призначені для створення і підтримки необхідних температур повітря в приміщенні під час холодного періоду року, забезпечуючи тепловий комфорт.

Системи вентиляції служать для видалення забрудненого повітря з приміщення і подачі свіжого повітря. При цьому розрахункова температура внутрішнього повітря повинна залишатися сталою. Вентиляційна система включає пристрої для нагрівання, видалення та осушення потоків повітря.

Системи кондиціонування є більш сучасними засобами для створення і підтримки комфортного мікроклімату в приміщенні, забезпечуючи задані параметри повітря, температури, вологості і чистоти при припустимій швидкості руху повітря, незалежно від зовнішніх метеорологічних умов. Системи кондиціонування включають пристрої для очищення повітря від бактерій та запахів, а також автоматичне керування обладнанням.

5.1 Вихідні дані для проектування

Згідно із завданням для дипломного проектування мною розроблений проект опалювання житлового 17-ти поверхового будинку в місті Івано-Франківськ з розмірами в плані $25,2 \times 34,8$ м.

Житлова будівля має 17 трикімнатних, 51 двокімнатні і 17 однокімнатних квартири, сходову клітку, холодний підвал, горище. Фасад орієнтований на захід. Стіни з пінобетону.

Система опалювання однотрубна горизонтальна, в кімнаті x01, x02, x03, x04, x06, x08, x09, x10, x12, x13, x14, x15, x16, а в кімнатах x07, x09, x11 - двотрубна горизонтальна з нижньою розводкою, де x - номер поверху. Тиск, що розташовується, на воді $\Delta P_n = 130000$ Па. Температура теплоносія на введенні 95^0 С на виході 75^0 С.

Розрахункові параметри зовнішнього і внутрішнього повітря приймаються залежно від географічного розташування об'єкту, призначення приміщень за даними, приведених у будівельних нормах і правилах (ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія).

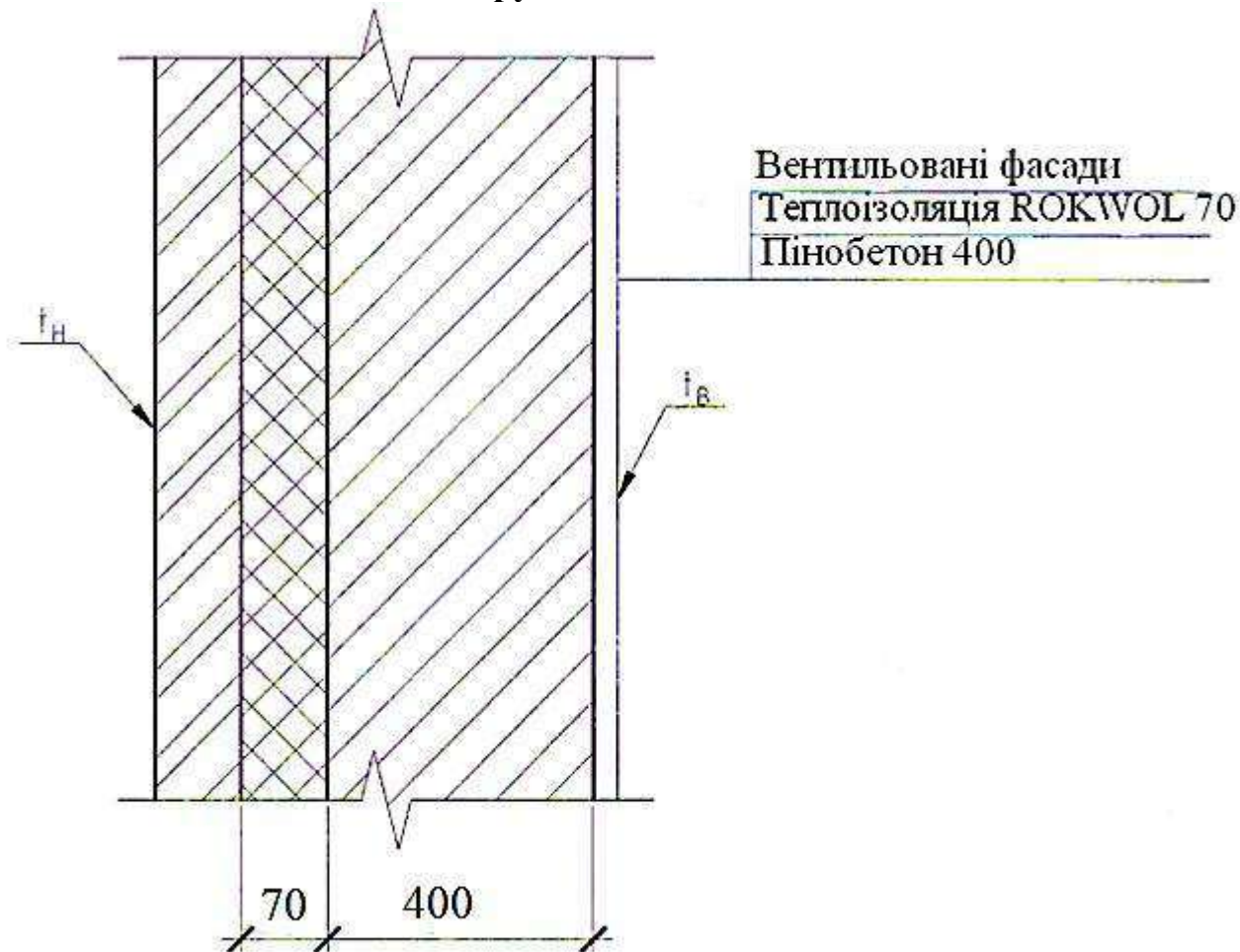
1. Температура зовнішнього повітря найбільшої холодної п'ятиденки $t_{xП} = -22^0$ С;
2. Абсолютна температура $t_a = -31^0$ С;
3. Середня температура найбільш холодної доби $t_{xc} = -26^0$ С;
4. Середня температура найбільш холодного періоду $t_{Ha} = -9^0$ С;
5. Тривалість опалюваного періоду 179 діб;
6. Зона вологості - суха.

Згідно ДБН В.2.2-15-2005 «Житлових будівель» таблиці 4:

- А) Загальні кімнати, спальні $t_B = 22^0$ С;
- Б) Коридори $t_B = 18^0$ С;
- В) Приміщення сходів $t_B = 18^0$ С;
- Г) Кухня-їдальня $t_B = 20^0$ С;

Температура зовнішнього повітря для розрахунку природної вентиляції приймаємо $+5$ С.

Конструкція зовнішньої стіни



Найменування матеріалу	Теплофізичні властивості		
	δ , мм	ρ , мм	λ Вт/ м 3
Пінобетон	200	800	0,21
Утеплювач ISOVER	$\delta_2=70$	200	0,041
Штукатурка цементно- піщаним розчином	30	1800	0,70

Приймаємо $R_{тр} = 2,4$, тоді :

$$R_{тр} = 1/\alpha_{в} + 1/\alpha_{н} + \delta_1 / \lambda_1 + \delta_2 / \lambda_2 + \delta_{ут} / \lambda_{ут} \quad (2.2)$$

де

$\alpha_{у}$

= 8,7 – коефіцієнт тепловіддачі внутрішніх поверхонь обгороджування;

$\alpha_{н} = 23$ – коефіцієнт тепловіддачі зовнішніх поверхонь обгороджування;

λ - коефіцієнт теплопровідності, Вт/ (м С);

δ - товщина шару, м.

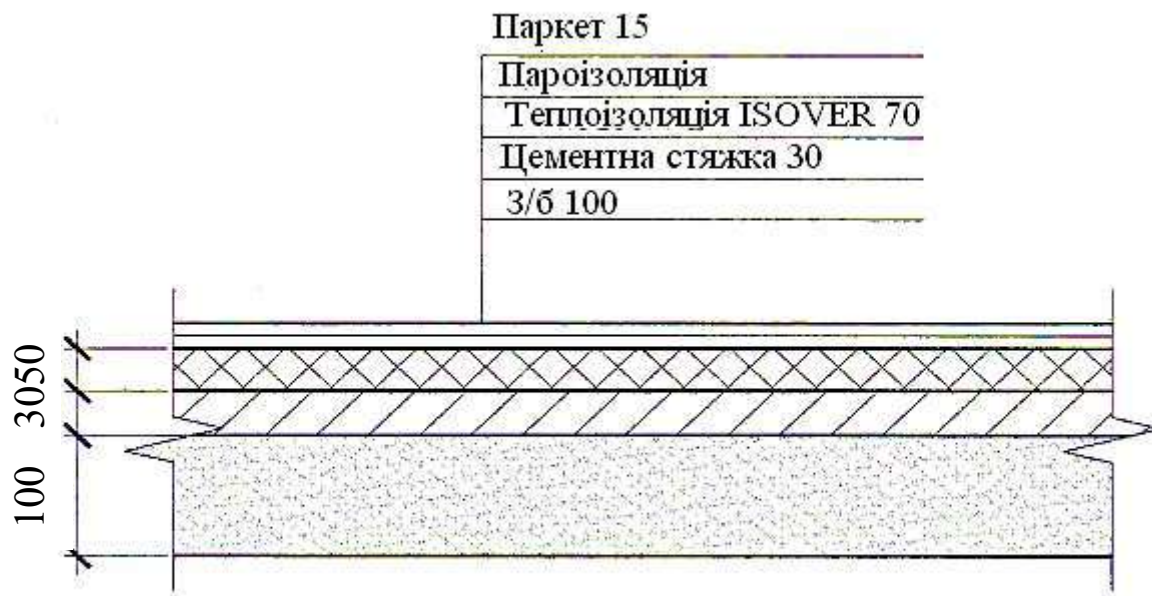
Отже:

$$\delta_{\text{ут}} \cdot \delta_{\text{ут}} = \lambda_{\text{ут}} (R_{\text{тр}^\circ} - 1/\alpha_{\text{в}} - 1/\alpha_{\text{н}} - \delta_1/\lambda_1 - \delta_2/\lambda_2)$$

$$\delta_{\text{ут}} = 0,041(2,4 - 1/8,7 - 1/23 - 0,2/0,21 - 0,03/0,7) = 0,05 \text{ м.}$$

Приймаємо модульну ширину утеплювача 0,070м.

Конструкція перекриття над не опалюваним підвалом і міжповерховим



Найменування матеріалу	Теплофізичні властивості		
	δ, мм	ρ, мм	λ Вт/ м 3
З/б	100	2500	1,92
Утеплювач ISOVER	δ ₂ =70	200	0,041
Цементне стягування	30	1800	0,76
Паркет	20	700	0,18

Приймаємо $R_{\text{тр}^\circ}=2$, тоді:

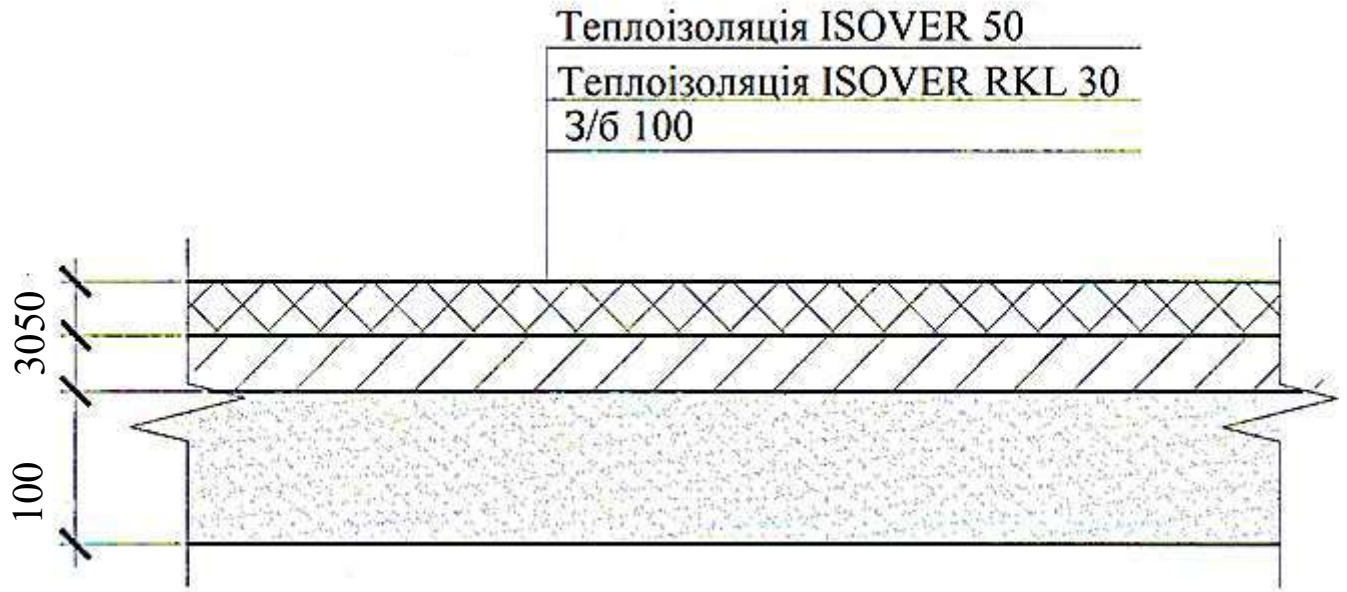
$$R_{\text{тр}^\circ} = 1/\alpha_{\text{в}} + 1/\alpha_{\text{н}} + \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_3/\lambda_3 + \delta_{\text{ут}}/\lambda_{\text{ут}}$$

$$\delta_{\text{ут}} \cdot \delta_{\text{ут}} = \lambda_{\text{ут}} (R_{\text{тр}^\circ} - 1/\alpha_{\text{в}} - 1/\alpha_{\text{н}} - \delta_1/\lambda_1 - \delta_2/\lambda_2 - \delta_3/\lambda_3)$$

$$\delta_{\text{ут}} = 0,041 (2 - 1/8,7 - 1/23 - 0,1/1,92 - 0,03/0,76 - 0,015/0,18) = 0,068 \text{ м.}$$

Приймаємо модульну ширину утеплювача 0,070 м.

Конструкція горіщного перекриття



Найменування матеріалу	Теплофізичні властивості		
	δ, мм	ρ, мм	λ Вт/ м 3
3/6	100	2500	1,92
Утеплювач ISOVER	δ ₂ =70	200	0,041
Утеплювач ISOVERRKL	30	60	0,029

Приймаємо $R_{тр} = 2,4$, тоді:

$$R_{тр} = 1/\alpha_{в} + 1/\alpha_{н} + \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_{ут}/\lambda_{ут}$$

$$\delta_{ут} = \lambda_{ут} (R_{тр} - 1/\alpha_{в} - 1/\alpha_{н} - \delta_1/\lambda_1 - \delta_2/\lambda_2)$$

$$\delta_{ут} = 0,041(2,4 - 1/8,7 - 1/23 - 0,1/1,92 - 0,03/0,029) = 0,047 \text{ м.}$$

Приймаємо модульну ширину утеплювача 0,050 м.

5.2 Розрахунок тепловтрат приміщення і визначення потрібної потужності системи опалювання

Втрати теплоти приміщення через конструкції, що захищають, визначаються по формулі [7]:

$$Q_T = \frac{A}{R} * (t_p - t_{EXT}) * (1 + \sum \beta) * n \quad (3.1)$$

де A - розрахункова площа конструкції, що захищає м²;

R - опір теплопередачі огорожувальної конструкції (м² С) /Вт;

t_p - розрахункова температура повітря, в приміщенні з урахуванням підвищення її залежно від висоти приміщення більш 4м;

t_{EXT} - розрахункова температура зовнішнього повітря, С, для холодного періоду року;

β - додаткові втрати теплоти в долях від основних втрат, визначувані відповідно до (додаток 12,4);

n - коефіцієнт, що приймається залежно від положення зовнішньої поверхні конструкцій, що захищають, по відношенню до зовнішнього повітря (ДБН В.2.5-67.2013 «Опалювання, вентиляція і кондиціонування»).

Витрата теплоти Q_B на нагрівання інфільтруючого повітря слід визначати по формулі:

$$Q_B = 0,28 * L_n * (t_B - t_H) = 0,28 * L_n * (t_B - t_H) * c * \rho \quad (2.1)$$

де L_n - витрата повітря, що видаляється м³/ч, що не компенсується підігрітим припливним повітрям; для житлових будівель питома нормативна витрата приймається рівною 3 м³/ч на 1 м² площі приміщень і кухні;

c - питома теплоємність повітря, $c = 1$ кДж/ (кг С);

ρ - щільність зовнішнього повітря, $\rho = 1,293$ кг/м³;

t_B, t_H - розрахункові температури повітря С.

Загальні тепловтрати приміщення визначається по формулі:

$$Q_{CO} = Q_T + Q_B \quad (3.2)$$

Розрахунок тепловитрат зводимо в таблицю 3.2

Таблиця 3.2- Розрахунок тепловитрат (на прикладі 15 приміщень)

Результати розрахунку тепловитрат і тепловиділень														
Приміщення			Обгороджування						$t_B - t_3, ^\circ\text{C}$	Коефіцієнту та добавок $1 + \sum \beta$	$Q_a, \text{Вт}$	$\sum Q_a, \text{Вт}$	$Q_B, \text{Вт}$	$Q_1, \text{Вт}$
Номер	Призначення	$t_p, ^\circ\text{C}$	Позначення	Орієнтація	Розмір а*b, м	Площа А, м ²	$D_0=1/R_0, \text{м}^2 \text{З/Вт}$	n						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
101	ЖК	20	НС1	З	5,1 * 3,6	14,0	0,40	1	46	1,05	271	1775,08	1009,72	2784,81
			НС2	ПН	5,1 * 3,6	18,4	0,40	1	46	1,1	372			
			ДО	З	1,5 * 1,5	2,3	1,42	1	46	1,05	154			
			Пл	-	5,1 * 5,1	43,2	0,48	0,9	46	-	851			
			ДВ	З	0,9 * 2,3	2,1	1,27	1	46	1,05	127			
102	К	20	НС1	З	7,2 * 3,6	23,7	0,40	1	46	1,05	457	1718,58	2514,06	4232,64
			ДО	З	1,5 * 1,5	2,3	1,42	1	46	1,05	154			
			Пл	-	7,2 * 7,8	56,2	0,48	0,9	46	-	1107			
103	ЖК	20	НС1	З	6 * 3,6	19,4	0,40	1	46	-	374	1463,79	1678,71	3142,49
			ДО	З	1,5 * 1,5	2,3	1,42	1	46	-	76,6			
			Пл	-	6,4 * 6	51,4	0,48	0,9	46	-	1013			
104	К	20	НС1	З	7,2 * 3,6	23,7	0,40	1	46	1,05	457	1718,58	2514,06	4232,64
			ДО	З	1,5 * 1,5	2,3	1,42	1	46	1,05	154			
			Пл	-	7,2 * 7,2	56,2	0,48	0,9	46	-	1107			
105	ЖК	20	НС1	З	5,1 * 3,6	14,0	0,40	1	46	1,05	271	1436,39	1009,72	2446,11
			НС2	ПД	5,1 * 3,6	18,4	0,40	1	46	1,1	372			
			ДО	З	1,5 * 1,5	2,3	1,42	1	46	1,05	154			
			Пл	-	5,1 * 5,1	26,0	0,48	0,9	46	-	513			
			ДВ	З	0,9 * 2,3	2,1	1,27	1	46	1,05	127			

206	ЖК	20	НС1	ПН	4,3 * 3,6	13,2	0,40	1	46	1,1	268	617,03	874,33	1491,35
			НС2	З	2,7 * 3,6	9,7	0,40	1	46	1,05	188			
			ДО	ПН	1,5 * 1,5	2,3	1,42	1	46	1,1	161			
207	ЖК	20	НС1	ПД	3,5 * 3,6	10,4	0,40	1	46	1	190	525,01	1305,49	1830,51
			НС2	З	2,7 * 3,6	9,7	0,40	1	46	1,05	188			
			ДО	ПД	1,5 * 1,5	2,3	1,72	1	46	1	147			
208	ЖК	20	НС1	ПН	4,0 * 3,6	12,2	0,40	1	46	1,1	246	407,38	1305,49	1712,87
			ДО	ПН	1,5 * 1,5	2,3	1,42	1	46	1,1	161			
209	ЖК	20	НС1	ПД	3,5 * 3,6	10,4	0,40	1	46	1	190	337,22	874,33	1211,55
			ДО	ПД	1,5 * 1,5	2,3	1,42	1	46	1	147			
210	ЖК	20	НС1	ПН	4,3 * 3,6	13,2	0,40	1	46	1,1	268	625,97	874,33	1500,29
			НС2	Сх	2,7 * 3,6	9,7	0,40	1	46	1,1	197			
			ДО	ПН	1,5 * 1,5	2,3	1,42	1	46	1,1	161			

1711	ЖК	20	НС1	3	4,3 *	3,6	13,2	0,40	1	46	1,05	256	994,59	874,33	1868,92
			ДО	3	1,5 *	1,5	2,3	1,42	1	46	1,05	154			
			ПТ	-	4,3 *	5,6	31,3	0,45	0,9	46	-	585			
1712	ЖК	20	НС1	СХ	5,1 *	3,6	14,0	0,40	1	46	1,1	284	1439,37	1009,72	2449,09
			НС2	ПН	5,1 *	3,6	18,4	0,40	1	46	1,1	372			
			ДО	СХ	1,5 *	1,5	2,3	1,42	1	46	1,1	161			
			ПТ	-	5,1 *	5,1	26,0	0,45	0,9	46		489			
			ДВ	СХ	0,9 *	2,3	2,1	1,27	1	46	1,1	133			
1714	К	18	НС1	СХ	7,2 *	3,6	23,7	0,40	1	44	1,1	458	1932,81	2404,76	4337,57
			ДО	СХ	1,5 *	1,5	2,3	1,42	1	44	1,1	154			
			ПТ	-	7,2 *	7,8	73,3	0,45	0,9	44	-	1320			
1715	ЛП	20	НС1	СХ	6,0 *	3,6	19,4	0,40	1	46	1,05	374	155,44	1091,16	2646,60
			ДО	СХ	1,5 *	1,5	2,3	1,42	1	46	1,05	154			
			ПТ	-	6,0 *	9,1	54,6	0,45	0,9	46	-	1027			
1716	К	20	НС1	СХ	7,2 *	3,6	23,7	0,40	1	46	1,1	479	1951,42	2514,06	4465,48
			ДО	СХ	1,5 *	1,5	2,3	1,42	1	46	1,1	161			
			ПТ	-	7,2 *	7,8	69,7	0,45	0,9	46	-	1311			

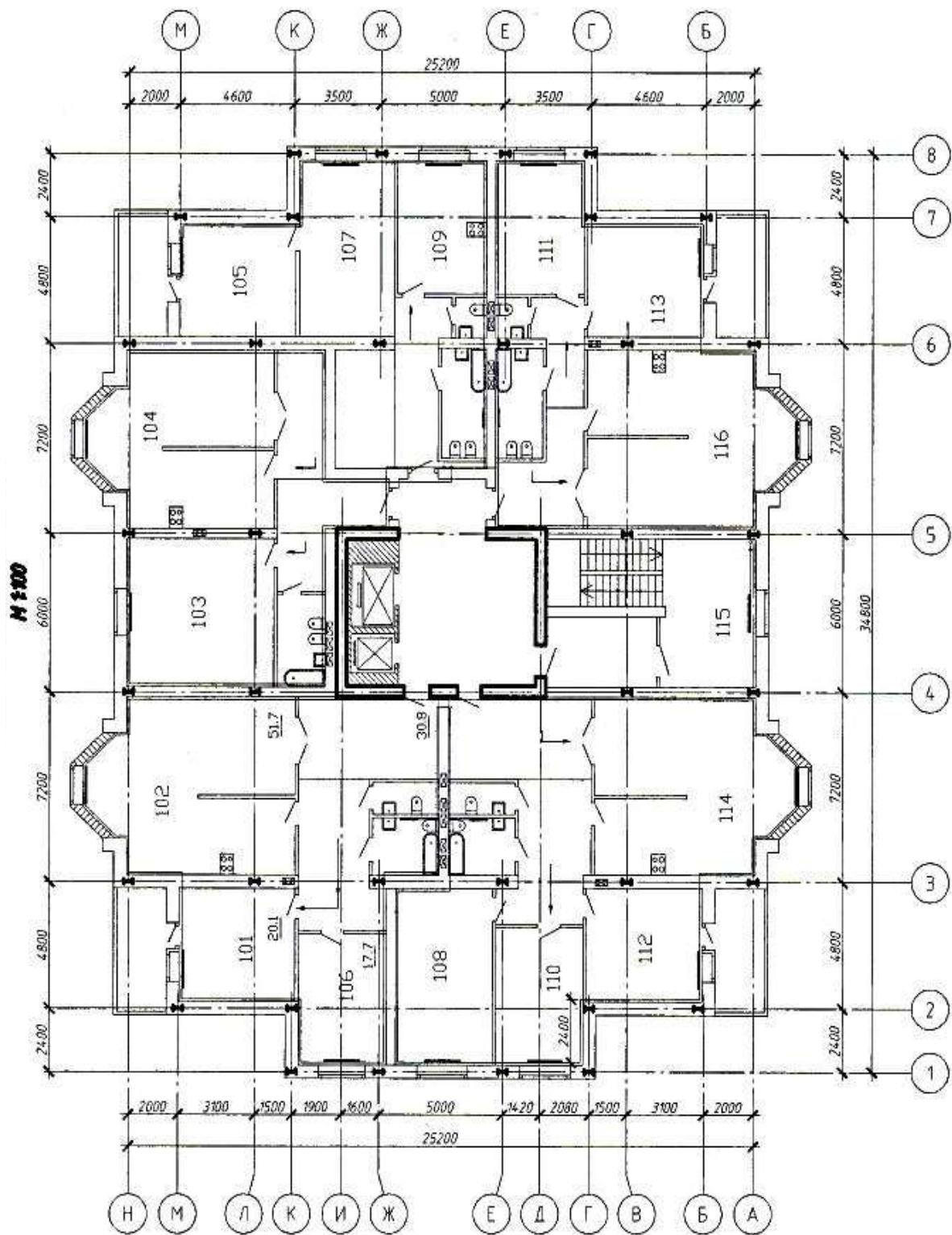


Рисунок 3.1- План типового поверху

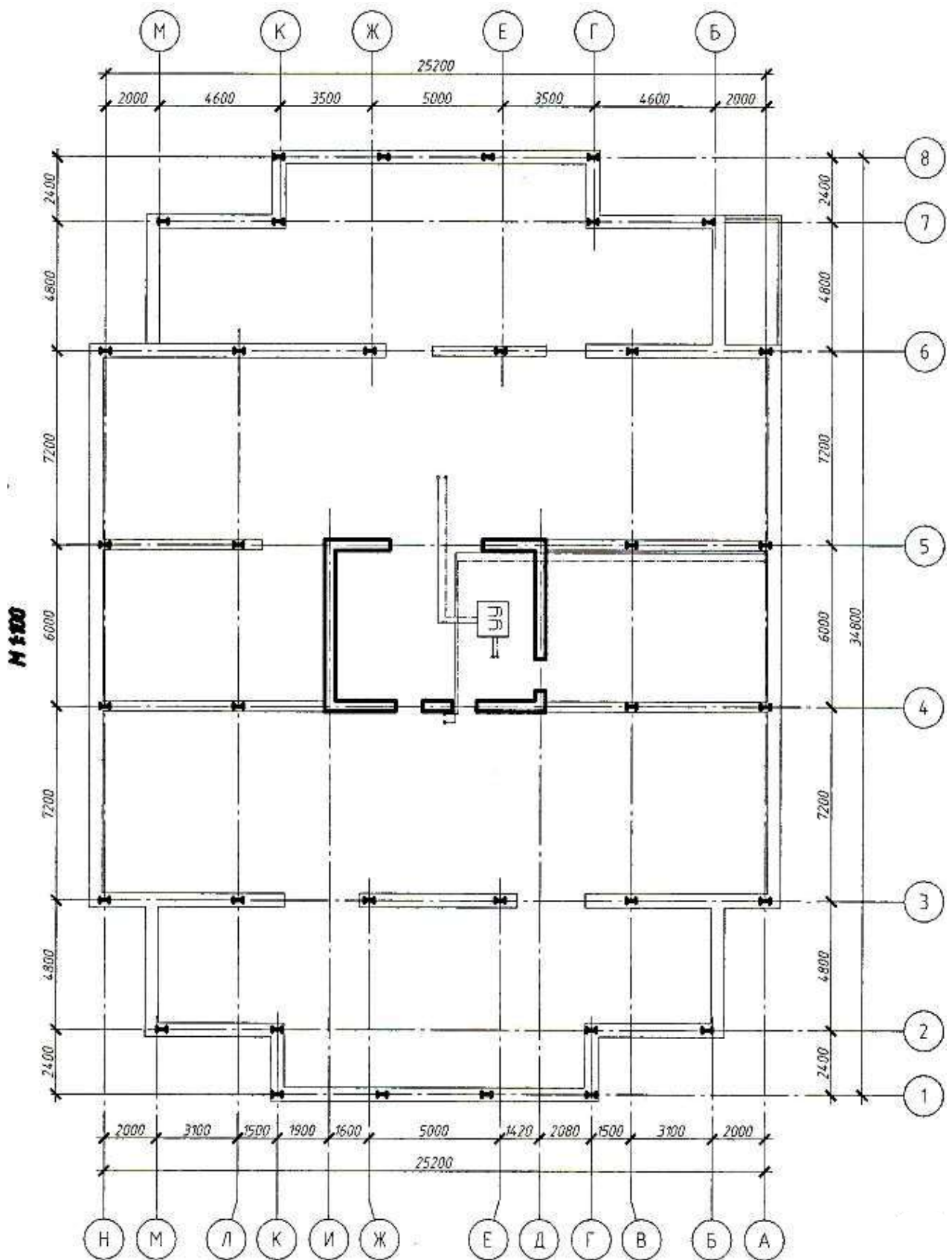


Рисунок 3.1- План підвалу на відмітці -2,400

5.3. Вибір конструкції системи опалювання і гідравлічний розрахунок теплопроводів

У цьому завданні використовується водяна система опалювання.

Теплоносієм є вода, що забезпечує такі переваги [7]:

- рівномірність температури в приміщенні;
- простота центрального регулювання тепловіддачі приладів;
- безшумна дія;
- хороша довговічність.

Кожна квартира обладнана лічильниками води, замочними гвинтилями та груповим термостатичним клапаном з виносним датчиком на підводі.

Опалювальні прилади мають терморегулятори (РТК), а на подаючому підведенні до опалювальних приладів двотрубною системою опалення (наприклад, кімнати х07, х09, х11, де х - номер поверху) встановлюються термостатичні клапани з пристроями для індивідуального гідравлічного налаштування. У ванних кімнатах передбачені вентилі з отвором для спуску води на змійовику. Також встановлюється замочний вентиль на відведенні з квартири.

Гідравлічний розрахунок системи опалення полягає у визначенні діаметрів трубопроводів для стояків і магістральних трубопроводів з урахуванням відомих теплових навантажень і тисків. При розрахунку використовуються труби та деталі, виготовлені з поліетилену з вдосконаленою молекулярною структурою, які відповідають санітарним нормам. Для покращення естетичного вигляду кімнат, труби системи опалення проєктуються під плінтусами.

Для кожної ділянки головного циркуляційного кільця визначається витрата теплоносія G , (кг/год)

$$G = 3,6 * 103 * \sum Q_i / (z \Delta t) \quad (4.1)$$

де $\sum Q_i$ - сумарна теплова потужність опалювальних приладів, під'єднаних до

i - тої ділянки теплопроводу, Вт;

C - питома теплоємність води, рівна 4,187 кДж/ (кг С);

Δt - різниця температур теплоносія на вході в систему і на виході з неї, яку для двотрубних і однокотлових систем приймаємо рівною 20°С.

Знаходимо середню величину питомої втрати тиску на терті для розрахункового циркуляційного кільця на 1м R_{cp} , Па:

$$R_{cp} = B * P_p / \sum l \quad (4.2)$$

де P_p - передбачуваний перепад тиску в системі опалювання;

$\sum l$ - сума довжин ділянок розрахункового циркуляційного кільця, і;

B - коефіцієнт, що враховує долю втрати тиску на подолання опору тертя від загального передбачуваного перепаду тиску.

$$B=0,55.$$

Залежно від відомих величин R_{cp} і $G_{діл}$ знаходимо дійсні питомі втрати R , Па, Параметри трубопроводів d , мм, і швидкість води v , м/с, стараючись, щоб значення R було як можна ближче до R_{cp} (більше або менше).

Розраховуємо втрати тиску по довжині ділянки Rl і в місцевих опорах:

$$z_{діл} = 10^{-3} * S_{діл} * G_{діл}^2 \quad (4.3)$$

де $S_{діл}$ - сума характеристик, Па/(кг/год)², усіх гідравлічних опорів ділянки, що приймаються по ДБН В.2.5-67.2013 «Опалювання, вентиляція і кондиціонування», додаток 2.

Знаходимо повні втрати тиску, Па, на кожній ділянці $(Rl+z)$ Підсумовуючи їх по усьому розрахунковому циркуляційному кільцю, визначаємо повну втрату тиску в кільці:

$$\sum (Rl+z) \quad (4.4)$$

і порівнюємо її з перепадом тиску, що розташовується, на введенні:

$$0,9 * R \geq \sum (Rl+z) \quad (4.5)$$

Величину запасу або не в'язки використовуваного тиску визначаємо за формулою:

$$A = P_p - \sum (Rl + z) \quad (4.6)$$

$$P_p * 100\%$$

Схема системи опалення представлена на рисунку 3.1

Таблиця 4.1- Гідравлічний розрахунок системи опалення

Номер участка	$\Sigma Q_{гн}, \text{Вт}$	$G, \text{кг/ч}$	$L, \text{м}$	$d, \text{мм}$	$R, \text{Вт Па/м}$		$R_L, \text{Па}$	$Z, \text{Па}$	$R_L+Z, \text{Па}$
УУ-1	556706.76	19087.09	2.00	76.00	255.00		510.00	400.75	910.75
1-2	264446.64	9066.74	6.70	63.00	69.00		462.30	244.97	707.27
2-3	136153.94	4668.14	61.60	50.00	93.00		5728.80	274.57	6003.37
3-4	127813.26	4382.17	61.60	50.00	83.00		5112.80	241.96	5354.76
4-5	119472.58	4096.20	61.60	50.00	74.00		4558.40	228.19	4786.59
5-6	111131.90	3810.24	61.60	50.00	64.00		3942.40	197.44	4139.84
6-7	102791.22	3524.27	61.60	50.00	59.00		3634.40	168.92	3803.32
7-8	94450.54	3238.30	61.60	40.00	135.00		8316.00	499.16	8815.16
8-9	86109.86	2952.34	61.60	40.00	135.00		8316.00	414.90	8730.90
9-10	77769.18	2666.37	61.60	40.00	118.00		7268.80	314.95	7583.75
10-11	69428.50	2380.41	61.60	40.00	98.00		6036.80	251.02	6287.82
11-12	61087.82	2094.44	61.60	40.00	74.00		4558.40	194.33	4752.73
12-13	52747.14	1808.47	61.60	40.00	59.00		3634.40	144.89	3779.29
13-14	44406.46	1522.51	61.60	32.00	88.00		5420.80	328.93	5749.73
14-15	36065.78	1236.54	61.60	32.00	59.00		3634.40	216.97	3851.37
15-16	27725.10	950.57	61.60	32.00	35.00		2156.00	140.06	2296.06
16-17	19384.42	664.61	61.60	25.00	78.00		4804.80	349.83	5154.63
17-18	11043.74	378.64	61.60	25.00	27.00		1663.20	125.31	1788.51
18-УУ	556706.76	19087.09	69.90	76.00	255.00		17824.50	400.75	18225.25
$R_{cp} = 67.19$		$\Sigma =$	1064.20		117000	\geq	102721.1	$\Sigma =$	102721.1
					A =	20.98 %			

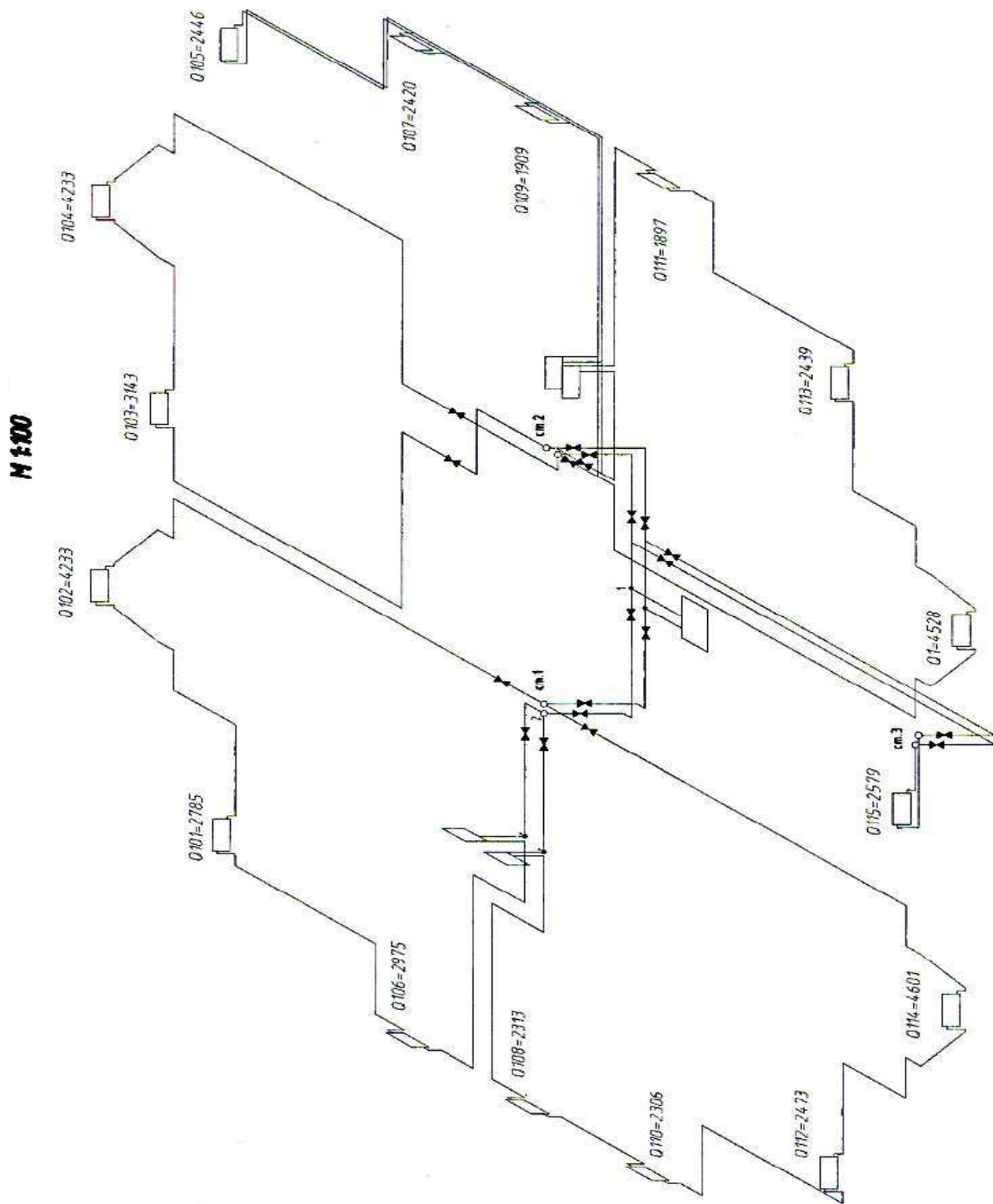


Рисунок 4.1- Аксонометрична схема системи опалення

5.4. Вибір, розміщення і розрахунок опалювальних приладів

Для визначення необхідної кількості опалювальних приладів, що забезпечать компенсацію тепловтрат приміщення, проводиться розрахунок. У системі центрального опалювання опалювальні прилади розташовуються у зовнішніх стінах, переважно під вікнами, що допомагає зменшити холодні потоки повітря біля вікон [7,12].

Для опалювальних приладів в системі опалювання були обрані алюмінієві радіатори GLOBALMIX - R700, які мають найвищі теплотехнічні і техніко-економічні характеристики.

Розрахункова площа $F_p, \text{м}^2$, опалювального приладу визначається по формулі:

$$F_p = \frac{Q_{\text{ПР}}}{q_{\text{ПР}}} \quad (5.1)$$

де $Q_{\text{ПР}}$ - необхідна тепловіддача приладу в дане положення, Вт, визначається по формулі:

$$Q_{\text{ПР}} = Q_n - 0,9Q_{\text{ТР}} \quad (5.2)$$

Q_n – теплотребність приміщення;

$Q_{\text{ТР}}$ – сумарна тепловіддача відкрито проложених в межах приміщення труб;

0,9 – коефіцієнт, який враховує долю тепловіддачі теплопроводів, корисну для підтримки заданої температури повітря в приміщенні;

$q_{\text{ПР}}$ - поверхнева щільність теплового потоку, Вт/м², визначається по формулі:

$$q_{\text{ПР}} = q_{\text{ном}}(\Delta t_{\text{ср}} - 70)^n (\delta_{\text{пр}} - 360)^p \quad (5.3)$$

де $q_{\text{ном}}$ - номінальний тепловий потік однієї секції, для радіатора типу GLOBALMIX - R700 = 595 Вт/м²;

Δt_{cp} – температурний напір, визначається по формулі:

$$\Delta t_{cp} = t_r - t_o - t_B \quad (5.4)$$

$\delta_{пр}$ – кількість теплоносія, поступаючого в прилад, кг/год, визначається по формулі:

$$\delta_{пр} = \frac{3600 Q_n}{c(t_r - t_o)} \quad (5.5)$$

де c - питома теплоємність води 4187 Дж/кг*К;

Сумарна тепловіддача відкрито прокладених в межах приміщення трубопроводів визначається по формулі:

$$Q_{mp} = q_B * l_B + q_G * l_G \quad (5.6)$$

де q_B, q_G - тепловіддача 1 м вертикально і горизонтально прокладених труб, Вт/м, виходячи з їх діаметрів і різниці температур $t_r - t_o$;

l_B, l_G - довжина вертикальних і горизонтальних теплопроводів в переділах приміщення.

Орієнтовна кількість секцій радіатора визначається по формулі:

$$N_{cp} = \frac{F_p * \beta_1}{f_3} \quad (5.7)$$

де β_1 - поправочний коефіцієнт, що враховує спосіб установки радіатора в приміщенні, по довіднику Р.В. Щекин, таб. III.21 приймаємо рівним 1.

f_3 - площа однієї секції радіатора м², таб. III.7. $f_3 = 0,31$ м².

Визначення числа секцій радіатора визначається по формулі:

$$N = \frac{N_{cp}}{\beta_2} \quad (5.8)$$

де β_2 - Поправочний коефіцієнт, що враховує число секцій в одному радіаторі; визначається по формулі:

$$\beta_2 = 0,97 + \frac{0,06}{F_p} \quad (5.9)$$

Таблиця 5.1- Розрахунок нагрівальних приладів
Перший поверх

номер помещення	Q _н , Вт	σ _{нр} , Вт	q _{нр} , Вт/м ²	Q _{тр} , Вт	F _р , м ²	f _р , м ²	β ₁	N _{гр} , шт.	β ₂	N, шт.
1	2	3	4	6	5	7	8	9	10	11
101	2784.81	119.72	549.82	2961.21	0.2177	0.31	1	7.0	1	7
102	4232.64	181.96	554.45	4500.76	0.3282	0.31	1	10.6	1	11
103	3142.49	135.1	551.15	3341.55	0.2451	0.31	1	7.9	1	8
104	4232.64	181.96	554.45	4500.76	0.3282	0.31	1	10.6	1	11
105	2446.11	105.16	548.4	2601.06	0.1918	0.31	1	6.2	1	7
106	2296.29	98.718	547.71	2441.74	0.1802	0.31	1	5.8	1	6
107	2419.97	104.04	548.28	2573.26	0.1897	0.31	1	6.1	1	6
108	2312.18	99.401	547.78	2458.65	0.1815	0.31	1	5.9	1	6
109	1909.43	82.087	522.02	2030.39	0.1572	0.31	1	5.1	1	5
110	2305.23	99.102	526.96	2451.25	0.1881	0.31	1	6.1	1	6
111	1896.77	81.543	521.84	2016.92	0.1563	0.31	1	5.0	1	5
112	2472.40	106.29	528.81	2629.01	0.201	0.31	1	6.5	1	6
113	2438.62	104.84	528.44	2593.09	0.1984	0.31	1	6.4	1	6
114	4600.45	197.77	545.48	4891.86	0.3626	0.31	1	11.7	1	12
115	2578.33	110.84	529.92	2741.65	0.2092	0.31	1	6.7	1	7
116	4527.90	194.66	545.05	4814.72	0.3571	0.31	1	11.5	1	12

Другий поверх

1	2	3	4	6	5	7	8	9	10	11
201	1933.35	83.115	545.83	2055.8	0.15227	0.31	1	4.9	1	5
202	3125.49	134.37	551.09	3323.5	0.24382	0.31	1	7.9	1	8
203	2206.67	94.865	547.27	2346.4	0.17334	0.31	1	5.6	1	6
204	3125.49	134.37	551.09	3323.5	0.24382	0.31	1	7.9	1	8
205	1933.35	83.115	545.83	2055.8	0.15227	0.31	1	4.9	1	5
206	1491.35	64.114	543	1585.8	0.11807	0.31	1	3.8	1	4
207	1830.51	78.694	545.23	1946.5	0.14433	0.31	1	4.7	1	5
208	1712.87	73.637	544.51	1821.4	0.13524	0.31	1	4.4	1	5
209	1211.55	52.085	510.28	1288.3	0.10207	0.31	1	3.3	1	4
210	1500.29	64.498	515.76	1595.3	0.12505	0.31	1	4.0	1	4
211	1284.05	55.202	511.76	1365.4	0.10787	0.31	1	3.5	1	4
212	1959.63	84.245	522.7	2083.8	0.16117	0.31	1	5.2	1	6
213	1925.85	82.793	522.24	2047.8	0.15853	0.31	1	5.1	1	5
214	3154.60	135.62	535.29	3354.4	0.25335	0.31	1	8.2	1	8
215	1548.73	66.58	516.58	1646.8	0.12889	0.31	1	4.2	1	4
216	3154.60	135.62	535.29	3354.4	0.25335	0.31	1	8.2	1	8

Останній поверх

1	2	3	4	6	5	7	8	9	10	11
1701	2422.81	104.16	548.3	2576.3	0.18997	0.31	1	6.1	1	6
1702	4505.61	193.7	555.14	4791	0.34892	0.31	1	11.3	1	11
1703	3173.92	136.45	551.26	3375	0.24752	0.31	1	8.0	1	8
1704	4182.32	179.8	554.31	4447.2	0.32436	0.31	1	10.5	1	10
1705	2422.81	104.16	548.3	2576.3	0.18997	0.31	1	6.1	1	6
1706	2259.70	97.145	547.53	2402.8	0.17742	0.31	1	5.7	1	6
1707	2445.48	105.13	548.4	2600.4	0.19171	0.31	1	6.2	1	6
1708	2284.94	98.23	547.65	2429.7	0.17937	0.31	1	5.8	1	6
1709	1877.71	80.723	521.58	1996.7	0.15477	0.31	1	5.0	1	5
1710	2268.64	97.529	526.54	2412.3	0.18523	0.31	1	6.0	1	6
1711	1868.92	80.345	521.46	1987.3	0.15408	0.31	1	5.0	1	5
1712	2449.09	105.29	528.56	2604.2	0.1992	0.31	1	6.4	1	7
1713	2415.31	103.83	528.19	2568.3	0.19659	0.31	1	6.3	1	6
1714	4337.57	186.47	543.88	4612.3	0.34286	0.31	1	11.1	1	11
1715	2646.60	113.78	530.61	2814.2	0.21443	0.31	1	6.9	1	7
1716	4465.48	191.97	544.67	4748.3	0.35246	0.31	1	11.4	1	12

5.5. Вибір конструкції і розрахунок систем природної вентиляції

Відповідно до ДБН В.2.5-67.2013 "Опалювання, вентиляція і кондиціонування", рекомендується у житлових будівлях встановлювати природну каналну вентиляцію з витягом повітря в кожную квартиру. Це означає, що кухня, ванна кімната, туалет або поєднаний санвузол мають свої вентиляційні канали для відведення повітря. У кожному приміщенні безпосередньо здійснюється натуральний потік повітря через різні відкриті місця, такі як вентиляційні решітки, балконні двері або незакрите вікно. Однак, винятком є житлові кімнати, які не межують з санвузлами або кухнею в квартирах, де немає прямого або кутового провітрювання, і мають чотири або більше кімнат.

У цих випадках потрібно забезпечити окремий вентиляційний канал для цих кімнат. Крім того, не дозволяється комбінування вентиляційних систем різних приміщень, наприклад, вентиляція кухні не повинна бути пов'язана з вентиляцією санвузла.

Товщина стінок вентиляційного каналу має бути не менше 125 мм, а розташування між однойменними каналами повинне бути 125 мм, а між різними каналами - 250 мм.

Співвідношення сторін каналу слід приймати не більше 1: 3.

На повітряних отворах вентиляційних каналів в приміщеннях на відстані 200-250 мм від стелі слід встановити вентиляційні ґрати, виготовлені з металу, пластмаси або гіпсу.

Висоту витяжної шахти над покрівлею рекомендується визначати наступними умовами: якщо шахта розташована біля коника, її гирло повинне височіти над коником не менше чим на 0,5м; якщо шахта розташована від коника на відстані 1,5 - 3 м, її гирло повинне влаштовувати на рівні коника; якщо ж шахта розташована від коника на відстані більше 3 м, її гирло виводиться до прямої, проведеної від коника під кутом 10 градусів до горизонту. У усіх випадках відстань від покрівлі до гирла каналу має бути не менше 0,5 і не більше 1,5 м.

Закриті сходові клітки з природним освітленням провітрюються через вентиляційні шахти, вікна, що відкриваються, фрамуги або кватирки.

Визначаємо кількість повітря, що видаляється, з квартири:

$$Z_{кв} = 3 \sum F_n = 3 * 37,1 = 111,3 \text{ м}^3/\text{год} \quad (6.1)$$

$$Z_{кв} = Z_c + Z_k = 90 + 50 = 140 \text{ м}^3/\text{год} \quad (6.2)$$

Z_c - кількість повітря видаляється через санвузол м³/год

Z_k - кількість повітря видаляється через кухню м³/год

$$Z_c = 3 * 6,2 = 18,6 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$Z_k = 3 * 51,7 = 155,1 \text{ м}^3/\text{год}$$

$\sum F_n$ – сумарна площа житлових кімнат квартири.

Визначаємо величини вентиляційних об'ємів в санвузлах Z_c і ванній кімнаті

$$Z_g = Z_{кв} - Z_c = 140 - 50 = 90 \text{ м}^3/\text{год} \quad (6.3)$$

Розраховуємо необхідну площу витяжних каналів:

$$F_g = Z_v / 3600 * v \quad (6.4)$$

де V - швидкість руху повітря в каналах, $V = 0,6$ м/с

(при природній вентиляції верхнього поверху)

$$F_g = 155,1 / 3600 * 0,6 = 0,08 \text{ м}^2$$

Визначаємо число каналів, шт :

$$n = F_v / f = 0,08 / 0,038 = 2 \text{ шт} \quad (6.5)$$

Розмір каналів 140*270 мм

Визначаємо необхідну площу і розмір витяжних каналів в санвузлах:

$$F_c = 18,6/3600 * 0,6 = 0,009 \text{ м}^2$$

$$n = 0,009/0,02 = 1 \text{ шт}$$

Розмір каналів 140*140 мм ($f=0,02\text{м}^2$).

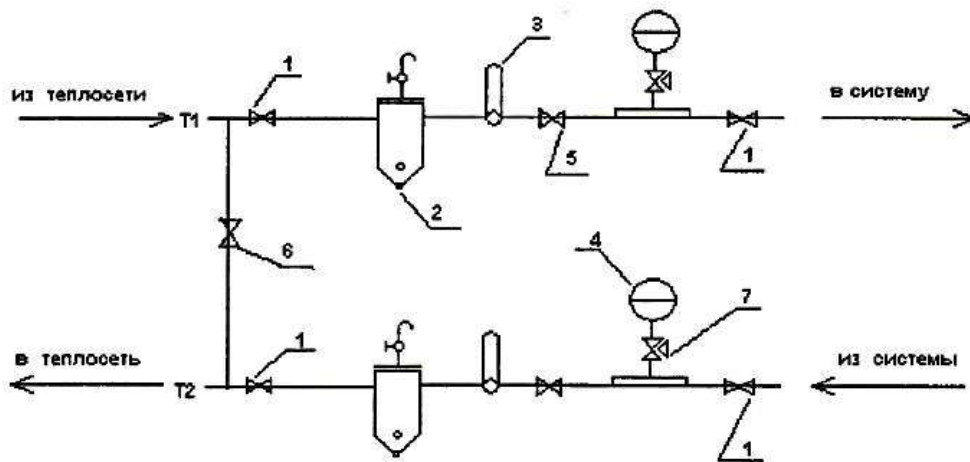


Рисунок 6.1 Схема вузла управління

- 1 - засувка
- 2 - грязевик
- 3 - термометр
- 4 - манометр
- 5 - зворотний клапан
- 6 - пробковий кран
- 7 - триходовий кран під манометр

Міністерство, відомство

Головне управління

Затверджено:

Зведений кошторисний розрахунок в сумі:

251203,298

тис.грн.

в тому числі зворотних сум:

122,435

тис.грн.

6 Зведений кошторисний розрахунок

17-ти поверховий житловий будинок у м. Івано-Франківськ ст. гр. Б-19-1
Андрейко А. В.

Складена в поточних цінах станом на

травень 2023р

№ п/п	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування глав, об'єктів, робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			Інші затрати, тис.грн	Загальна кошторис-на вартість, тис.грн.
			будівель-них робіт	монтаж-них робіт	обладнання, меблів та інвентарю		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	2% від гл.2	Глава 1 Підготовка території будівництва	1325,439			45,084	1370,523
2	Об'єктний кошторис	Глава 2 Основні об'єкти будівництва	66271,947	998,239	1255,958		68526,144
3	17,5% від гл.2	Глава 3 Об'єкти підсобного господарства	11597,591	174,692	219,793		11992,075
4	12% від гл.2	Глава 4 Об'єкти енергетичного господарства	7952,634	119,789	150,715		8223,137
5	7,2% від гл.2	Глава 5 Об'єкти транспортного господарства і зв'язку	4771,580	71,873	90,429		4933,882
6	8,3% від гл.2	Глава 6 Зовнішні мережі та споруди ВК, ТГС	5500,572	82,854	104,245		5687,670
7	4% від гл.2 + 3	Глава 7 Благоустрою й озеленення території	3114,781	46,917			3161,699
		Разом по главах 1-7	100534,543	1494,364	1821,139	45,084	103895,130

8	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.11	Глава 8 Тимчасові будівлі і споруди. Кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд.	804,276	11,955			816,231
		Підсумки по главам 1-8	101338,819	1506,319	1821,139	45,084	104711,361
9	ДСТУ Б Д.1.1-1 діє до: 2013 дод.К п.26	Глава 9 Інші роботи і витрати. Додаткові витрати на виробництво робіт в зимовий час.	1216,066	18,076			1234,142
		Разом по главах 1-9	102554,885	1524,395	1821,139	45,084	105945,503
1	2	3	4	5	6	7	8
		Глава 10 Утримання служби замовника і авторський нагляд					
10	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 дод.К п.44	Утримання служби замовника (включаючи витрати на технічний нагляд) 2,5% від підсумку глав 1-9				2648,638	2648,638
11	ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.2.8.13	Витрати замовника, пов'язані з проведенням процедури закупівель і страховий фонд документації 0,6% від підсумку глав 1-9				635,673	635,673
		Разом по главі 10				3284,311	3284,311
12	1% від підсумку гол. 1-9	Глава 11 Підготовка експлуатаційних кадрів				1059,455	1059,455
		Глава 12 Проектні та вишукувальні роботи					
13	3% від підсумку гл. 1-9	Кошторисна вартість проектних робіт				3178,365	3178,365
14	ДСТУ Б Д.1.1-7:2013	Кошторисна вартість експертизи проектно-кошторисної документації 16% від вартості ППР				508,538	508,538
		Разом по главі 12				3686,903	3686,903

		Разом по главах 1-12	102554,885	1524,395	1821,139	8075,753	113976,172
	ДСТУ-Н Б Д.1.1.-3 діє до: 2013 дод Е таб.Е.1 п 4	Кошторисна прибуток	83069,457	1234,760			84304,217
	ДСТУ-Н Б Д.1.1.- 3:2013 прил. Д таб.Д.1 п 4	Кошти на покриття адміністративних витрат будівельно-монтажної організації	7434,716	110,511			7545,227
	ДСТУ Б Д.1.1- 1:2013 п.5.8.16	Кошти на покриття додаткових витрат пов'язаних з інфляційними процесами				1230,943	1230,943
	ДСТУ Б Д.1.1- 1:2013 п.5.8.16	Кошти на страхування ризиків				2279,523	2279,523
		Разом	193059,058	2869,665	1821,139	11586,219	209336,082
		Разом за зведеним кошторисним розрахунком	193059,058	2869,665	1821,139	11586,219	209336,082
		Податок на додану вартість				41867,216	41867,216
		Всього за зведеним кошторисним розрахунком	193059,058	2869,665	1821,139	53453,436	251203,298
		Зворотні суми					122,435

7 ОСНОВНІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

1. Кошторисна вартість будівництва	251203,2982 тис.грн.
2. Договірна ціна загальнобудівельних робіт	156951,5602 тис.грн.
3. Будівельний обсяг будинку	57 089 м ³
3а. Загальна площа будівництва	11059,00 м ²
4. Вартість будівництва 1м ³	4400,20 грн./м ³
4а. Вартість будівництва за 1м ²	14192,20 грн/м ²
5. Загальна трудомісткість робіт, що підлягають виконанню при зведенні об'єкту	173,29 тис.люд.год
6. Теж на 1 м ³	3,04 тис.люд.год / м ³
7. Тривалість будівництва:	
нормативна (за договором, контрактом і ін.)	377 днів
по проекту (з календарним графіком, мережному, лінійному і ін.)	397 днів
8. Економічний ефект	
9. Характеристика об'єкта будівництва (за формою власності):	
об'єкт з колективною формою власності за	
10. Джерела фінансування інвестицій:	

власні кошти замовника

11.Характер відтворення основних фондів:

нове

будівництво

12.Порядок реалізації інвестицій і укладення підрядного контракту:

відкриті торги

13.Суб'єкти інвестиційної діяльності (вказати хто і дати коротку характеристику):

замовник:

підрядник:

14.Види договірної ціни: тверда

8. Підготовка і технологія виконання робіт [8]

- - Геодезичні роботи виконуються на підготовчому і основному етапах будівництва.
- На підготовчому етапі здійснюється розмітка і закріплення осей, а на основному етапі проводиться нівелювання колон і їх вирівнювання згідно результатів нівелювання.
- У будівельному процесі використовується баштовий кран КБ-573.2.
- Акти складаються для прихованих робіт.
- Перед початком монтажу необхідно виконати нульовий цикл робіт.
- Перед початком монтажних робіт проводиться вступний інструктаж на робочому місці.
- Монтаж слід виконувати відповідно до вимог ДБН А.3.1 - 5:2016 "Технологія і організація будівельного виробництва".
- Вантажопідйомні машини, механізми і пристосування повинні бути зареєстровані і технічно оглянуті згідно з правилами Держгіртехнагляду перед початком робіт.
- Вантаж спочатку піднімають на 100 мм для перевірки підвіски, стійкості крана і гальм, а потім на проектну відмітку.
- Забороняється поєднання монтажу з будь-якими іншими роботами по одній вертикалі в межах монтажної дільниці.
- Тимчасові кріплення видаляються після закріплення конструкції за допомогою засобів, передбачених проектом.
- Стропування колон, ферм, ригелів, монтажних блоків виконується відповідно до схеми стропування.
- Інструментальна перевірка монтажного горизонту кожного поверху здійснюється нівелюванням за допомогою контрольних рейок.
- Між однаковими відмітками встановлюється натягнутий шнур, і за допомогою метра вимірюється проектна відстань.
- Вертикальність всієї споруди контролюється за допомогою схилу, зеніт-приладів або теодолітів.
- При перевірці вертикальності будівель, схили перевіряються в кожному кутку будівлі, а також в середині довгої сторони.

У проєкті використовуються комплексні бригади, які виконують всі будівельні роботи. Ця організаційна форма забезпечує оптимальне поєднання будівельних процесів, економію праці, підвищення якості робіт і уникнення переключень бригад між різними об'єктами.

Конструкції, які доставляються з заводу, зберігаються і підготовлюються для монтажу на спеціальних майданчиках. На складських майданчиках проводяться такі операції, як прийом конструкцій, розвантаження, сортування, зберігання, правка, підготовка до монтажу та захист від корозії.

Монтаж конструкцій виконується блоками, де ширина одного блоку складає 7,2 метра. Монтаж колон, балочних кліток, зв'язок та прогонів відбувається за допомогою комбінованого методу, використовуючи відправні марки, крім обговорених. Спочатку встановлюється елемент стропування, потім проводиться підйом, установка в проєктне положення, тимчасове розкріплення, вивірка, установка постійних кріплень і зняття стропів.

Після монтажу колони і закріплення їх болтами використовуються чотири розчалки для їх додаткового закріплення.

Для контролю конструкцій і частин будівлі застосовуються спеціальні інструменти, такі як теодоліти, нівеліри та рулетки.

8.1. Опис технологій монтажу конструкцій

Перед початком монтажу сталевих конструкцій необхідно виконати нульовий цикл робіт. Під час перевезення і монтажу необхідно забезпечити заходи, щоб уникнути пошкодження поверхні та стикових крайок конструкцій [8].

Процес встановлення колон складається з таких етапів: підготовка фундаментів, стропування, підйом, наведення на опори або встик, установка та тимчасове закріплення в проєктне положення.

Під час підготовки фундаментів перевіряють відповідність осьових рисок, які нанесені на них, поздовжнім і поперечним осям будівлі.

Колони піднімають за допомогою стропів та напівавтоматичних пристосувань. Після цього колони встановлюють на поверхню фундаментів, які були зведені до проєктної позначки.

Перед монтажем блоку конструкції очищають від бруду, а пошкоджені місця фарбують. Верхні елементи монтажного блоку кріпляться до вантажопідйомних пристосувань.

Перед підйомом конструкції проводяться деякі перевірки. Спочатку перевіряється фактичний виліт стріли крана і його вантажопідйомність в даному випадку. Також перевіряється правильність закріплення відтяжок, які використовуються під час підйому. Важливо перевірити якість стропування, тобто правильність способу закріплення стропів на конструкції, а також ступінь затяжки стропів.

Підняття конструкції орієнтується в просторі, наводиться на проектні опори і плавно опускається на них в проектне положення. Розбивочні осі на опорах повинні збігатися з осями на елементах, які встановлюються. Для фіксації проектного положення достатньо поєднати хоча б один отвір у деталях, що з'єднуються. Це можна зробити під час опускання конструкції за допомогою монтажних ломів або оправок.

Після установки монтажного блоку в проектне положення, але перед звільненням від гака монтажного крану, блок закріплюється. Цей процес забезпечує міцність конструкції, що монтується, а також з'єднаної частини будівлі на всіх етапах монтажу.

Для закріплення конструкції, яка монтується в проектне положення, використовуються болти, пробки і зв'язки, які передбачені проектом конструктивно-монтажної документації (КМД). Ці елементи забезпечують правильне і міцне з'єднання конструкцій в їхньому проектному положенні.

9. Охорона праці.

9.1. Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при виконанні робіт з монтажу металевих конструкцій.

Охорона праці - система забезпечення безпеки та здоров'я працівників під час трудової діяльності. Це включає правові, соціально-економічні, організаційно-технічні, санітарно-гігієнічні, лікувально-профілактичні, реабілітаційні та інші заходи. Державні нормативи встановлюють правила, процедури та критерії, спрямовані на забезпечення безпеки працівників.

При розробці проекту монтажних робіт слід приділяти особливу увагу охороні праці. Робітники, які працюють на висоті на риштуваннях, в умовах обмеженого простору, в незручних позах та при поганих кліматичних умовах, стикаються з великим фізичним та нервово-психічним навантаженням. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори можуть призводити до нещасних випадків, захворювань та зниження продуктивності праці. Для запобігання цим факторам необхідно розуміти їх походження, очікуваний рівень впливу та можливі наслідки.

На об'єкті монтажу конструкцій використовуються кран, транспортні засоби, зварювальне обладнання та інші механізми, які можуть становити небезпеку для робітників.

На працюючих впливають фізичні, хімічні і психофізіологічні шкідливі і небезпечні фактори. Фізичні шкідливі фактори:

- Зміна рухомості вітру
- Зміна вологості повітря
- Зміна температури повітря
- Відсутність або недостатня природне освітлення
- Недостатня освітленість на монтажних зонах
- Яскраве світло від зварювання та сонячні промені влітку
- Недостатня освітленість в другій зміні та поганих погодних умовах
- Високий рівень шуму від будівельної техніки та зварювання
- Високий рівень інфрачервоної радіації від зварювання
- Високий рівень ультрафіолетової радіації від зварювання
- Високий рівень світлового потоку під час зварювальних робіт
- Запиленість повітря
- Робочі місця на висоті під час монтажу та розстропування конструкцій
- Рухома техніка та механізми, рухомі частини устаткування
- Висока напруга в електричному ланцюзі при роботі з електрообладнанням та зварювальними роботами
- Гострі кромки та шорсткі поверхні конструкцій
- Токсичні пари і гази від зварювання та фарбування конструкцій
- Психологічне навантаження через очікування небезпечних факторів та напруження зорових рецепторів при недостатньому освітленні.

9.2. Заходи щодо запобігання дії небезпечних і шкідливих виробничих факторів при монтажі конструкцій.

2.1 Заходи щодо запобігання дії підвищеної або зниженої швидкості руху повітря

Монтаж будівельних конструкцій на висоті понад 5 метрів у відкритих місцях при швидкості вітру понад 15 м/с має бути припинений. З метою

запобігання падінню людей з висоти, застосовуються захисні закриті огорожі відповідно до ГОСТ 12.4.059-78. Висота таких огорожень повинна становити не менше 1.1 метра. Огородження надійно кріпляться до вже встановлених конструкцій будівлі. Відстань між горизонтальними елементами огорожі не перевищує 0.45 метра.

Для забезпечення індивідуального захисту робітників застосовуються лямочні і безлямочні запобіжні пояси, а також страхувальні канати. Крім того, використовуються засоби колективного захисту, такі як монтажні майданчики, сходи, підмости, а також захисні синтетичні сітки. Засоби підмоцвання повинні бути міцними, стійкими і мати щільний настил, а робочі площадки мають бути огорожені.

Також використовуються уловлювачі з вертикальними страхувальними поясами та верхолазні запобіжні пристрої, наприклад ПВУ-2.

2.2 Заходи щодо запобігання дії підвищеної або низької вологості повітря.

Оптимальний діапазон відносної вологості повітря для роботи - 40-60%, а максимальна допустима - до 75% (залежить від температури та швидкості руху повітря). При низькій вологості можна поливати територію, але потрібно захищати електрообладнання та забезпечувати питний режим для працівників. При високій вологості потрібно приміщення для сушіння спецодягу та захищати електричні установки від вологи, щоб уникнути ураження електричним струмом.

2.3 Заходи щодо запобігання дії підвищеної температури повітря

Влітку при температурі до 25 °С робітникам виділяється 12.5% змінного часу на додатковий відпочинок, 8.5% - на перерви і 4% - на особисті потреби. При температурі 25-30 °С рекомендується встановити спеціальний режим роботи з короткочасними перервами тривалістю 10-15 хвилин через 45-50 хвилин роботи, щоб відновити працездатність організму. При температурі вище 33 °С всі роботи на відкритому повітрі повинні бути припинені. Поруч з робочими місцями повинні бути сатуратори з газованою водою, що розрахована на одну людину в зміну. Вода повинна містити 0.2-0.5% кухонної солі, щоб підтримувати водно-сольовий баланс в організмі. Спецодяг і спецвзуття з теплозахисними властивостями використовуються як засоби індивідуального захисту. Ефективним методом боротьби з перегрівом є вентиляція, зокрема природна вентиляція є найбільш економічною.

2.4 Заходи щодо запобігання дії недостатнього природного освітлення або його відсутність

Недостатнє освітлення або взагалі відсутність природного освітлення доповнюють або замінюють штучним. Воно створюється за допомогою освітлювальних установок, що представляють собою в загальному випадку поєднання джерел світла.

Основні оцінки позитивних якостей і недоліків різних типів джерел світла указані в ДБН В.2.5-28:2006. Для виконання зовнішніх будівельних та монтажних робіт застосовуються лампи розжарювання ДБН В.2.5-28:2006, при ширині майданчика до 150 м - лампи дугові, ртутні (ДРА) і дугові натрієві лампи трубчасті (ДНаТ); освітленість повинна бути не менше 30 лк.

2.5 Заходи щодо запобігання недостатньої освітленості монтажної зони

При недостатньому природному освітленні рекомендується використовувати штучне освітлення. Зазвичай воно реалізується за допомогою двох систем: загального та комбінованого освітлення. Загальне освітлення охоплює всю площу будівельного майданчика, тоді як комбіноване освітлення поєднує загальне та місцеве освітлення, останнє призначене для освітлення лише робочої зони.

При влаштуванні штучного освітлення необхідно дотримуватися вимог ДСТУ Б А.3.2-15:2011. Рекомендується забезпечити робоче освітлення, аварійне освітлення та освітлення для евакуації. Для освітлення будівельних майданчиків слід використовувати стаціонарні та пересувні освітлювальні установки, які повинні відповідати стандартам та технічним умовам щодо електрообладнання та матеріалів. При оцінці штучного освітлення враховуються фактори, такі як тривалість роботи, контраст між об'єктом та фоном, а також сам фон і система освітлення.

2.6 Заходи щодо запобігання дії підвищеної яскравості світла

При підвищеній яскравості світла необхідно встановлювати прожектори і світильники на певній висоті і під певним кутом нахилу. Працюючі забезпечуються зенітними козирками або світлозахисними окулярами, зварювальники - спеціальними щитками.

2.7 Заходи щодо запобігання дії зниженої контрастності

При зниженій контрастності необхідно застосовувати світильники і прожектори, які обумовлені в ПВР. Прорізи в перекриттях (де вони є) необхідно огорожувати. На виступаючі частини конструкцій сигнальні забарвлення згідно ГОСТ 12.1.026-78.

2.8 Заходи щодо запобігання дії пилу

Під час монтажу будівельних конструкцій може виникати багато пилу. Цьому можна запобігти, застосовуючи наступні заходи: використання вологих процесів замість сухих, герметизація обладнання та транспорту, розміщення пиловиділяючих агрегатів у закритих приміщеннях з дистанційним керуванням. Дотримання санітарно-гігієнічних норм грає важливу роль у запобіганні захворювань. Герметизація та захист обладнання спеціальними пилонепроникними кожухами з відведенням пилу є ефективним способом запобігання його поширенню в робочій зоні. Виділення пилу повинно здійснюватись безпосередньо з місць його утворення, а перед викидом у повітря необхідно його очищати. У разі недостатньої ефективності цих заходів, рекомендується використовувати індивідуальні засоби захисту, такі як протипилові респіратори, захисні окуляри та спеціальний одяг. Автоматизація та механізація зварювального процесу допомагають знизити кількість робітників, що перебувають у зоні пиловиділення. Контроль за станом повітря виконувати за ГОСТ1 2.1.005-76.

2.9 Заходи щодо запобігання дії шуму

Шумозахист працівників здійснюється за допомогою колективних і індивідуальних заходів. При роботі різних механізмів на будівельному майданчику шум може бути зменшений шляхом виправлення зазорів у зубчастих передачах та з'єднаннях деталей з підшипниками. Для зменшення шуму вібраційних машин можна зменшити площу вібруючих елементів, замінити зубчасті та ланцюгові передачі гідравлічними, а також замінити підшипники кочення на підшипники ковзання, якщо це не впливає на витрати енергії.

Індивідуальні засоби захисту від шуму включають зовнішні та внутрішні антишуми (антифони) і протишумні маски. Простими внутрішніми протишумними засобами є вата, марля або губка, які вставляються в слуховий канал. Зовнішні протишуми, такі як антифони, накладаються на вушну раковину.

2.10 Заходи щодо захисту від дії високої температури нагрітих предметів

При монтажі металевих конструкцій необхідно контролювати температуру нагрівання поверхні конструкцій, обладнання, інструментів і матеріалів, щоб не допустити перевищення +45 °С. Якщо ця температура перевищена, необхідно поливати конструкції і зварювальні деталі холодною водою. Для індивідуального захисту працівників застосовуються брезентові костюми і рукавиці, які відповідають ГОСТ 12.14.103-83.

При роботі на відкритому просторі хорошим засобом захисту є спеціальний одяг, виготовлений з тканини, яка недопускає проникнення ультрафіолетових променів. Для захисту очей використовуються окуляри з захисним склом. Коли сонце перебуває близько до зеніту, рекомендується зробити перерву в роботі з 12 до 14 годин.

Щодо індивідуального захисту працівників, використовуються захисні щитки для очей згідно з ГОСТ 12.4.080-79. При зварювальних роботах необхідно дотримуватися вимог щодо техніки безпеки, встановлених у ГОСТ 12.1.004-85, ГОСТ 12.1.010-76 та ГОСТ 12.3.002-76.

2.11 Заходи щодо запобігання дії шкідливих речовин

Для захисту від шкідливих речовин основне значення має засіб індивідуального захисту органів дихання, спецодяг, взуття, засоби захисту рук.

Засоби індивідуального захисту органів дихання призначені для захисту від впливу шкідливих газів, парів, диму, шуму і пилу, і підрозділяються на протигази і респіратори.

В якості спецодягу використовуються: куртки, штани, комбінезони, плащі, фартухи, рукавиці, жилети, головні убори різного виду. Ці види спецодягу застосовуються, як порізно, так і в поєднанні.

2.12 Заходи щодо запобігання падіння з висоти

Особливу увагу при організації безпечних умов праці на робочих місцях монтажників потрібно приділити створенню захисних огорожень, які обґрунтовані технічною необхідністю та конструкцією.

Під час монтажу будівельних конструкцій колективними засобами захисту є засоби підмоцнування, будівельні огорожі, призначені для забезпечення безпеки праці на висоті. Засоби підмоцнування повинні відповідати вимогам ГОСТ 242.58-80.

До засобів індивідуального захисту від падіння з висоти належать запобіжні пояси: лямочні і безлямочні, відповідно до ГОСТ 12.4.089-86. Огороджувальні засоби підбираються відповідно до ГОСТ 23.707-78 та задовольняють технічним вимогам ДБН А.3.2-2-2009. Для захисту голови застосовуються будівельні каски відповідно до ГОСТ 12.4.103-83.

2.13 Заходи щодо захисту від ураження електричним струмом

Для запобігання нещасним випадкам на об'єктах з електроустановками, небезпечні зони, де вони розташовані, захищаються і обладнуються попереджувальними знаками відповідно до ГОСТ 12.4.026-76. Основними

технічними засобами захисту від ураження електричним струмом є захисне заземлення, навмисне електричне з'єднання з землею та нульовим захисним проводом металевих струмоведучих частин відповідно до ГОСТ 12.1.009-76. Додатковими заходами є вирівнювання потенціалів, використання малої напруги, електричне з'єднання ланцюгів, захисне відключення, ізоляція струмоведучих частин (робоча, додаткова, посилена, подвійна), попереджувальна сигналізація, блокування знаків безпеки, ізолюючі захисні та запобіжні пристосування.

Робітники, зайняті монтажем конструкцій, повинні пройти навчання з електробезпеки.

Для захисту людей від ураження електричним струмом застосовуються ізолюючі захисні засоби, такі як діелектричні рукавички, колоші, килимки, ізолюючі підшви, згідно з вимогами ГОСТ 12.4.103-80.

2.14 Заходи з охорони праці при роботі з вантажопідійомними кранами

При експлуатації крана і вантажозахоплювальних механізмів забезпечується безпека за допомогою випробувальних і промаркованих вантажозахоплювальних пристроїв. Технічне обґрунтування та експлуатація машин проводяться відповідно до ДБН В2.8-9-98 та інструкцій заводу-виробника. На видному місці крана поміщаються написи про його вантажопідійомність при мінімальному і максимальному вильоті стріли. Правильна строповка здійснюється за ГОСТ 12.02-78 і вимогами ДБН В2.8.9-98. Перед підйомом конструкції попередньо піднімають на висоту до 20-30 см для перевірки стропування. Рухомі частини машин і механізмів захищаються, а елементи, що потребують обслуговування на висоті, мають надійні майданчики і сходи. Монтаж і демонтаж проводяться згідно з інструкцією заводу-виробника і технічним станом машин. Зона монтажу захищається знаками безпеки та попереджувальними підписами, наприклад, "Обережно! Працює кран", за ГОСТ 12.4.026-76*.

Після встановлення крана на новій стоянці проводять пробний підйом вантажу, що відповідає граничній вантажопідійомності крана при найбільшому вильоті стріли (360° поворот). На будівельному майданчику встановлюється порядок обміну сигналами між стропувальниками і кранівниками.

2.15 Заходи з охорони праці при виконанні робіт з улаштування покрівлі

Всі покрівельні роботи мають відповідати вимогам затвердженого проекту виконання робіт, який повинен бути ознайомлений на будівельному майданчику. Заборонено виконувати покрівельні роботи під час ожеледиці, туману з обмеженою видимістю, грози та при вітровій швидкості 15 м/с і більше.

При роботі на вологих покрівлях або на даху з ухилом більше 20°, покрівельник повинен використовувати наступні заходи безпеки:

- Запобіжні пояси і страхувальні канати товщиною не менше 15 мм, з карабінами, які мають бути правильно закріплені згідно інструкції.
- Канати для закріплення поясів не повинні тертися на гострих гранях будівельних конструкцій, а в таких місцях слід використовувати запобіжні підкладки.
- Використання нековзкого взуття.

Допуск на роботу на даху можна отримати лише після перевірки стану несучої основи. Щоденно після закінчення роботи дах слід очищати від залишків матеріалу і сміття, завантажуючи їх у контейнери за допомогою крана або лебідок. Скидання сміття з даху не допускається.

Пускач або рубильник для включення електромеханізмів повинен бути замкнутий у ящику замком. При покиданні робочого місця всі електромеханізми і електроінструменти повинні бути вимкнені.

При виконанні робіт, на які видається наряд-допуск, покрівельник повинен пройти поточний інструктаж, який реєструється в наряді-допуску.

Після кожного виду інструктажу покрівельник повинен пройти перевірку знань, засвоєних ним при інструктажі, яку здійснює особа, яка проводила інструктаж.

Покрівельник, що не засвоїв інструктаж або виявив під час перевірки знань з безпеки праці незадовільні знання, до самостійної роботи не допускається, він зобов'язаний знову пройти інструктаж і перевірку знань.

Висновок

У даній бакалаврській роботі «17-ти поверховий житловий будинок в м. Івано-Франківськ» було проведено детальне дослідження і проектування в результаті чого отримали такі висновки:

Вихідні дані для проектування були зібрані та проаналізовані з урахуванням вимог і стандартів, які стосуються об'єкта. Проведено розрахунок класу наслідків (відповідальності) з метою визначення рівня небезпеки для життя та здоров'я людей, а також нанесення шкоди майну.

Застосовані архітектурно-будівельні рішення були детально розглянуті, включаючи генеральний план, конструктивні рішення, фундаменти, стіни і перегородки, перекриття, підлогу, сходи, вікна та двері, внутрішнє та зовнішнє оздоблення, а також інженерно-технічне обладнання.

Проведені розрахунки конструктивних рішень включали збір навантажень на балки, розрахунок головної балки, опорного ребра головної балки, кріплення другорядної балки до головної, розрахунок просторової рами, збір навантажень на поперечну раму, розрахунок стиснуто-згинальних колон, розрахунок ферми з панелями і ґратами з круглих труб, розрахунок і конструювання вузлів.

Основи та фундаменти були ретельно проаналізовані, включаючи визначення несучої здатності ґрунтів, навантаження на фундамент, проектування фундаменту глибокого закладання, розрахунок осідання пальового фундаменту.

Проектування системи опалення і вентиляції включало аналіз розмірів приміщення, його функціонального призначення, кількості людей, які будуть перебувати в приміщенні, кліматичних умов тощо.

Проведений розрахунок тепловтрат приміщення дозволив визначити необхідну потужність системи опалювання. Використовуючи дані про теплотехнічні характеристики будівельних конструкцій та кліматичні умови, було встановлено оптимальну потужність опалювальної системи для задоволення потреб приміщення у теплі.

Також здійснено вибір конструкції системи опалювання та проведений гідравлічний розрахунок теплопроводів. Враховуючи розміри приміщення, розташування опалювальних приладів і тепловіддачу матеріалів, були визначені оптимальні параметри системи опалення.

Проведений вибір, розміщення і розрахунок опалювальних приладів, таких як радіатори, конвектори або підлогове опалення. Враховуючи енергоефективність, вартість та естетичний вигляд, були вибрані оптимальні опалювальні прилади.

Проведено кошторисний розрахунок, який включав оцінку вартості матеріалів, обладнання та робіт, дозволив визначити загальну економічну вартість проекту. Цей розрахунок був важливим для оцінки фінансової витрати на будівництво і забезпечення реалізації проекту.

Основні техніко-економічні показники були обчислені з метою оцінки ефективності проекту. Це включало розрахунок показників окупності, рентабельності, термінів окупності і показників прибутковості. Отримані дані дозволили зробити висновки про фінансову привабливість проекту.

Підготовка і технологія виконання робіт були розглянуті з метою забезпечення ефективного та безпечного будівництва. Описані були основні кроки підготовки будівельного майданчика, послідовність виконання робіт та застосування необхідних технологій для досягнення високої якості будівництва.

Опис технологій монтажу конструкцій включав детальний огляд процесу монтажу будівельних елементів та конструкцій. Були враховані особливості монтажу фундаментів, стін, перекриттів, вікон та дверей. Цей опис був важливим для забезпечення правильного та безпечного монтажу будівельних конструкцій.

Робота включає аналіз вимог щодо безпеки праці та заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням.

Проведений аналіз стандартів та нормативних документів у галузі охорони праці дозволив визначити основні вимоги до умов праці, зокрема, забезпечення безпеки на робочому місці, використання необхідного захисного обладнання та проведення необхідних інструктажів.

В рамках дослідження були розглянуті основні ризики та небезпечні фактори, що можуть виникнути під час будівництва об'єкта. Були запропоновані рекомендації щодо їхнього усунення або мінімізації.

Список використаної літератури

1. ДБН В.1.2-15:2009 "Навантаження і впливи"
2. ДБН В.1.2-14:2009 "Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ"
3. ДСТУ 8855:2019 "Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності)»
4. ДБН В.2.6-31:2016 «Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель»
5. ДБН В.2.1-10:2018 «Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення»
6. ДБН В.2.2-15-2019 "Житлові будинки. Основні положення"
7. ДБН В.2.5-67.2013 «Опалювання, вентиляція і кондиціонування»
8. ДБН А.3.1 - 5:2016 "Технологія і організація будівельного виробництва"
9. ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення»
10. ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення»
11. ДБН В.2.8-9-98 «Будівельна техніка, оснастка, інвентар та інструмент. Експлуатація будівельних машин. Загальні вимоги»
12. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія»
13. ДСТУ EN 14351-1:2020 «Вікна та двері. Вимоги. Частина 1. Вікна та зовнішні двері»
14. ДСТУ Б В.2.6-55:2008 «Конструкції будинків і споруд. Перемички залізобетонні для будівель з цегляними стінами. Технічні умови»
15. ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 «Правила визначення вартості будівництва»
16. ДСТУ Б А.3.2-15:2011 «Система стандартів безпеки праці. Норми освітлення будівельних майданчиків»
17. ДСТУ 8768:2018 «Двотаври сталеві гарячекатані. Сортамент»

18. ДСТУ 8539:2015 «Прокат для будівельних сталевих конструкцій. Загальні технічні умови»
19. ДСТУ 3671-97. «Дріт сталевий зварювальний. Технічні умови»
20. ДСТУ 8943:2019 «Труби сталеві електрозварні. Технічні умови»
21. ДСТУ-Н Б А.3.2-16:2015 «Настанова щодо влаштування суцільних захисних огорожень при зведенні каркасно-монолітних будівель»
22. ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 «Система стандартів безпеки праці. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використанні в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва»
23. ДСТУ 7239:2011 «Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація»
24. ДБН В.1.1-31:2013 «Захист територій, будинків і споруд від шуму»
25. ДСТУ Б А.2.4-7:2009. «Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень»
26. ДСТУ Б В.2.6-193:2013. «Захист металевих конструкцій від корозії. Вимоги до проектування»
27. ДБН В.1.2-12-2008. «Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки»
28. ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015 «Настанова з виконання робіт при виготовленні та монтажі будівельних конструкцій»
29. ДСТУ-Н Б В.2.1-32:2014 «Настанова з проектування котлованів для улаштування фундаментів і заглиблених споруд»
30. ДБН В.2.6-220:2017 Покриття будівель і споруд.
31. Балюк С.А., Гріневич Л.А., Соколов В.В. "Будівництво житлових будинків"
32. Гершунський Б.С. "Будівництво висотних будинків"
33. Карнюшенко В.А., Шарапов І.І. "Проектування та будівництво багатоповерхових будинків"
34. ДСТУ Б В.1.2-3:2006. «Прогини і переміщення. Вимоги проектування»

