

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АРХІТЕКТУРИ, БУДІВНИЦТВА ТА ДИЗАЙНУ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ БУДІВНИЦТВА ТА
РЕКОНСТРУКЦІЇ АЕРОПОРТІВ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач випускової кафедри

_____ О.І. Лапенко

“ _____ ” _____ 2022 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР

ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 192 «БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ»

Освітньо-професійна програма: «Промислове і цивільне будівництво»

Тема: _____ «Логістичний комплекс у м. Ірпінь Київської області»

Виконавець: _____ студент 4 курсу, групи ЦБ-405

_____ Дерев'яненко Микита Дмитрович

(студент, група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник: д. т. н., професор, професор кафедри комп'ютерних технологій будівництва та реконструкції аеропортів Барабаш Марія Сергіївна

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

Нормоконтролер:

_____ (підпис)

Родченко О.В.

(ПІБ)

Київ 2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АРХІТЕКТУРИ, БУДІВНИЦТВА ТА ДИЗАЙНУ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ БУДІВНИЦТВА ТА
РЕКОНСТРУКЦІЇ АЕРОПОРТІВ
Спеціальність: 192 «будівництво та цивільна інженерія»
Освітньо-професійна програма: «промислове і цивільне будівництво»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ О.І. Лапенко
« ____ » _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ
на виконання дипломної роботи

_____ Дерев`яненко Микита Дмитрович _____
(П.І.Б. випускника)

1. Тема роботи «Логістичний комплекс у м. Ірпінь Київської області»
затверджена наказом ректора від « ____ » _____ 2022р. № _____
2. Термін виконання роботи: з _____ 2022р. по _____ 2022р.
3. Вихідні дані роботи:
 - 3.1. Характеристику будинку
 - 3.1.1. Призначення будинку та технологічна потужність
Логістичний комплекс спеціалізується на зберіганні та обробці вантажів,
митному оформленні та інформаційних послугах.
 - 3.1.2. Матеріал головних конструкцій.
Головними матеріалами будівлі, що проектується є металеві колони;
металеві ферми; зовнішні стіни – сандвіч панелі; перекриття монолітне,
з бетону класу С10/12.5, армується стрижнями; цоколь із залізобетонних
панелей із бетону класу С20/25.

3.1.3 Інші загальні дані.

Прилегла територія будівлі розміщує наземну автостоянку та будинок з розмірами (в осях): довжиною 126000 мм, шириною 54000 мм, висотою 13800 мм.

3.2. Навантаження.

Нормативне снігове – 1600 Па; Нормативне вітрове – 400 Па.

3.3. Район будівництва

м. Ірпінь, Київської області.

3.4. Геологічна характеристика будівельного майданчика

Ґрунти в основі – супісок пластичний, суглинок напівтвердий з домішками гравію та гальки до 15% з валунами. Залягання ґрунтових вод відм. -3.90 від рівня землі. Ґрунтові води не агресивні.

4. Зміст пояснювальної записки:

4.1. Вступ

Основні функції логістичних комплексів; Основні аспекти та принципи проектування логістичних комплексів.

4.1. Архітектурно-будівельний розділ

Містить опис району будівництва, генеральний план, опис об'ємно-планувальних рішень.

4.2. Конструктивний розділ

Опис конструктивного рішення об'єкта проектування та основні рішення щодо інженерних комунікацій.

4.3. Розрахунковий розділ

Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій, розрахунки каркасу будівлі, ферми, колони.

4.4. Основи та фундаменти

Підбір виду і розрахунок фундаменту.

4.5. Технологія та організація будівництва

Номенклатура, обсяги та технологічна послідовність виконання робіт, підбір будівельних машин та механізмів, склад ланок (бригад), технологічна

карта робіт, вимоги до якості і безпеки виконання будівельно-монтажних робіт.

Обсяг графічного матеріалу 6 листів

3 листи архітектурна частина – фасад, розрізи, плани;

2 листи конструктивна частина – конструювання ферми, колони, фундаменту;

1 лист технологія та організація будівництва – технологічна карта.

5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу: таблиці, рисунки, діаграми, графіки.

Таблиця 1.1 Вихідні дані для побудови рози вітрів

Таблиця 3.1 Навантаження на поперечну раму

Таблиця 3.2 Розрахунок зварних швів

Таблиця 3.3 Зусилля у стрижнях

Таблиця 3.4 Перевірка перерізів стрижнів ферм

Таблиця 4.1 Основні показники ґрунтів

Таблиця 5.1 Відомість обсягу робіт

Таблиця 5.2 Таблиця основних машин та механізмів

Таблиця 5.3 Відомість трудомісткості та машиномісткості БМР

Таблиця 5.4 Відомість основних конструкцій матеріалів та напівфабрикатів

Таблиця 5.5 Операційний контроль якості

Таблиця 5.6 Відомість потреб у машинах, механізмах

Таблиця 5.7 Відомість елементів, що монтуються

Таблиця 5.8 Відомість монтажних пристроїв

Таблиця 5.9 Калькуляція трудових витрат

Таблиця 5.10 Необхідні параметри крана

Таблиця 5.11 Параметри порівнюваних кранів

Таблиця 5.12 Технічні характеристики порівняльних кранів

Рис. 1.1 Роза вітрів

Рис. 1.2 Генеральний план

Рис. 3.1 Склад покриття

Рис. 3.2 Згинальний момент від фактичного вітрового навантаження

Рис. 3.3 Еквівалентне рівномірно розподілене вітрове навантаження

Рис. 3.4 Навантаження на ферму

Рис. 3.5 Переміщення по вертикальній осі

Рис. 3.6 Зварна колона суцільного двотаврового перерізу

Рис. 3.7 Оголовок колони

Рис. 3.8 База центрально-стиснутої колони

Рис. 4.1 Розрахункові перерізи 1 – 1 та 2 – 2

Рис. 5.1 Схема роботи крана

6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1.	Архітектурно-будівельний розділ	23 травня 2022	
2.	Конструктивний розділ	24 травня 2022	
3.	Розрахунковий розділ	29 травня 2022	
4.	Основи та фундаменти	31 травня 2022	
5.	Технологія та організація будівництва	8 червня 2022	

7. Консультація з окремих розділів:

Назва розділу	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв

8. Дата видачі завдання: « 23 » травня 2022 р.

Керівник дипломної роботи: _____

Барабаш М.С.

Завдання прийняв до виконання: _____

Дерев'яненко М.Д.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ	10
1.1 Опис району будівництва.....	10
1.1.1. Географічне положення об'єкту.....	10
1.1.2. Кліматичні умови	10
1.2 Генеральний план.....	11
1.3 Опис об'ємно-планувальних рішень об'єкта проектування	12
2. КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ.....	13
2.1 Опис конструктивного рішення об'єкта проектування.....	13
2.2 Основні рішення щодо інженерних комунікацій.....	14
3. РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ.....	16
3.1 Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій	16
3.2 Теплотехнічний розрахунок покриття	18
3.3 Розрахунок каркасу будівлі.....	21
3.3.1 Компонування конструктивної схеми каркасу будівлі.....	21
3.3.2 Навантаження на поперечну раму.....	21
3.3.3 Величини навантажень на поперечну раму.....	24
3.4. Розрахунок та конструювання кроквяної ферми	24
3.4.1 Розрахункова схема ригеля. Визначення навантажень на ригель. Визначення зусиль у стрижнях ферм.....	24
3.4.2 Підбір перерізів елементів ферм	27
3.4.3 Розрахунок зварних швів прикріплення розкосів та стійок до фасонки та поясів ферми.....	34
3.4.4 Розрахунок в програмному комплексі ЛІРА-САПР.....	42
3.5. Розрахунок та конструювання внутрішньої колони.....	43
3.5.1 Підбір перерізу колони.....	43
3.5.2 Конструкція і розрахунок оголовка колони	45
3.5.3 Розрахунок бази колони	48

4. ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ.....	53
4.1 Основи	53
4.2 Розрахунок фундаменту під внутрішню колону.....	53
4.2.1 Вихідні дані для розрахунку	53
4.2.2 Визначення глибини закладання підшви плити ростверку	53
4.2.3 Визначення довжини та несучої здатності паль	54
4.2.4 Розрахунок ростверку на продавлювання кутовою палею.....	56
4.2.5 Розрахунок ростверку за поперечною силою	57
4.2.6 Розрахунок ростверку на вигин	57
4.2.7 Перевірка міцності похилих перерізів за згинальним моментом	59
5. ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА.....	60
5.1 Характеристика проектованої будівлі. Умови здійснення будівництва ...	60
5.2 Етапи будівництва.....	60
5.3 Номенклатура та обсяги будівельно-монтажних робіт.....	65
5.4 Обґрунтування потреби будівництва в основних будівельних машинах, механізмах, транспортних засобах	68
5.5 Визначення трудомісткості робіт та часу роботи машин	70
5.6 Потреба в основних конструкціях напівфабрикатах	79
5.7 Розрахунок середньооблікової кількості робочих.....	79
5.8 Технологічна карта на зведення металевого каркасу будівлі.....	80
5.8.1 Область застосування	80
5.8.2 Технологія та організація виконання робіт	81
5.8.3 Вимоги до якості та приймання монтажних робіт	82
5.8.4 Безпека виконання робіт.....	84
5.8.5 Потреба у ресурсах	84
5.8.6 Калькуляція трудомісткості робіт та часу роботи машин	86
5.9 Підбір технологічних комплектів машин та розрахунок їх необхідних параметрів	87
ВИСНОВОК.....	91
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	92

ВСТУП

Логістичний комплекс - це підприємство, що спеціалізується на зберіганні та обробці вантажів, митному оформленні та інформаційних послугах. Відповідно до тенденцій економічного зростання і підвищеного інтересу інвесторів до даного ринку, сучасні логістичні центри на даний момент є найбільш затребуваними на ринку будівництва складських об'єктів нерухомості. А можливість економії на багатьох важливих аспектах збільшує попит на будівництво логістичних комплексів. По суті, такий комплекс є свого роду складом, але зі складнішою та вдосконаленою системою. Основною його відмінністю є безперервний потік товарів будь-якого асортименту.

Основні функції логістичних комплексів:

- навантаження, розвантаження та маркування різноманітних вантажів;
- тимчасове розміщення та зберігання різних товарів;
- перетворення, комплектування та докомплекткування товарів до потрібного асортименту;
- автомобільні, залізничні та інші вантажоперевезення;
- обслуговування транспортних засобів;
- безперебійне виконання замовлень.

Основні аспекти проектування логістичних комплексів

Проектування логістичного комплексу залежить від вимог та організаційно-комерційних планів безпосередньо самого замовника. Раціональне планування та розподіл усіх складських приміщень є єдиним правильним та ефективним рішенням у грамотній реалізації всього проекту. Важливе місце у цьому будівництві грає і його майбутнього розташування. Безперебійне здійснення всієї діяльності центру безпосередньо залежатиме від роботи складів, транспорту, розподільних центрів та постачальників продукції.

Проектування логістичного центру завжди має враховувати максимальне використання всіх складів, офісних та підсобних приміщень.

Найчастіше подібне проектування відбувається із застосуванням нестандартних рішень, з допомогою зіставлення всіх запропонованих варіантів. Потрібно завжди шукати оптимальне рішення, яке буде відповідати всім цілям проекту.

Основні принципи будівництва логістичних центрів

Усі будівельні компанії повинні здійснювати будівництво логістичних центрів відповідно до вимог, що висуваються до складських приміщень різних типів.

На першому етапі будівництва закладається фундамент, проектування якого ведеться з урахуванням усіх особливостей місцевого ґрунту та його несучої здатності.

Каркас логістичного комплексу повинен виконуватись із металевих конструкцій. Конструкції такого роду забезпечують значне скорочення термінів зведення, що є дуже актуальним при будівництві на величезних площах. Також металоконструкція каркасу дозволяє в будь-який час провести всю реконструкцію будівлі, розширити склади, змінити планування, здійснити демонтаж та багато іншого.

В обшивці покрівлі та стін логістичного центру використовуються сендвіч-панелі, які мають безліч переваг перед іншими огорожуючими конструкціями. Збереження тепла та перешкода випаданню конденсату дозволяє спрогнозувати температурні умови всередині складських приміщень. Також використання цих матеріалів є відмінним рішенням при створенні логістичного комплексу у певному стилі. Застосування сендвіч-панелей у брендових кольорах будь-якої компанії зможе зробити будь-який склад гарним і запам'ятовуваним.

Логістичний центр у м. Ірпінь Київської області дозволить сучасно та економічно організувати складський простір фірм та підприємств.

1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис району будівництва

1.1.1. Географічне положення об'єкту

Ділянка будівництва знаходиться в м. Ірпінь, Київської області.

Ділянка спланована насипними ґрунтами, загалом майданчик має незначний ухил.

Ґрунти в основі – супісок пластичний, суглинок напівтвердий з домішками гравію та гальки до 15% з валунами. Залягання ґрунтових вод відм. -3.90 м від рівня землі. Ґрунтові води не агресивні.

1.1.2. Кліматичні умови

Кліматичні умови вказані згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» [2], та ДБН В.1.2-2-2006 «Навантаження і впливи» [3].

Район відноситься до I архітектурно-будівельного кліматичного району, до I температурної зони, до V вітрового району та до 5 району по сніговому навантаженню, з нормативним сніговим навантаженням – 1600 Па.

Нормативне вітрове навантаження – 400 Па;

абсолютна мінімальна температура –29 °С;

абсолютна максимальна температура +28 °С;

температура найбільш холодної п'ятиденки - 25 °С;

кількість градусо-добі опалювального сезону – понад 4000;

кількість опадів на рік – 642 мм;

глибина промерзання ґрунту – 1 м.

Вибираємо дані для побудови рози вітрів та зводимо їх до таблиці 1.1 [2]. Відповідно до таблиці 1.1. зроблено рис. 1.1.

Вихідні дані для побудови рози вітрів

м. Ірпінь	Повторюваність напрямків повітря, %							
	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Січень	11,2	4,6	5,8	11,9	14,1	14,0	23,5	14,9
Липень	18,0	9,1	4,8	8,0	11,3	10,4	20,4	18,0

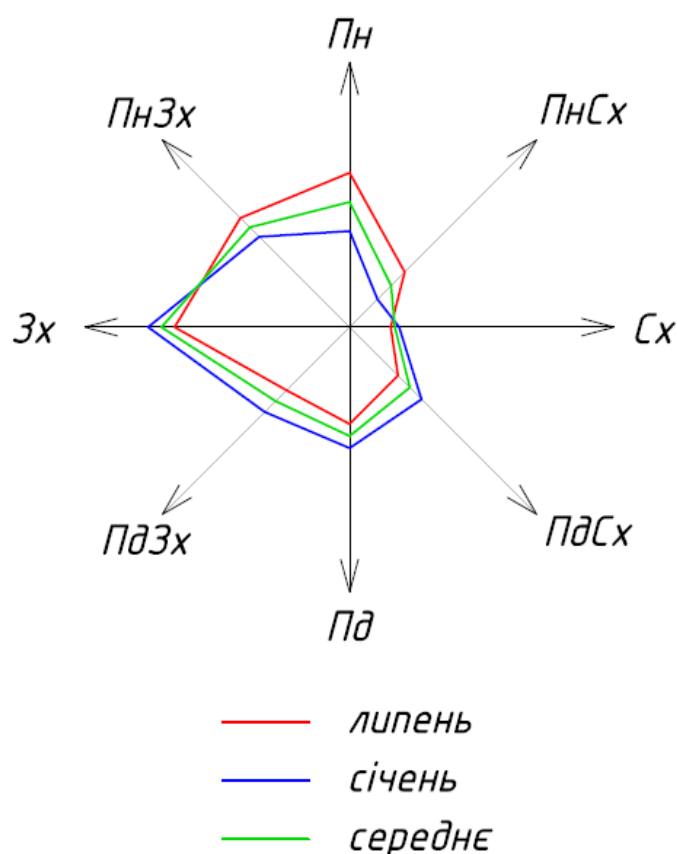


Рис. 1.1 Роза вітрів

1.2 Генеральний план

Проектована будівля логістичного комплексу - двоповерхова будівля, що окремо стоїть, центральним фасадом 1-22 орієнтованим на північ, з цього боку є центральний ганок, пандус і ганок із запасним виходом [4]. Фасад А-К орієнтується на східну сторону з цього боку також є ганок, пандус і пожежні сходи. Фасад 22-1 розташований на південну сторону на неї виходить два ганки (рис. 1.2).

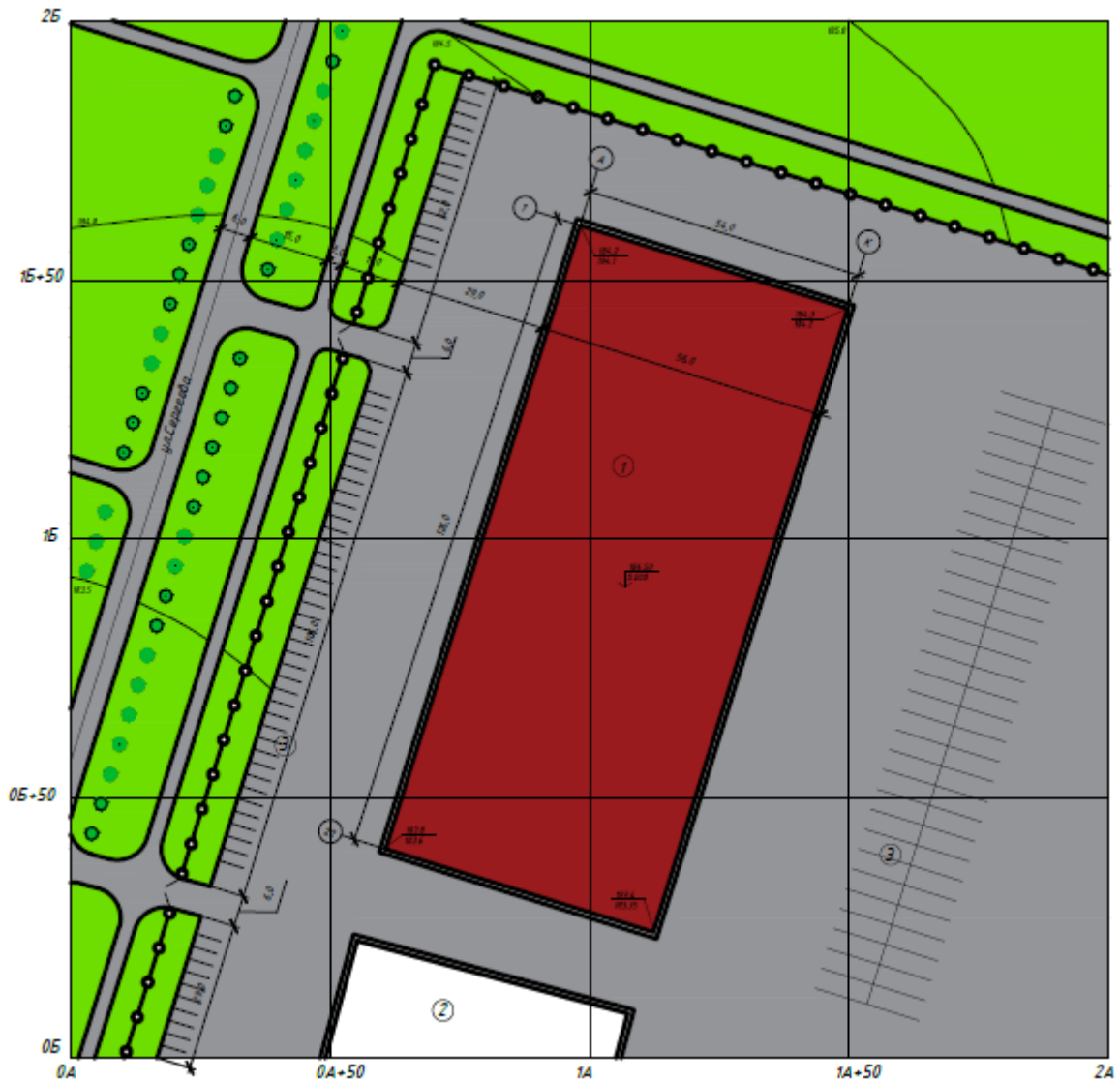


Рис. 1.2 Генеральний план

1.3 Опис об'ємно-планувальних рішень об'єкта проектування

Проектована будівля призначена для обробки та зберігання вантажів, митне оформлення та надання інформаційних послуг. Прольоти будівлі запроектовані залежно від розмірів будівельних матеріалів та з сучасними вимогами до розмірів складських приміщень, буфет та санвузли для відвідувачів запроектовані відповідно до норм по даній будівлі.

Приймаємо будівлю, розміром в осях 126×54 м. Прольоти по осях А-Б та И-К розмірами 9 м, а по осях Б-И розмірами 6×6 м. Будівля має металевий каркас, крок рам у каркасі дорівнює 6 м.

2. КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Опис конструктивного рішення об'єкта проектування

Будівля має каркасно-панельну конструктивну схему.

Для будівлі, що проектується, застосовуються металеві колони двотаврового перерізу. Колони встановлюються на обріз фундаменту та кріпляться за допомогою анкерних болтів, що закладаються в бетоні. Верх фундаменту розташовується на позначці -0.15 м. Огороджувальні конструкції включають зовнішні стіни виконані з панелей типу «сандвіч», які навішуються на поперечні ригелі прикріплені до колон зварюванням і внутрішні стіни виконані в мокрих приміщеннях з керамічної червоної цегли з армуванням через 2 ряди сіткою, в інших приміщеннях перегородки виконані із гіпсокартонних плит на металевому каркасі.

В якості кроквяних і підкроквяних конструкцій покриття в проектованій будівлі застосовані сталеві ферми з кутників з ухилом 8%.

Перекриття монолітне по профлисту, армування проводиться стрижнями, бетонується бетоном класу С10/12.5.

Покриття передбачається легке з прогонів, покривається профнастилом С44 $t = 0.7$ мм, проводиться утеплення утеплювачем ISOVER.

Вікна виготовлені зі склопакетів ПВХ.

Покриття підлог складається з керамічної плитки, лінолеуму, як гідроізоляція застосовується гідроізол марки ГІ-1.

Цоколь виконаний із залізобетонних панелей із бетону класу С16/20.

Всі металеві конструкції зачищаються від бруду, проводиться знежирення, обробка 2 шарами ґрунтовки ГФ-021 та фарбування 2 шарами емалі ХВ-124.

2.2 Основні рішення щодо інженерних комунікацій

Опалення

Найбільш актуальними нині є тупикові однострубні вертикальні системи опалення, у тому числі системи з нижнім розведенням магістральних трубопроводів. У цих систем досить багато переваг, вони добре зарекомендували себе при монтажі та експлуатації.

Стояки встановлюємо з відривом 150 мм від укосів віконних прорізів, а нагрівальні прилади - з відривом 500 мм від стояків (довжина підводок 400 мм для стояків Ø15 та Ø30 мм та 500 мм - для стояків Ø25 мм). Ставимо стояки поблизу зовнішніх кутів будівлі. Стояки та радіатори встановлюємо відкрито біля зовнішніх стін. [5]

Вентиляція

Для організації природної вентиляції у вікнах влаштовані керовані стулки. Великим або меншим відкриванням стулок можна регулювати повітрообмін та змінювати напрямок повітряних потоків у приміщенні.

Передбачено припливно-витяжну вентиляцію.

Водопостачання

Мережа водопостачання прийнята кільцевою. Кільцева мережа влаштовується за необхідності безперебійного водопостачання. При виникненні аварії на будь-якій ділянці кільцевої мережі вода продовжуватиме надходити по інших ділянках, чим забезпечується безперебійність водопостачання.

Підведення до сантехприладів для холодної та гарячої води Ø15 мм, для стояків труби Ø25 мм, передбачені лічильники для холодної та гарячої води.

Каналізація

Зовнішня дворова каналізаційна мережа приймає води із будівель промислових підприємств. З дворової мережі стічна вода через сполучну гілку йде у вуличну мережу.

Системи внутрішньої каналізації будівель включають: приймачі стічних вод, відвідні трубопроводи, каналізаційні стоки, випуски для оглядового колодязя, гідравлічні затвори, засувки, ревізії, а також насосні установки та місцеві установки для очищення стічних вод, розташовані всередині будівлі.

Внутрішня мережа прокладено приховано, тобто із закладенням під підлогою (у землі, каналах) у приставних каналах біля стін.

Засоби пожежогасіння

Зовнішнє пожежогасіння приймається від пожежного гідранту, встановленого на господарсько-питному водопроводі.

Внутрішній протипожежний водогін у приміщенні передбачається від пожежних кранів.

Витрата на внутрішнє пожежогасіння прийнято згідно з ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація» [6].

Струмінь по 2.5 л/с. Проектом передбачено встановлення пожежних датчиків ІП-105/-2/1, щонайменше двох датчиків на приміщення.

Освітлення та електроосвітлення

Проектом передбачено робоче та аварійне освітлення. Величини освітленості прийняті згідно з ДСТУ Б А.3.2-15:2011 «Система стандартів безпеки праці. Норми освітлення будівельних майданчиків» [7]. Управління аварійним освітленням здійснюється від пункту аварійного освітлення та блоку автоматичного керування освітленням. Для аварійного освітлення використовується частина світильників робочого освітлення. Як освітлювальні прилади були прийняті світильники з люмінесцентними лампами і лампами розжарювання. Для нормального освітлення передбачено вітраж з двох сторін будівлі, а також стрічкове скління.

3. РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

3.1 Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій

Необхідний опір теплопередачі конструкцій, що захищають (за винятком світлопрозорих), що відповідають санітарно-гігієнічним комфортним умовам, визначають за формулою 1.1:

$$R_0^n = \frac{n \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{\Delta t_{\text{н}} \cdot \alpha_{\text{в}}} \quad (3.1)$$

де n - коефіцієнт, що приймається в залежності від положення зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції по відношенню до зовнішнього повітря [5];

$t_{\text{в}}$ - температура внутрішнього повітря, що приймається відповідно до таблиці Д.4 [5] та норм проектування відповідних будівель та споруд;

$t_{\text{н}}$ - розрахункова зимова температура зовнішнього повітря, що дорівнює температурі найбільш холодної п'ятиденки забезпеченістю 0.92 [2];

$\Delta t_{\text{н}}$ - нормативний температурний перепад між температурою внутрішнього повітря та температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції [5];

$\alpha_{\text{в}}$ - коефіцієнт теплопередачі внутрішньої поверхні огорожувальних конструкцій;

Потрібний опір теплопередачі за умовою енергозбереження визначається за таблицею В.2 [8] за обчисленим ГДОП (градусо-доби опалювального періоду) за формулою 1.2:

$$\text{ГДОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{ом.пер.}}) \cdot Z_{\text{ом.пер.}} \quad (3.2)$$

де $t_{\text{ом.пер.}} = 4.1 \text{ } ^\circ\text{C}$;

$Z_{от.пер.}$ - тривалість, доб., опалювального періоду із середньою добовою температурою повітря нижче або дорівнює 8 °С ($Z = 4000$ діб);

За таблицею Б.1 [8] визначаємо за допомогою інтерполяції наведений опір теплопередачі огороджуючих конструкцій.

Опір теплопередачі R_0 ($m^2 \cdot ^\circ C / Вт$), огорожувальної конструкції визначається за формулою 1.3:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_в} + R_k + \frac{1}{\alpha_n} \quad (3.3)$$

де R_k - термічний опір огорожувальної конструкції, визначається для тришарової панелі за формулою 1.4:

$$R_k = R_1 + R_2 + R_3 \quad (3.4)$$

де $R = b/\lambda$, де b - товщина шару;

λ - коефіцієнт теплопровідності;

α_n - коефіцієнт теплопередачі (для зимових умов) зовнішньої поверхні огорожувальних конструкцій, $Вт/(m^2 \cdot ^\circ C)$.

Розрахунок зовнішньої стіни

$\alpha_n = 23 \text{ Вт}/(m^2 \cdot ^\circ C)$, $\alpha_в = 8,7 \text{ Вт}/(m^2 \cdot ^\circ C)$, $n = 1$ - для стін;

$$R_0^n = (20 - (-31)) \cdot 1 / (8,7 \cdot 4,5) = 1,33 \text{ (} m^2 \cdot ^\circ C \text{)}/Вт;$$

$$\Gamma_{ДОП} = 4000 \rightarrow R_0^{номр} = 2,4 \text{ (} m^2 \cdot ^\circ C \text{)}/Вт;$$

$$\Gamma_{ДОП} = (20 - (-4,1)) \cdot 215 = 5467,5;$$

$$\Gamma_{ДОП} = 6000 \rightarrow R_0^{номр} = 3,0 \text{ (} m^2 \cdot ^\circ C \text{)}/Вт;$$

$$R_0^n = 2,4 + \frac{3 - 2,4}{6000 - 4000} \cdot (5467,5 - 4000) = 2,87 \text{ (} m^2 \cdot ^\circ C \text{)}/Вт \quad (3.5)$$

За формулою 3.6:

$$R_{cm} = 1/a_в + d_{обш} / l_{обш} + d_{умен} / l_{умен} + d_{обш} / l_{обш} + 1/a_n \quad (3.6)$$

$\alpha_в = 8,7 \text{ Вт}/(m^2 \cdot ^\circ C)$, $\alpha_n = 23 \text{ Вт}/(m^2 \cdot ^\circ C)$;

$\delta_{обш} = 0,007 \text{ м}$, $\lambda_k = 58 \text{ Вт}/(m^2 \cdot ^\circ C)$;

$\lambda_3 = 0.04 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$, δ_3 - треба розрахувати.

Розрахунок δ_3 виконуємо за формулою 3.6:

$$2.84 = 1/8.7 + 0.007/58 + \delta_3/0.04 + 0.007/58 + 1/23$$

$\delta_3 = 0.11 \text{ м}$. Приймаємо $\delta_3 = 0.15 \text{ м}$.

Перерахуємо R_o^H при $\delta_3 = 0.15 \text{ м}$.

$$R_o^{mp} = 1/8.7 + 0.007/58 + 0.15/0.04 + 0.007/58 + 1/23 = 3.90 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Приймаємо товщину стіни 150 мм.

3.2 Теплотехнічний розрахунок покриття

Район будівництва: м. Ірпінь, Київська область;

Відносна вологість повітря: $\varphi_6 = 55\%$;

Тип будівлі або приміщення: виробничі;

Вид конструкції, що захищає: покриття.

Розрахункова середня температура внутрішнього повітря будівлі:

$$t_6 = 20 \text{ °C}$$

Відповідно до таблиці В.1 [8] при температурі внутрішнього повітря будівлі $t_{int} = 20\text{°C}$ та відносної вологості повітря $\varphi_{int} = 55\%$ вологий режим приміщення встановлюється як нормальний.

Визначимо базове значення необхідного опору теплопередачі R_{omp} , виходячи з нормативних вимог до наведеного опору теплопередачі згідно з формулою 3.7:

$$R_o^{mp} = a \cdot \GammaДОП + b \quad (3.7)$$

де a та b - коефіцієнти, значення яких слід прийматися за даними таблиці [5].

Так для огорожувальної конструкції виду – покриття і типу будівлі виробничі $a = 0.00025$; $b = 1.5$.

Визначимо градусо-добу опалювального періоду за формулою 3.8:

$$\GammaДОП = (t_6 - t_{om}) \cdot Z_{om} \quad (3.8)$$

де $t_{\text{в}}$ - розрахункова середня температура внутрішнього повітря будівлі, °С, $t_{\text{в}} = 20$ °С;

$t_{\text{ов}}$ - середня температура зовнішнього повітря, °С приймаються для періоду з середньою добовою температурою зовнішнього повітря не більше 8 °С для типу будівлі - виробничі [2], $t_{\text{ов}} = -2.2$ °С;

$z_{\text{ов}}$ - тривалість, діб, опалювального періоду, що приймаються для періоду з середньою добовою температурою зовнішнього повітря не більше 8 °С для типу будівлі - виробничі [2], $z_{\text{ов}} = 4000$ діб.

Тоді:

$$ГДОП = (20 - (-2.2)) \cdot 4000 = 4551 \text{ °С} \cdot \text{діб}$$

За формулою 3.9 [8] визначаємо базове значення необхідного опору теплопередачі $R_0^{\text{необ}}$ ($\text{м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}$).

$$R_0^{\text{необ}} = 0.00025 \cdot 4551 + 1.5 = 2.64 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С) / Вт} \quad (3.9)$$

Оскільки населений пункт м. Ірпінь відноситься до зони вологості - нормальної, при цьому вологий режим приміщення - нормальний, то відповідно до таблиці 2 [8] теплотехнічні характеристики матеріалів огорожувальних конструкцій будуть прийняті як для умов експлуатації Б.

Схема конструкції огорожувальної конструкції показана рис. 3.1:

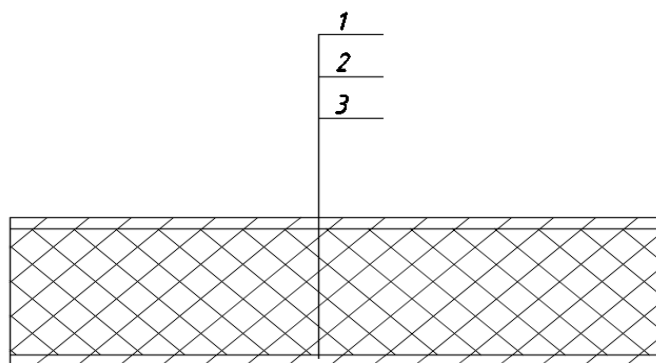


Рис. 3.1 Склад покриття

1. Сталь нержавіюча, товщина $\delta_1 = 0.0005$ м, коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{B1} = 58$ Вт/(м²·°С);

2. Утеплювач «ISOVER» OL-P, товщина $\delta_2 = 0.15$ м, коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{B2} = 0.05$ Вт/(м²·°С);

3. Сталь нержавіюча, товщина $\delta_3 = 0.0005$ м, коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{B3} = 58$ Вт/(м²·°С)

Умовний опір теплопередачі R_0^{ym} , (м²·°С)/Вт визначимо за формулою 3.10:

$$R_0^{ym} = 1 / \alpha_{int} + \delta_n / \lambda_n + 1 / \alpha_{ext} \quad (3.10)$$

де α_{int} - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальних конструкцій, Вт/(м²·°С), що приймається за таблицею 4 [8], $\alpha_{int} = 8.7$ Вт/(м²·°С);

α_{ext} - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні конструкцій, що захищають, для умов холодного періоду, що приймається за таблицею 6 [8], $\alpha_{ext} = 23$ Вт/(м²·°С);

$$R_0^{ym} = 1 / 8.7 + 0.0005 / 58 + 0.15 / 0.05 + 0.0005 / 58 + 1 / 23$$

$$R_0^{ym} = 3.16 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С) / Вт.}$$

Наведений опір теплопередачі R_0^{np} , (м²·°С)/Вт визначимо за формулою 3.11:

$$R_0^{np} = R_0^{ysl} \cdot r \quad (3.11)$$

r - коефіцієнт теплотехнічної однорідності огорожувальної конструкції, що враховує вплив стиків, укосів отворів, що обрамляють ребер, гнучких зв'язків та інших теплопровідних включень, $r = 0.92$.

Тоді:

$$R_0^{np} = 3.16 \cdot 0.92 = 2.91 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С) / Вт}$$

Висновок: величина приведенного опору теплопередачі R_0^{np} більше необхідного $R_0^{необ}$ ($2.91 > 2.64$) отже представлена огорожувальна конструкція відповідає вимогам по теплопередачі.

3.3 Розрахунок каркасу будівлі

3.3.1 Компонування конструктивної схеми каркасу будівлі

Вихідні дані: ширина будівлі $L = 54$ м; довжина будівлі – 126 м; крок рам $B = 6$ м. З'єднання ферми з колонами рами жорстке. Покрівля тепла по прогонах. Стіни - панелі "Вентал". Матеріал конструкцій: колони зі сталі С235, ферми зі сталі С275 [9]. Місце будівництва – І архітектурно-будівельний кліматичний район, І температурна зона, V вітровий район та 5 район по сніговому навантаженню.

Розбивка сітки колон: крок колон у плані $B = 6$ м, $L = 54$ м.

3.3.2 Навантаження на поперечну раму

Усі навантаження на поперечну раму підраховуються з урахуванням коефіцієнта надійності за призначенням $\gamma_n = 0.95$.

У таблиці 3.1 проведений підрахунок інтенсивності всіх навантажень, що діють на розглянуту раму. У цьому проекті 5 сніговий район $S_0 = 1.6$ кПа. V вітровий район $\omega = 0.4$ кПа.

Таблиця 3.1

Навантаження на поперечну раму

Номер конструкт. елементів	Характеристики будівлі та конструкції покриття	Коеф. надійності по навантаженню	Навантаження, кН/м ²	
			нормативна, g_n	розрахункова, g
1	2	3	4	5
1	Профнастил С 44 $t = 0.7$ мм	1,05	0,055	0,058
2	Утеплювач ISOVER $t = 150$ мм	1,3	0,06	0,08
3	Профнастил Н75-750-0,9 $t = 0,9$ мм	1,05	0,085	0,089
4	Зв'язки покриття	1,05	0,09	0,095
5	Прогони	1,05	0,115	0,121
	Разом		$g_n = 0,405$	$g = 0,443$

Ферма	Кроквяні ферми	1,05	0,19	0,20
	Всього		0,595	0,643
Стінова огорожа	Стінові панелі «Вентал»	1,05	0,25	0,26
	Ригелі	1,05	0,05	0,053
	Разом		0,30	0,313

Розрахункове рівномірно розподілене погонне навантаження на ригель рами, за формулою 3.12:

$$q = \gamma_n \cdot g \cdot b_f / \cos \alpha = 0.95 \cdot 0.643 \cdot 6 / 1 = 3.67 \text{ кН/м} \quad (3.12)$$

Розрахункове погонне навантаження від ваги колони (вага колони орієнтовно прийнята відповідно до рекомендацій таблиці П4.1 [10]):

Розраховуємо зовнішню колону К1 за формулою 3.13:

$$q_1 = \frac{\gamma_n \cdot \gamma_f \cdot g_k \cdot B \cdot L}{2} = \frac{0.95 \cdot 1.05 \cdot 0.2 \cdot 6 \cdot 4.5}{2} = 2.69 \text{ кН/м} \quad (3.13)$$

Для колони К2:

$$q_2 = \frac{\gamma_n \cdot \gamma_f \cdot g_k \cdot B \cdot L}{2} = \frac{0.95 \cdot 1.05 \cdot 0.2 \cdot 6 \cdot 22.5}{2} = 13.47 \text{ кН/м}$$

Погонне навантаження на колону від маси стін, формула 3.14:

$$q_c = g \cdot h_l \cdot b \cdot \gamma_n \cdot \gamma_f = 0.313 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 0.95 = 14.27 \text{ кН/м} \quad (3.14)$$

Повне постійне погонне навантаження F колону К1, формула 3.15:

$$q_{\text{п}} = q_1 + q_c = 2.69 + 14.27 = 16.96 \text{ кН/м} \quad (3.15)$$

Вітрове навантаження

Нормативне значення вітрового тиску для V вітрового району [3], $\omega = 0.4$ кПа. Для типу місцевості III коефіцієнти C_h , що враховують зміну вітрового тиску по висоті z, складають:

$$z = 5 \text{ м} \rightarrow C_h = 0.5;$$

$$z = 10 \text{ м} \rightarrow C_h = 0.65$$

Розрахункові значення середніх складових вітрового навантаження w_m на висоті z над поверхнею землі визначаються за формулою 3.16:

$$w_m = g_n \cdot g_f \cdot w_o \cdot C_h \cdot C_e \cdot B = 0.95 \cdot 1.4 \cdot 0.23 \cdot C_h \cdot 0.8 \cdot 6 = 1.47 \cdot C_h \text{ кН/м} \quad (3.16)$$

де C_e - аеродинамічний коефіцієнт, для навітряного боку $C_e = +0.8$, для підвітряного боку $C_e = -0.6$;

B – крок рам;

γ_f – коефіцієнт надійності по вітровому навантаженню, п.9.14 [3].

Лінійне розподілене навантаження при висоті:

$$z = 5 \text{ м} \rightarrow w_5 = 1.47 \cdot 0.5 = 0.735 \text{ кН/м};$$

$$z = 10 \text{ м} \rightarrow w_{10} = 1.47 \cdot 0.65 = 0.956 \text{ кН/м};$$

$$z = 8.15 \text{ м} \rightarrow w_{8.15} = 0.874 \text{ кН/м}$$

Згинальний момент у затиснутій стійці (колоні) від фактичного вітрового навантаження розрахований за формулою 3.17, представлений на рис. 3.2:

$$M = \sum A_i \cdot y_i = \frac{0.735 \cdot 8.15^2}{2} + \frac{(0.874 - 0.735)}{2} \cdot 5 \cdot \left(5 + 0.15 + \frac{2}{3} \cdot 3 \right) = 27.1 \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (3.17)$$

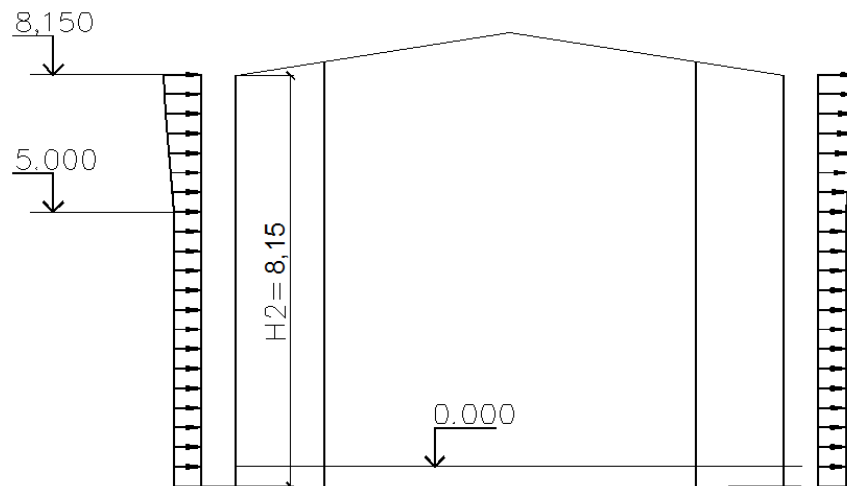


Рис. 3.2 Згинальний момент від фактичного вітрового навантаження

Еквівалентне рівномірно розподілене навантаження з навітряного боку:

$$q_s = \frac{2 \cdot M}{H^2} = \frac{2 \cdot 27.1}{8.15^2} = 0.83 \text{ кН/м} \quad (3.18)$$

Еквівалентне рівномірно розподілене навантаження з підвітряного боку розраховане за формулою 3.19, представлене на рис. 2.2:

$$q'_e = q_e \cdot \frac{0.6}{0.8} = 0.83 \cdot \frac{0.6}{0.8} = 0.62 \text{ кН/м} \quad (3.19)$$

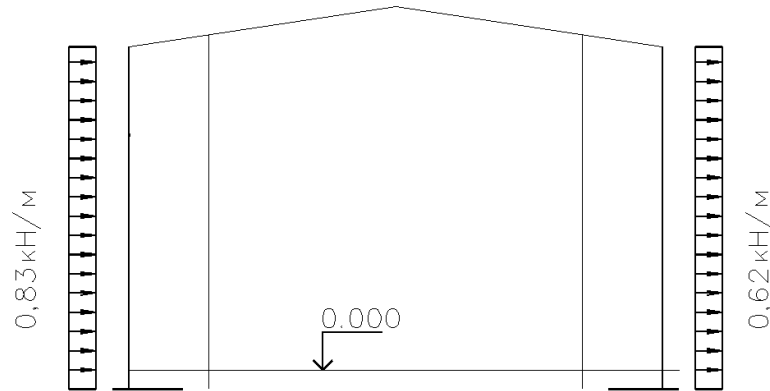


Рис. 3.3 Еквівалентне рівномірно розподілене вітрове навантаження

3.3.3 Величини навантажень на поперечну раму

1 – розрахункове рівномірно розподілене постійне навантаження на ригель, $q = 3.67 \text{ кН/м}$;

2 – розрахункове рівномірно розподілене постійне навантаження на зовнішню колону $q = 16.96 \text{ кН/м}$; на внутрішню колону $q = 16.96 \text{ кН/м}$;

3 - розрахункове рівномірно розподілене навантаження на ригель від снігу, $s = 13.68 \text{ кН/м}$;

4 – еквівалентне рівномірно розподілене навантаження на раму з навітряної сторони, $q_e = 0.83 \text{ кН/м}$;

5 - еквівалентне рівномірно розподілене навантаження на раму з підвітряної сторони, $q'_e = 0.62 \text{ кН/м}$.

3.4. Розрахунок та конструювання кроквяної ферми

3.4.1 Розрахункова схема ригеля. Визначення навантажень на ригель. Визначення зусиль у стрижнях ферм

Постійне навантаження

Розрахункове рівномірно розподілене погонне навантаження на ферму $q = 3.72 \text{ кН/м}$.

Вузлові сили на ферму від розрахункового навантаження за розмірів панелей верхнього пояса ферм $d = 3$ м. За формулою 3.20:

$$F_{1-6} = q \cdot d = 3.72 \cdot 3 = 11.16 \text{ кН} \quad (3.20)$$

Снігове навантаження

Повне нормативне значення снігового навантаження горизонтальну проекцію покриття $S = 13.68$ кН/м.

Вузлові сили на ферму від навантаження, формула 3.21:

$$F_{1-6} = S \cdot d = 13.68 \cdot 3 = 41.04 \text{ кН} \quad (3.21)$$

Навантаження представлені рис. 3.4:

- а) Розрахункове постійне рівномірно розподілене погонне навантаження на ферму;
- б) Вузлові сили на ферму від постійного розрахункового навантаження;
- в) Снігове рівномірно розподілене погонне навантаження на ферму;
- г) Вузлові сили на ферму від снігового навантаження.

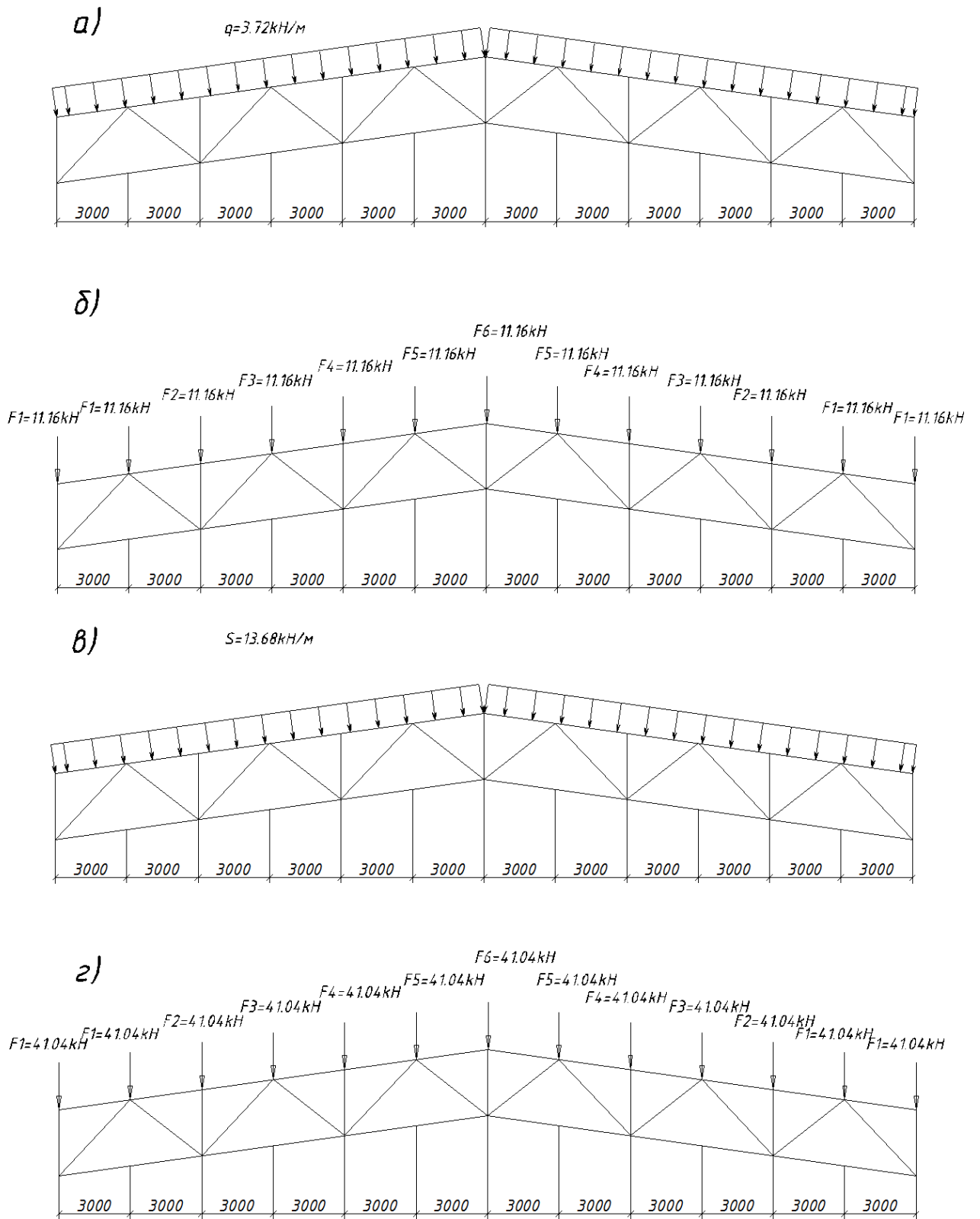


Рис. 3.4 Навантаження на ферму

3.4.2 Підбір перерізів елементів ферм

Підбір перерізу верхнього пояса

1. Максимальне зусилля верхнього пояса у стрижні 10-11-10 ($N = 1058.7$ кН). Розрахункова довжина в площині ферми $l_{ox} = 300$ см, із площини $l_{oy} = 600$ см. Сталь С275 ($R_y = 260$ МПа). Задається $\lambda = 60$; тоді $\varphi = 0,795$ за таблицею 1 додатка 8 [10]. За формулою 3.22:

$$A_{mp} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \gamma_c} = \frac{1058.7 \cdot 10^3}{0.795 \cdot 260 \cdot 0.95(100)} = 53.9 \text{ см}^2 \quad (3.22)$$

За таблицею сортаменту (кутники сталеві гарячекатані рівнополічні за ДСТУ 2251:2018 «Кутики сталеві гарячекатані рівнополічні. Сортамент» [11]) приймаються $\angle 160 \times 12$ з геометричними характеристиками: $A = 74.78 \text{ см}^2$; $i_x = 4.94$ см; $i_y = 7.09$ см (за зусилля в опорному розкосі 467.2 кН товщина фасонки приймається рівною 14 мм). За формулами 3.23, 3.24, 3.25:

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{300}{4.94} = 60,7 \quad (3.23)$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{600}{7.09} = 84,6 \quad (3.24)$$

$$\begin{aligned} \phi_{\min} &= 0.627; \quad \sigma = \frac{N}{\phi_{\min} \cdot \gamma_c \cdot A} = \\ &= \frac{1058.7 \cdot 10^3}{0.627 \cdot 0.95 \cdot 74.78 \cdot (100)} = 237.7 \text{ МПа} < R_y = 260 \text{ МПа} \end{aligned} \quad (3.25)$$

2. Максимальне зусилля верхнього пояса у стрижні 8-9-10 ($N = 946.4$ кН). Розрахункова довжина в площині ферми $l_{ox} = 300$ см, із площини - $l_{oy} = 600$ см. Сталь С275 ($R_y = 260$ МПа). Задається $\lambda = 60$; тоді $\varphi = 0.795$ за таблицею 1 додатка 8 [10].

$$A_{mp} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \gamma_c} = \frac{946.4 \cdot 10^3}{0.795 \cdot 260 \cdot 0.95(100)} = 48.2 \text{ см}^2$$

За таблицею сортаменту (кутники сталеві гарячекатані рівнополічні [11]) приймаються $\angle 160 \times 12$ з геометричними характеристиками: $A = 74.78 \text{ см}^2$; $i_x = 4.94$ см; $i_y = 7.09$ см.

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{300}{4.94} = 60.7;$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{600}{7.09} = 84.6;$$

$$\phi_{\min} = 0.627; \quad \sigma = \frac{N}{\phi_{\min} \cdot \gamma_c \cdot A} = \frac{946.4 \cdot 10^3}{0.627 \cdot 0.95 \cdot 74.78 \cdot (100)} =$$

$$= 212.5 \text{ МПа} < R_y = 260 \text{ МПа}.$$

3. Максимальне зусилля верхнього пояса у стрижні 6-7-8 ($N = 585.6$ кН). Розрахункова довжина в площині ферми $l_{ox} = 300$ см, із площини $l_{oy} = 600$ см. Сталь С275 ($R_y = 260$ МПа). Задається $\lambda = 60$; тоді $\phi = 0,795$ за таблицею 1 додатка 8 [10].

$$A_{mp} = \frac{N}{\phi \cdot R_y \gamma_c} = \frac{585.6 \cdot 10^3}{0.795 \cdot 260 \cdot 0.95(100)} = 29.82 \text{ см}^2$$

За таблицею сортаменту (кутники сталеві гарячекатані рівнополічні [11]) приймаються $\angle 125 \times 12$ з геометричними характеристиками: $A = 57.78 \text{ см}^2$; $i_x = 3.82 \text{ см}$; $i_y = 5.7 \text{ см}$.

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{300}{3.82} = 78.5;$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{600}{5.7} = 105.3;$$

$$\phi_{\min} = 0.486; \quad \sigma = \frac{N}{\phi_{\min} \cdot \gamma_c \cdot A} = \frac{585.6 \cdot 10^3}{0.486 \cdot 0.95 \cdot 57.78 \cdot (100)} =$$

$$= 220 \text{ МПа} < R_y = 260 \text{ МПа}.$$

4. Максимальне зусилля верхнього пояса у стрижні 6-5 ($N = 25.0$ кН). Розрахункова довжина в площині ферми $l_{ox} = 300$ см, із площини $l_{oy} = 600$ см. Сталь С275 ($R_y = 260$ МПа). Задається $\lambda = 60$; тоді $\phi = 0,795$ за таблицею 1 додатка 8 [10].

$$A_{mp} = \frac{N}{\phi \cdot R_y \gamma_c} = \frac{25.0 \cdot 10^3}{0.795 \cdot 260 \cdot 0.95(100)} = 1.3 \text{ см}^2$$

За таблицею сортаменту (кутники сталеві гарячекатані рівно-полічні [11]) приймаються $\llcorner 125 \times 12$ з геометричними характеристиками:
 $A = 57.78 \text{ см}^2$; $i_x = 3.82 \text{ см}$; $i_y = 5.7 \text{ см}$

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{300}{3.82} = 78,5;$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{600}{5,7} = 105,3;$$

$$\varphi_{\min} = 0,486; \quad \sigma = \frac{N}{\varphi_{\min} \cdot \gamma_c \cdot A} = \frac{25,0 \cdot 10^3}{0,486 \cdot 0,95 \cdot 57,78 \cdot (100)} =$$

$$= 9,37 \text{ МПа} < R_y = 260 \text{ МПа}$$

Підбір перерізів нижнього пояса

1. Максимальне зусилля нижнього пояса у стрижні 3-4
 $(N = 998.6 \text{ кН})$.

$$A_{mp} = \frac{N}{R_y \gamma_c} = \frac{998,6 \cdot 10^3}{260 \cdot 0,95(100)} = 40,4 \text{ см}^2$$

Приймаємо переріз із $\llcorner 120 \times 12$ з геометричними характеристиками:
 $A = 55.2 \text{ см}^2$; $i_x = 3.67 \text{ см}$; $i_y = 5.51 \text{ см}$

$$\lambda_x = \frac{l_{ox}}{i_y} = \frac{600}{3,67} = 163,5 < 250;$$

$$\lambda_y = \frac{l_{oy}}{i_x} = \frac{1200}{5,51} = 217,8 < 250;$$

$$\sigma = \frac{N}{\gamma_c \cdot A} = \frac{998,6 \cdot 10^3}{0,95 \cdot 55,2 \cdot (100)} = 190,4 \text{ МПа} < R_y = 260 \text{ МПа}$$

2. Максимальне зусилля нижнього пояса у стрижні 2-3
 $(N = 763.4 \text{ кН})$.

$$A_{mp} = \frac{N}{R_y \gamma_c} = \frac{763,4 \cdot 10^3}{260 \cdot 0,95(100)} = 30,9 \text{ см}^2$$

Приймаємо переріз із $\llcorner 120 \times 12$ з геометричними характеристиками:
 $A = 55.2 \text{ см}^2$; $i_x = 3.67 \text{ см}$; $i_y = 5.51 \text{ см}$.

$$\lambda_x = \frac{l_{ox}}{i_y} = \frac{600}{3,67} = 163,5 < 250;$$

$$\lambda_y = \frac{l_{oy}}{i_x} = \frac{1200}{5,51} = 217,8 < 250;$$

$$\sigma = \frac{N}{\gamma_c \cdot A} = \frac{763,4 \cdot 10^3}{0,95 \cdot 55,2 \cdot (100)} = 145,6 \text{ МПа} < R_y = 260 \text{ МПа.}$$

3. Максимальне зусилля нижнього пояса у стрижні 2-1 ($N = 287.0$ кН).

$$A_{mp} = \frac{N}{R_y \gamma_c} = \frac{287 \cdot 10^3}{260 \cdot 0,95(100)} = 11,6 \text{ см}^2$$

Приймаємо переріз із $\text{—} \text{—} \text{—} \text{—} 120 \times 12$ з геометричними характеристиками:
 $A = 55.2 \text{ см}^2$; $i_x = 3.67 \text{ см}$; $i_y = 5.51 \text{ см}$.

$$\lambda_x = \frac{l_{ox}}{i_y} = \frac{600}{3,67} = 163,5 < 250;$$

$$\lambda_y = \frac{l_{oy}}{i_x} = \frac{1200}{5,51} = 217,8 < 250;$$

$$\sigma = \frac{N}{\gamma_c \cdot A} = \frac{998,6 \cdot 10^3}{0,95 \cdot 55,2 \cdot (100)} = 54,7 \text{ МПа} < R_y = 260 \text{ МПа}$$

Підбір перерізів розкосів та стійок

1. Максимальне зусилля у розкосі 1-6 ($N = 467.2$ кН). Розрахункова довжина в площині ферми $l_{ox} = 352$ мм, із площини $l_{oy} = 440$ см. Сталь С275 ($R_y = 260$ МПа). Задається $\lambda = 60$; тоді $\varphi = 0,795$ за таблицею 1 додатка 8 [10].

$$A_{mp} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \gamma_c} = \frac{467,2 \cdot 10^3}{0,795 \cdot 260 \cdot 0,8(100)} = 23,8 \text{ см}^2$$

По таблиці сортаменту (кутники сталеві гарячекатані рівнополічні [11]) приймаємо переріз з $\text{—} \text{—} \text{—} \text{—} 100 \times 12$ з геометричними характеристиками:
 $A = 45.6 \text{ см}^2$; $i_x = 3,03 \text{ см}$; $i_y = 4,71 \text{ см}$.

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{352}{3,03} = 116;$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{440}{4,71} = 93,4;$$

$$\varphi_{\min} = 0,423; \quad \sigma = \frac{N}{\varphi_{\min} \cdot \gamma_c \cdot A} = \frac{467,2 \cdot 10^3}{0,423 \cdot 0,8 \cdot 45,6 \cdot (100)} =$$

$$= 255 \text{ МПа} < R_y = 260 \text{ МПа}$$

2. Максимальне зусилля у розкосі 2-6 ($N = 334,9$ кН). Розрахункова довжина в площині ферми $l_{ox} = 304$ см, із площини $l_{oy} = 380$ см. Сталь С275 ($R_y = 260$ МПа). Задається $\lambda = 60$; тоді $\varphi = 0,795$ за таблицею 1 додатка 8 [10].

$$A_{mp} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \gamma_c} = \frac{334,9 \cdot 10^3}{0,795 \cdot 260 \cdot 0,95(100)} = 17,1 \text{ см}^2$$

По таблиці сортаменту (кутники сталеві гарячекатані рівнополічні [11]) приймаємо переріз із $\perp\perp 80 \times 5$ із геометричними характеристиками: $A = 17,26 \text{ см}^2$; $i_x = 2,47$ см; $i_y = 3,78$ см.

$$\lambda_x = \frac{l_{ox}}{i_y} = \frac{304}{2,47} = 123 < 250;$$

$$\lambda_y = \frac{l_{oy}}{i_x} = \frac{380}{3,78} = 100,5 < 250$$

$$\sigma = \frac{N}{\gamma_c \cdot A} = \frac{334,9 \cdot 10^3}{0,95 \cdot 17,26 \cdot (100)} = 204,2 \text{ МПа} < R_y = 260 \text{ МПа}$$

3. Максимальне зусилля у розкосі 8-2 ($N = 303,0$ кН). Розрахункова довжина в площині ферми $l_{ox} = 352$ мм, із площини - $l_{oy} = 440$ см. Сталь С275 ($R_y = 260$ МПа). Задається $\lambda = 60$; тоді $\varphi = 0,795$ за таблицею 1 додатка 8 [10].

$$A_{mp} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \gamma_c} = \frac{303 \cdot 10^3}{0,795 \cdot 260 \cdot 0,8(100)} = 15,4 \text{ см}^2$$

По таблиці сортаменту (кутники сталеві гарячекатані рівнополічні [11]) приймаємо переріз з $\perp\perp 100 \times 12$ з геометричними характеристиками: $A = 45,6 \text{ см}^2$; $i_x = 3,03$ см; $i_y = 4,71$ см.

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{352}{3,03} = 116;$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{440}{4,71} = 93,4;$$

$$\varphi_{\min} = 0,423; \quad \sigma = \frac{N}{\varphi_{\min} \cdot \gamma_c \cdot A} = \frac{303 \cdot 10^3}{0,423 \cdot 0,8 \cdot 45,6 \cdot (100)} =$$

$$= 165,4 \text{ МПа} < R_y = 260 \text{ МПа}$$

4. Максимальне зусилля у розкосі 8-3 ($N = 190,9$ кН). Розрахункова довжина в площині ферми $l_{ox} = 304$ мм, із площини - $l_{oy} = 380$ см. Сталь С275 ($R_y = 260$ МПа). Задається $\lambda = 60$; тоді $\varphi = 0,795$ за таблицею 1 додатка 8 [10].

$$A_{mp} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{190,9 \cdot 10^3}{0,795 \cdot 260 \cdot 0,95(100)} = 9,7 \text{ см}^2$$

По таблиці сортаменту (кутники сталеві гарячекатані рівнополічні [11]) приймаємо переріз із $\perp\perp 60 \times 5$ з геометричними характеристиками: $A = 116 \text{ см}^2$; $i_x = 1,84$ см; $i_y = 2,99$ см.

$$\lambda_x = \frac{l_{ox}}{i_y} = \frac{304}{1,84} = 165 < 250;$$

$$\lambda_y = \frac{l_{oy}}{i_x} = \frac{380}{2,99} = 127 < 250;$$

$$\sigma = \frac{N}{\gamma_c \cdot A} = \frac{190,9 \cdot 10^3}{0,95 \cdot 11,66 \cdot (100)} = 172 \text{ МПа} < R_y = 260 \text{ МПа}$$

5. Максимальне зусилля у розкосі 3-10 ($N = 121,9$ кН). Розрахункова довжина в площині ферми $l_{ox} = 352$ мм, із площини $l_{oy} = 440$ см. Сталь С275 ($R_y = 260$ МПа). Задається $\lambda = 60$; тоді $\varphi = 0,795$ за таблицею 1 додатка 8 [10].

$$A_{mp} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{121,9 \cdot 10^3}{0,795 \cdot 260 \cdot 0,8(100)} = 6,2 \text{ см}^2$$

По таблиці сортаменту (кутники сталеві гарячекатані рівнополічні [11]) приймаємо переріз з $\perp\perp 80 \times 7$ із геометричними характеристиками: $A = 21,7 \text{ см}^2$; $i_x = 2,45$ см; $i_y = 3,82$ см.

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{352}{2,45} = 143,7;$$


$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{440}{3,82} = 115;$$

$$\varphi_{\min} = 0,276; \quad \sigma = \frac{N}{\varphi_{\min} \cdot \gamma_c \cdot A} = \frac{121,9 \cdot 10^3}{0,276 \cdot 0,8 \cdot 21,7 \cdot (100)} =$$

$$= 214,2 \text{ МПа} < R_y = 260 \text{ МПа}$$

6. Максимальне зусилля у розкосі 10-4 ($N = 36.4$ кН). Розрахункова довжина в площині ферми $l_{ox} = 304$ мм, із площини - $l_{oy} = 380$ см. Сталь С275 ($R_y = 260$ МПа). Задається $\lambda = 60$; тоді $\varphi = 0,795$ за таблицею 1 додатка 8 [10].

$$A_{mp} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \gamma_c} = \frac{36,4 \cdot 10^3}{0,795 \cdot 260 \cdot 0,95(100)} = 1,86 \text{ см}^2$$

По таблиці сортаменту (кутники сталеві гарячекатані рівнополічні [11]) приймаємо переріз з  50×5 з геометричними характеристиками: $A = 96 \text{ см}^2$; $i_x = 1.53 \text{ см}$; $i_y = 2.61 \text{ см}$.


$$\lambda_x = \frac{l_{ox}}{i_y} = \frac{304}{1,53} = 198,7 < 250;$$

$$\lambda_y = \frac{l_{oy}}{i_x} = \frac{380}{2,61} = 145,6 < 250;$$

$$\sigma = \frac{N}{\gamma_c \cdot A} = \frac{36,4 \cdot 10^3}{0,95 \cdot 9,6 \cdot (100)} = 39,9 \text{ МПа} < R_y = 260 \text{ МПа}.$$

7. Максимальне зусилля у стійці 1-5 ($N = 63.0$ кН). Розрахункова довжина в площині ферми $l_{ox} = 202$ мм, із площини - $l_{oy} = 253$ см. Сталь С275 ($R_y = 260$ МПа). Задається $\lambda = 60$; тоді $\varphi = 0,795$ за таблицею 1 додатка 8 [10].

$$A_{mp} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \gamma_c} = \frac{63 \cdot 10^3}{0,795 \cdot 260 \cdot 0,8(100)} = 3,2 \text{ см}^2$$

По таблиці сортаменту (кутники сталеві гарячекатані рівнополічні [11]) приймаємо переріз з  50×5 з геометричними характеристиками: $A = 96 \text{ см}^2$; $i_x = 1.53 \text{ см}$; $i_y = 2.61 \text{ см}$

$$\lambda_x = \frac{l_{ox}}{i_y} = \frac{304}{1,53} = 198,7 < 250;$$


$$\lambda_y = \frac{l_{oy}}{i_x} = \frac{380}{2,61} = 145,6 < 250;$$

$$\varphi_{\min} = 0,339; \quad \sigma = \frac{N}{\varphi_{\min} \cdot \gamma_c \cdot A} = \frac{63 \cdot 10^3}{0,339 \cdot 0,8 \cdot 9,6 \cdot (100)} =$$

$$= 203,8 \text{ МПа} < R_y = 260 \text{ МПа}$$

8. Максимальне зусилля у стійці 4-11 ($N = 236,4$ кН). Розрахункова довжина в площині ферми $l_{ox} = 202$ мм, із площини - $l_{oy} = 253$ см. Сталь С275 ($R_y = 260$ МПа). Задається $\lambda = 60$; тоді $\varphi = 0,795$ за таблицею 1 додатка 8 [10].

$$A_{mp} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \gamma_c} = \frac{236,4 \cdot 10^3}{0,795 \cdot 260 \cdot 0,8(100)} = 12,0 \text{ см}^2$$

По таблиці сортаменту (кутники сталеві гарячекатані рівнополічні [11]) приймаємо переріз з  80×7 із геометричними характеристиками: $A = 21,7 \text{ см}^2$; $i_x = 2,45$ см; $i_y = 3,82$ см.

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{202}{2,45} = 82,4;$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{253}{3,82} = 66,2;$$

$$\varphi_{\min} = 0,651; \quad \sigma = \frac{N}{\varphi_{\min} \cdot \gamma_c \cdot A} = \frac{236,4 \cdot 10^3}{0,651 \cdot 0,8 \cdot 21,7 \cdot (100)} =$$

$$= 176,2 \text{ МПа} < R_y = 260 \text{ МПа}$$

3.4.3 Розрахунок зварних швів прикріплення розкосів та стійок до фасонки та поясів ферми

При розрахунку вузлів ферми визначають розміри зварних швів та призначають габарити фасонки з таким розрахунком, щоб на них розміщувалися всі зварні шви стрижнів.

На зварний шов у обушка куточка передається більша частина сили, ніж на шов у пера. Для рівнополічних куточків розподіл сили N приймається так: на обушок $0,7N$, перо $0,3N$. Задаючись товщиною зварного шва k_f , довжину його на один куточок обчислюють за формулою (у перерізі металу шва):

– на обушок за формулою 3.26:

$$l_{w.об} \geq \frac{k \cdot N}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} + 1 \dots 2 \text{ см}; \quad (3.26)$$

– у пера за формулою 3.27:

$$\ell_{w.p} \geq \frac{(1-k) \cdot N}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} + 1 \dots 2 \text{ см.} \quad (3.27)$$

При розрахунку по металу межі сплавлення формули мають такий вигляд, формула 3.28:

$$\ell_{w.e} = \frac{k \cdot N}{2 \cdot \beta_z \cdot k_f \cdot R_{zf} \cdot \gamma_c} + 1 \dots 2 \text{ см;} \quad (3.28)$$

– у пера, формула 3.29:

$$\ell_{w.p} = \frac{(1-k) \cdot N}{2 \cdot \beta_z \cdot k_f \cdot R_{zf} \cdot \gamma_c} + 1 \dots 2 \text{ см,} \quad (3.29)$$

де k - коефіцієнт розподілу зусилля на обушок та перо;

β_f і β_z - коефіцієнти, що приймаються при зварюванні елементів зі сталі з межею текучості до 530 МПа за таблицею 16.2 [9];

γ_{wf} і γ_{wz} - коефіцієнти умов роботи шва, рівні 1;

k_f – катет шва; по обушку слід приймати не більше товщини кута, що приварюється, а по перу - по таблиці.

Для зварювання вузлів ферми приймається напівавтоматичне зварювання дротом Св-08Г2С $d = 1,4 \dots 2$ мм; коефіцієнти β_f і β_z за таблицею 16.2 [9]; $\gamma_{wf} = \gamma_{wz} = 1$; R_{wf} за таблицею 7.3 [9]; $R_{wz} = 0.45 \cdot R_u$. Несуча здатність швів визначається по межі сплавлення.

Несуча здатність зварних швів визначається міцністю по межі сплавлення $(R_{wf} \cdot \beta_f) > (R_{wz} \cdot \beta_z)$ та міцністю по металу зварного шва якщо $(R_{wf} \cdot \beta_f) < (R_{wz} \cdot \beta_z)$.

$$R_{wf} = 215.0 \text{ МПа; } R_{wz} = 0.45 \cdot R_u = 0.45 \cdot 360 = 162 \text{ МПа.}$$

Несуча здатність зварних швів визначається міцністю по металу зварного шва:

$$(R_{wf} \cdot \beta_f) = 0.7 \cdot 215 = 150 \text{ МПа} < (R_{wz} \cdot \beta_z) = 162 \cdot 1 = 162 \text{ МПа}$$

Переріз 1-6

– на обушок:

$$l_{w.об} \geq \frac{k \cdot N}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} + 1..2см = \frac{327,0 \cdot 10^3}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 215 \cdot 100} + 2 = 14см;$$

– у пера:

$$l_{w.п} \geq \frac{(1-k) \cdot N}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} + 1..2см = \frac{140,2 \cdot 10^3}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 215 \cdot 100} + 2 = 8см.$$

Переріз 6-2

– на обушок:

$$l_{w.об} \geq \frac{k \cdot N}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} + 1..2см = \frac{234,4 \cdot 10^3}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,7 \cdot 215 \cdot 100} + 2 = 13см;$$





– у пера:

$$l_{w.п} \geq \frac{(1-k) \cdot N}{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} + 1..2см = \frac{100,5 \cdot 10^3}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 215 \cdot 100} + 2 = 9см.$$




Розрахунок інших перерізів проводиться аналогічно. Розрахунок зварних швів зводимо в таблицю 3.2. Зусилля у стрижнях представлені у таблиці 3.3. Таблиця перевірки перерізів стрижнів ферм – 3.4.

Таблиця 3.2

Розрахунок зварних швів

№ стрижня	Переріз	Розрахункве зусилля, кН	Шов по обушку			Шов по перу		
			$N_{об}$, кН	k_f , см	l_w , см	N_n , кН	k_f , см	l_w , см
1-6	 100x12	467.2	327.0	0.9	14	140.2	0.8	8
6-2	 80x5	334.9	234.4	0.7	13	100.5	0.5	9
2-7	 50x5	56.0	39.2	0.5	6	16.8	0.4	4
2-8	 100x12	303.0	212.1	0.9	12	90.9	0.8	7
3-8	 60x5	190.9	133.6	0.5	13	57.3	0.4	8

Закінчення таблиці 3.2

3-9	 50x5	56.0	39.2	0.5	5	16.8	0.4	4
3-10	 80x7	121.9	85.3	0.7	8	36.6	0.5	5
4-10	 50x5	36.4	25.5	0.5	5	10.9	0.4	4
4-11	 80x7	236.4	165.5	0.5	5	70.9	0.4	4

Таблиця 3.3

Зусилля у стрижнях







Елемент ферми	№ стрижня	Зусилля в елементах при шарнірному примиканні ферми до колон			Зусилля в елементах при жорсткому примиканні ферми до колон				Розрахункові зусилля			
		Від постійного навантаження	Від снігового навантаження		Від постійного навантаження	Від снігового навантаження		Вітер	розтягування		стиск	
			$\gamma_c = 1$	$\gamma_c = 0.9$		$\gamma_c = 1$	$\gamma_c = 0.9$		№ зусилля	зусилля	№ зусилля	зусилля
		1	2	3	4	5	6	7	10	11	12	13
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Верхній пояс	5-6	0	0	0	1.16	0.38	0.34	-32.24 34.08	4.6.7	25.0	4.6.7	-42.36
	6-7-8	-584.76	-198.67	-178.80	-582.67	-197.98	-178.18	-36.53 39.7	-	-	1.2	-585.6
	8-9-10	-945.52	-308.19	-277.37	-943.42	-307.5	-276.75	-17.47 20.65	-	-	1.2	-946.4
	10-11-10	-1038.81	-332.57	-299.31	-1036.72	-331.88	-298.69	-1.59 1.59	-	-	1.2	-1058.7
Нижній пояс	1-2	320.38	110.48	99.43	102.7	-125.4	-112.86	46.06 -49.23	1.2	287	4.7	-63.2
	2-3	793.11	264.57	238.11	321.34	28.7	25.83	27.0 -30.17	1.2	763.4	-	-
	3-4	1038.81	332.57	299.31	799.8	96.7	87.03	7.94 -11.12	1.2	998.6	-	-

Закінчення таблиці 3.3






1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розкоси	1-6	-467.51	-160.18	-144.16	-463.91	-159.98	-143.98	2.29 -3.21	-	-	4.6.7	-467.2
	6-2	383.35	127.88	115.09	383.35	127.88	115.09	2.29 -3.21	4.6.7	334.9	-	-
	2-8	-302.15	-95.56	-86.00	-302.15	-95.56	-86.00	2.29 -3.21	-		4.6.7	-303
	8-3	220.95	63.25	56.93	220.95	63.25	56.93	2.29 -3.21	4.6.7	190.9	-	-
	3-10	-135.26	-35.35	-31.82	-135.26	-35.35	-31.82	2.29 -3.21	-	-	4.6.7	-121.9
	10-4	0	0	0	0	0	0	2.29 -3.21	7	36.4	7	-16.63
Стійки	1-5											-63
	2-7	-58.8	-23.4	-21.06	-58.8	-23.4	-21.06	0			4.5	-56
	3-9	-62.05	-20.2	-18.18	-62.05	-20.2	-18.18	0			1.2	-56
	4-11	0	0	0	0	0	0	0				-236.4

Таблиця 3.4

Перевірка перерізів стрижнів ферм

Елемент	№ стрижня	Розрахункові зусилля, кН		Переріз	Площа перерізу, см ²	$\frac{l_x}{l_y}$, см	$\frac{i_x}{i_y}$, см	$\frac{\lambda_x}{\lambda_y}$	[λ]	φ_{\min}	γ_z	Перевірка перерізів ($R_y = 260$ МПа)	
		Розтяг	Стиснення									Міцність	Стійкість
												$\frac{N}{A_n \cdot \gamma_c} \leq R_y$	$\frac{N}{\varphi A \gamma_c} \leq R_y$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Верхній пояс	5-6	25.0	-		57.78	$\frac{300}{600}$	$\frac{3,82}{5,7}$	$\frac{78,5}{105,3}$	120	0.486	0.95	9.33	-
	6-7-8	-	-585.6	125x12								-	220
	8-9-10	-	-946.4		74.78	$\frac{300}{600}$	$\frac{4,94}{7,09}$	$\frac{53,7}{75,9}$	120	0.627	0.95	-	212.5
	10-11	-	-1058.7	160x12								-	-
Нижній пояс	1-2	287	-		55.2	$\frac{600}{1200}$	$\frac{3,67}{5,51}$	$\frac{164,5}{217,8}$	250	-	0.95	145.6	-
	2-3	763.4	-	120x12					250	-	0.95	145.6	-
	3-4	998.6	-						250	-	0.95	190.4	-
Розкоси	1-6	-	-467.2		45.6	$\frac{352}{440}$	$\frac{3,03}{4,71}$	$\frac{116}{93,4}$	150	0.423	0.8	-	255
	2-6	334.9	-		17.26	$\frac{304}{380}$	$\frac{2,47}{3,78}$	$\frac{123}{100,5}$	400	-	0.95	204.2	-
	2-8	-	-303		45.6	$\frac{352}{440}$	$\frac{3,03}{4,71}$	$\frac{116}{93,4}$	150	0.423	0.8	-	165.4

Закінчення таблиці 3.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	3-8	190.9	-	 60x5	11.6	$\frac{304}{380}$	$\frac{3,67}{2,99}$	$\frac{165}{127}$	400	-	0.95	172	-
	3-10	-	-121.9	 80x7	21.7	$\frac{352}{440}$	$\frac{2,45}{3,82}$	$\frac{143}{115}$	150	0.276	0.8	-	214.2
	4-10	36.4	-	 50x5	9.9	$\frac{304}{380}$	$\frac{1,53}{2,61}$	$\frac{198}{1456}$	400	-	0.95	39.9	-
Стіжки	1-5	-	-63	 50x5	9.9	$\frac{202}{253}$	$\frac{1,53}{2,61}$	$\frac{132}{969}$	150	0.339	0.8	-	203.8
	2-7	-	-56										
	3-9	-	-56										
	4-11	-	-236.4	 80x7	21.7	$\frac{2,45}{3,82}$	$\frac{82,4}{66,2}$	150	0.651	0.8	-	176.2	

3.4.4 Розрахунок ферми в програмному комплексі ЛІРА-САПР

На основі підібраних перерізів елементів ферми, виконаємо розрахунок даної сталеві конструкції по вертикальним переміщенням в програмному комплексі

ЛІРА-САПР [12].

На рис. 3.5 показані результати розрахунку по вертикальним переміщенням (вздовж осі Z) при дії розрахункового поєднання навантажень, що складається з постійного (власна вага ферми і покриття) та короткотривалого (снігове навантаження).

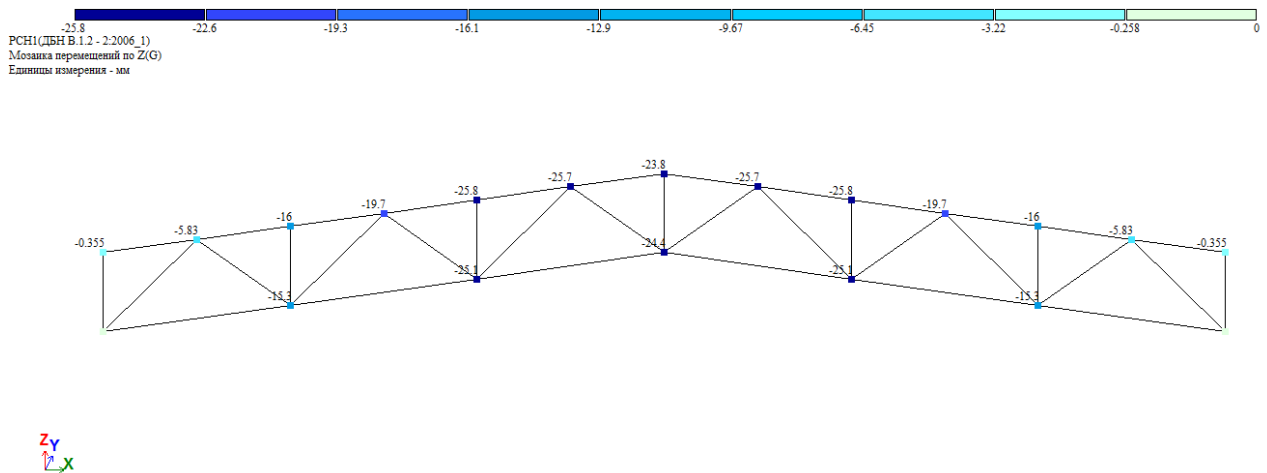


Рис. 3.5 Переміщення по вертикальній осі

З рисунку видно, що максимальне переміщення вузлів ферми 25.8 мм. Гранично допустимий вертикальний прогин сталеві ферми, при прольоті $l \geq 36$ м складає $l/300 = 36000/300 = 120$ мм п.5.1 ДСТУ Б В.1.2-3:2006 «Прогини і переміщення. Вимоги проектування» [13].

Отже, стійкість ферми за вимогами [13] забезпечена.

3.5. Розрахунок та конструювання внутрішньої колони

3.5.1 Підбір перерізу колони

Вихідні дані:

Перекрыття бетонне товщиною 450 мм;

Позначка верху підлоги 4,000 м;

Сталь колони С235, $R_y = 230$ МПа (таблиця 1 додатка 3 [14]);

$V_A = Q = 2747.52$ кН.

База колони передбачається з траверсами, заглиблення низу колони від нульової позначки на 0.15 м.

Вибираємо шарнірне закріплення колони ($\mu = 1$).

Позначка верху колони:

$$l = 4.000 - 0.450 = 3550 \text{ м} \quad (3.30)$$

Розрахункова довжина колони:

$$l_{ef} = \mu \cdot l = 1 \cdot (3.55 + 0.15) = 3.7 \text{ м} \quad (3.31)$$

Зусилля в колоні:

$$N = 2V_A \cdot 1.01 = 2 \cdot 2747.52 \cdot 1.01 = 5549.99 \approx 5550 \text{ кН} \quad (3.32)$$

Оскільки $N > 3500$ кН, обираємо суцільну зварну колону двотаврового перерізу. За формулою 3.33 визначимо коефіцієнт η :

$$\eta = \frac{10^5 \cdot N}{l_{ef}^2 \cdot R_y} = \frac{10^5 \cdot 5550}{370^2 \cdot 230} = 17.63 \quad (3.33)$$

За п.4.2 [14] визначаємо оптимальну гнучкість. Оптимальна гнучкість колони $\lambda = 32$. Коефіцієнт $\varphi = 0.926$ за додатком 8 [10].

Площа перерізу складає:

$$A = \frac{N \cdot 10}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{5550 \cdot 10}{0.926 \cdot 230 \cdot 1} = 260.6 \text{ см}^2 \quad (3.34)$$

Визначаємо умовну гнучкість $\bar{\lambda}$ і граничні відношення n_1 і n_2 :

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 32 \cdot \sqrt{\frac{230}{2.06 \cdot 10^5}} = 1.069 < 2.0 \quad (3.35)$$

$$n_1 = (1.3 + 0.15 \bar{\lambda}^2) \sqrt{\frac{E}{R_y}} = (1.3 + 0.15 \cdot 1.069^2) \sqrt{\frac{2.06 \cdot 10^5}{230}} = 44.04 \quad (3.36)$$

$$n_2 = (0.36 + 0.1 \bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}} = (0.36 + 0.1 \cdot 1.069) \sqrt{\frac{2.06 \cdot 10^5}{230}} = 13.97 \quad (3.37)$$

де E - модуль пружності сталі ($E = 2.06 \cdot 10^5$ МПа).

Визначаємо розміри перерізу за формулою (3.38):

$$b_f = h_\omega = \sqrt{\frac{A n_1 n_2}{n_1 + n_2}} = \sqrt{\frac{260.6 \cdot 44.04 \cdot 13.97}{44.04 + 13.97}} = 52.57 \text{ см} \quad (3.38)$$

Визначаємо потрібну товщину полицки і стінки двотавра за формулами 3.39, 3.40:

$$t_f \approx \frac{b_f}{2n_2} = \frac{52.57}{2 \cdot 13.97} = 1.88 \text{ см} \quad (3.39)$$

$$t_\omega = \frac{h_\omega}{n_1} = \frac{52.57}{44.04} = 1.19 \text{ см} \quad (3.40)$$

Беремо за додатком 5 [14] переріз колони із широкоштабової універсальної сталі: полицки – $2 \cdot 530 \times 20$ мм, стінки – 500×12 мм. Колона зображена на рис. 3.5.

Місцева стійкість забезпечена, оскільки ширина елементів перерізу взята меншою, а товщина більшою за потрібну.

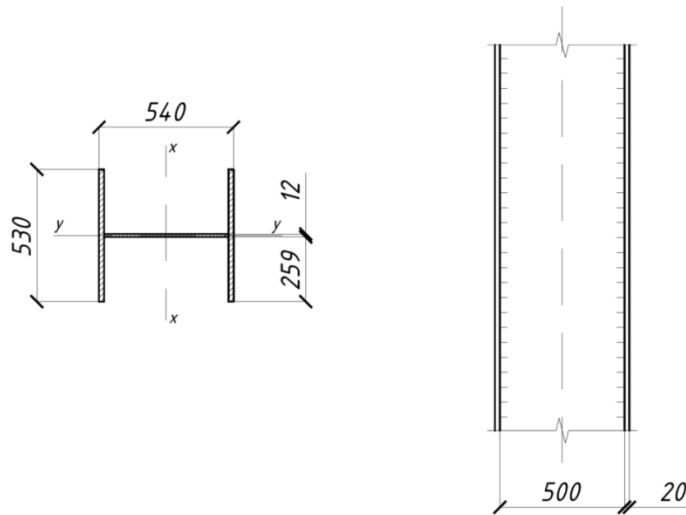


Рис. 3.6 Зварна колона суцільного двотаврового перерізу

Визначаємо фактичні характеристики колони і перевіряємо загальну стійкість:

$$A = 2 \cdot 53 \cdot 2 + 50 \cdot 1.2 = 272 \text{ см}^2 > 260.6 \text{ см}^2; \quad (3.41)$$

$$I_y = \frac{2t_f \cdot b_f^3}{12} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 53^3}{12} = 49626 \text{ см}^4; \quad (3.42)$$

$$i_y = \sqrt{I_y / A} = \sqrt{49626 / 272} = 13.51 \text{ см}; \quad (3.43)$$

$$\lambda_y = \ell_{ef} / i_y = 370 / 13.51 = 27; \quad (3.44)$$

При $\lambda = 27$, $\varphi = 0.943$ (за додатком 8 [10]);

$$\sigma = \frac{N \cdot 10}{\varphi A} = \frac{5550 \cdot 10}{0.943 \cdot 272} = 216.38 < R_y \cdot \gamma_c = 230 \cdot 1 = 230 \text{ МПа} \quad (3.45)$$

Стійкість забезпечена з запасом в $\frac{230 - 216.38}{230} \cdot 100\% = 4.93\% < 5\%$.

3.5.2 Конструкція і розрахунок оголовка колони

Вихідні дані:

Переріз колони зварний двотавр, ширина колони – 530 мм, сталь – С235.

Ширина обпирання на колону $b_{o.p.} = 530$ мм.

Беремо плиту оголовка $t_{nl} = 25$ мм та розмірами 530×540 мм. Сумарний тиск перекриття, що передається стрижню колони $N = 2Q = 2 \cdot 2747.52 = 5495.04$ кН.

Перевіряємо міцність стінки колони на зминання (при фрезерованому торці колони) за формулою 3.46:

$$\sigma = \frac{N \cdot 10}{(b_{o.p.} + 2t_{nl})t_{\omega}} \leq R_p \gamma_c \quad (3.46)$$

$$\sigma = \frac{N \cdot 10}{(b_{o.p.} + 2t_{nl})t_{\omega}} = \frac{5495.04 \cdot 10}{(53 + 2 \cdot 2.5) \cdot 1.2} = 789.52 \text{ МПа} > R_p \gamma_c = 350 \cdot 1 = 350 \text{ МПа}$$

Умова не задовольняється - треба замінити верхню ділянку стінки більш товстою вставкою.

Товщину вставки визначають із умови $\sigma = R_p \gamma_c$ за формулою (3.47):

$$t_{\epsilon} = \frac{N \cdot 10}{(b_{o.p.} + 2t_{nl})R_p \gamma_c} = \frac{5495.04 \cdot 10}{(53 + 2 \cdot 2.5) \cdot 350} = 2.71 \text{ см} \quad (3.47)$$

Вставку вварюємо. Зварка механізована у вуглекислому газі електродним дротом С8-08Г2С. При діаметрі зварного дроту 1.4...2 мм і катеті шва 3...8 мм:

$$\beta_f = 0.9;$$

$$\beta_z = 1.05;$$

$$\gamma_{\omega f} = \gamma_{\omega z} = 1;$$

$$R_{\omega f} = 240 \text{ МПа};$$

$$R_{\omega z} = 160 \text{ МПа}.$$

Гранично допустимі катети швів для прикріплення вставки до полицок: $\min k_f = 8$ мм, $\max k_f = 1.2t_{\omega} = 1.2 \cdot 12 = 14.4$ мм. Беремо $k_f = 10$ мм.

Визначаємо довжину швів і висоту вставки за формулами 3.48 та 3.49:

$$\ell_{\omega} = \frac{N \cdot 10}{4\beta_f k_f R_{\omega f}} \leq 85\beta_f k_f \quad (3.48)$$

$$l_{\omega} = \frac{5495.04 \cdot 10}{4 \cdot 0.9 \cdot 1 \cdot 240} = 63.6 \text{ см} < 85 \beta_f k_f = 85 \cdot 0.9 \cdot 1 = 76.5 \text{ см}$$

$$h_{\epsilon} = l_{\omega} + 1 \text{ см} = 63.6 + 1 = 64.6 \text{ см} \quad (3.49)$$

Беремо $h_{\epsilon} = 650$ мм.

Перевіряємо дотичні напруження в стінці зварного двотавра за формулою 3.50:

$$\tau = \frac{N \cdot 10}{2 h_{\epsilon} t_{\omega}} \leq R_s \gamma_c \quad (3.50)$$

$$\tau = \frac{N \cdot 10}{2 h_{\epsilon} t_{\omega}} = \frac{5495.04 \cdot 10}{2 \cdot 65 \cdot 1.2} = 352.25 \text{ МПа} > R_s \gamma_c = 125 \cdot 1 = 125 \text{ МПа}$$

Умова міцності стінки на зріз не забезпечена, тому збільшуємо висоту вставки h_{ϵ} . Потрібну висоту вставки визначаємо із умови $\tau = R_s \gamma_c$ за формулою 3.51:

$$h_{\epsilon} = \frac{N \cdot 10}{2 \cdot R_s \cdot \gamma_c \cdot t_{\omega}} = \frac{5495.04 \cdot 10}{2 \cdot 125 \cdot 1 \cdot 1.2} = 183 \text{ см} \quad (3.51)$$

Приймаємо $h_{\epsilon} = 1850$ мм.

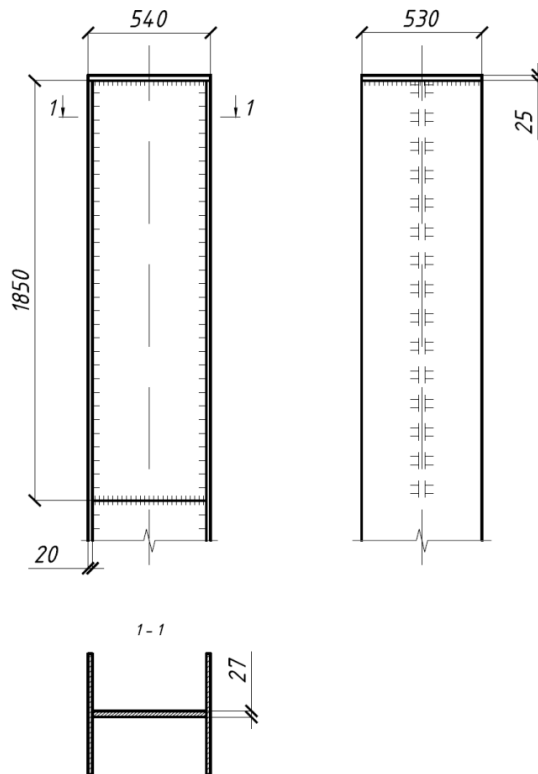


Рис. 3.7 Оголовок колони

Перевіряємо міцність за дотичними напруженнями за формулою 3.50:

$$\tau = \frac{N \cdot 10}{2h t_{\omega}} = \frac{5495.04 \cdot 10}{2 \cdot 185 \cdot 1.2} = 123.76 \text{ МПа} < R_s \gamma_c = 125 \cdot 1 = 125 \text{ МПа}$$

Міцність за дотичними напруженнями забезпечена.

3.5.3 Розрахунок бази колони

Вихідні дані:

Бетон фундаменту класу С16/20 $\Rightarrow R_b = 11.5 \text{ МПа}$ [15]; зусилля в колоні $N = 5550 \text{ кН}$; сталь С235; висота перерізу колони $h_{\kappa} = 540 \text{ мм}$, ширина перерізу $b_{\kappa} = 530 \text{ мм}$.

Беремо відношення $\frac{A}{A_{\text{пл}}} = 3$. При цьому коефіцієнт φ_b дорівнює:

$$\varphi_b = \sqrt[3]{\frac{A}{A_{\text{пл}}}} = \sqrt[3]{3} = 1.44 \quad (3.52)$$

Розрахунковий опір бетону місцевому стисканню:

$$R_{b,loc} = \alpha \cdot \varphi_b \cdot R_b = 1 \cdot 1.44 \cdot 11.5 = 16.56 \text{ МПа} \quad (3.53)$$

Потрібна площа плити:

$$A_{\text{пл,номп}} = \frac{N \cdot 10}{R_{b,loc}} = \frac{5550 \cdot 10}{16.56} = 3352 \text{ см}^2 \quad (3.54)$$

Товщину траверс беремо $t_{mp} = 10 \text{ мм}$. Пливу ребрами не підкріплюємо.

Виліт плити c і b_3 на ділянках 1 і 2 беремо однаковим.

$$c = b_3 \approx \frac{1}{2} \sqrt{A_{\text{пл,номп}}} - \frac{b_{\kappa} + h_{\kappa}}{2} - t_{mp} = \frac{1}{2} \sqrt{3352} - \frac{54 + 53}{2} - 1 = 10.8 \text{ см} \quad (3.55)$$

Приймаємо: $c = b_3 = 110 \text{ мм}$.

Фактичні розміри плити бази колони:

$$B = h_{\kappa} + 2t_{mp} + 2c = 540 + 2 \cdot 10 + 2 \cdot 110 = 780 \text{ мм}$$

$$L = b_{\kappa} + 2c = 530 + 2 \cdot 110 = 750 \text{ мм}$$

Фактична площа плити дорівнює:

$$A_{\text{пл,факт}} = BL = 78 \cdot 75 = 5850 \text{ см}^2 > A_{\text{пл,номп}} = 3352 \text{ см}^2 \quad (3.56)$$

Середнє напруження в бетоні під плитою бази:

$$\sigma_b = \frac{N \cdot 10}{A_{nl, факт}} = \frac{5550 \cdot 10}{5850} = 9.487 \text{ МПа} < R_{b, loc} = 16.56 \text{ МПа} \quad (3.57)$$

Визначаємо моменти в ділянках плити бази ($q = \frac{\sigma_b}{10} = 0.95$):

– в ділянці 1:

$$M_1 = \frac{qc^2}{2} = \frac{0.95 \cdot 11^2}{2} = 57.48 \text{ кН} \cdot \text{см} \quad (3.58)$$

– в ділянці 2: при $\frac{b_3}{a_3} = \frac{11}{53} = 0.21 < 0.5$, як і в консольній ділянці:

$$M_2 = 57.48 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

– в ділянці 3 шарнірно опертої з чотирьох боків при $\frac{b_4}{a_4} = \frac{54}{53} = 1.02$ і

коефіцієнті $\alpha = 0.0494$:

$$M_3 = \alpha \cdot q \cdot a_4^2 = 0.0494 \cdot 0.95 \cdot 53^2 = 131.83 \text{ кН} \cdot \text{см} \quad (3.59)$$

Товщину плити визначаємо за формулою, при $M_{max} = 131.83$ кН·см:

$$t_{nl, номп} = \sqrt{\frac{6M_{max} \cdot 10}{R_y \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 131.83 \cdot 10}{230 \cdot 1}} = 5.86 \text{ см} \quad (3.60)$$

Беремо $t_{nl} = 60$ мм.

Зварку і катет шва для кріплення траверс до стрижня колони беремо такі, які застосовувалися для прикріплення вставки оголовка.

Характеристики з'єднання:

$$\beta_f = 0.9;$$

$$\beta_z = 1.05;$$

$$k_f = 10 \text{ мм};$$

$$\gamma_{\omega f} = \gamma_{\omega z} = 1;$$

$$R_{\omega f} = 240 \text{ МПа};$$

$$R_{\omega z} = 160 \text{ МПа}.$$

Розрахунковим є переріз по металу шва оскільки $R_{\omega z} \beta_z < R_{\omega f} \beta_f$.

Визначаємо навантажувальну площу однієї траверси A_{mp} і зусилля, що припадає на траверсу N_{mp} визначаємо за формулами 3.61 та 3.62:

$$A_{mp} = d_{mp} L = (c + t_{mp} + 0.25h_k) L = (11 + 1 + 0.25 \cdot 54) \cdot 75 = 1912.5 \text{ см}^2 \quad (3.61)$$

$$N_{mp} = \frac{\sigma_b A_{mp}}{10} = \frac{9.487 \cdot 1912.5}{10} = 1814.39 \text{ кН} \quad (3.62)$$

Визначаємо довжину швів для кріплення траверси до стрижня колони і висоту траверси h_{mp} за формулами 3.48 та 3.49:

$$l_{\omega} = \frac{N_{mp} \cdot 10}{2R_{\omega f} \beta_f k_f} = \frac{1814.39 \cdot 10}{2 \cdot 240 \cdot 0.9 \cdot 1} = 42 \text{ см} < 85 \beta_f k_f = 85 \cdot 0.9 \cdot 1 = 76.5 \text{ см};$$

$$h_{mp} = l_{\omega} + 1 = 42 + 1 = 43 \text{ см.}$$

Беремо $h_{mp} = 430 \text{ мм}$.

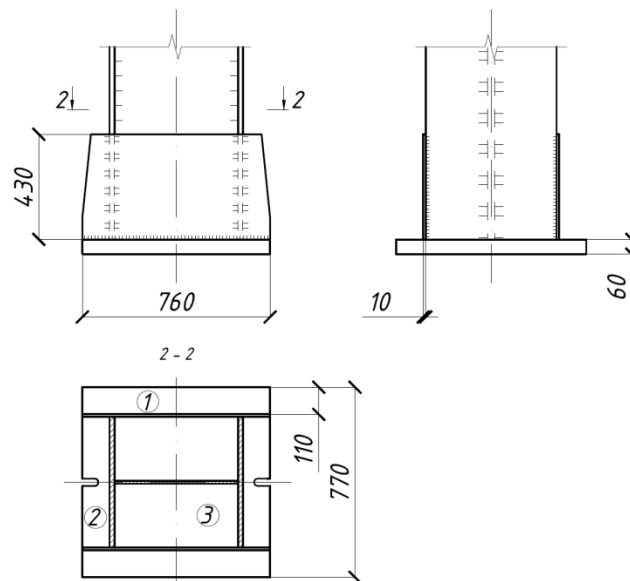


Рис. 3.8 База центрально-стиснутої колони

Рівномірно розподілене навантаження на траверсу:

$$q_{mp} = \frac{\sigma_b \cdot d_{mp}}{10} = \frac{9.487 \cdot 25.5}{10} = 24.2 \frac{\text{кН}}{\text{см}} \quad (3.62)$$

Поперечні сили в опорному перерізі траверси ліворуч і праворуч і опорний момент M_{on} :

$$Q_l = q_{mp} \cdot c = 24.2 \cdot 11 = 266.2 \text{ кН} \quad (3.63)$$

$$|Q_n| = |0.5N_{mp} - Q_n| = |0.5 \cdot 1814.39 - 266.2| = 640.99 \text{ кН} \approx Q_n \quad (3.64)$$

$$M_{on} = \frac{q_{mp} \cdot c^2}{2} = \frac{24.2 \cdot 11^2}{2} = 1464.1 \text{ кН} \cdot \text{см} \quad (3.65)$$

Момент опору перерізу траверси:

$$W_{mp} = \frac{t_{mp} \cdot h_{mp}^2}{6} = \frac{1 \cdot 43^2}{6} = 308.17 \text{ см}^3 \quad (3.66)$$

Перевіряємо дотичні, нормальні, та приведені напруження в опорному перерізі траверси:

$$\tau = \frac{|Q_n| \cdot 10}{t_{mp} \cdot h_{mp}} = \frac{640.99 \cdot 10}{1 \cdot 43} = 124.22 \text{ МПа} < R_s = 125 \text{ МПа} \quad (3.67)$$

$$\sigma = \frac{M_{on} \cdot 10}{W_{mp}} = \frac{1464.1 \cdot 10}{308.17} = 47.51 \text{ МПа} < R_y = 230 \text{ МПа} \quad (3.68)$$

$$\sigma_{np} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \sqrt{47.51^2 + 3 \cdot 124.22^2} = 220.34 \text{ МПа} < R_y = 230 \text{ МПа} \quad (3.69)$$

Міцність траверси забезпечена.

Розраховуємо шви прикріплення траверс і стрижня колони до плити.

Для таврового з'єднання при механізованій зварці, границі текучості сталі до 380 МПа і $t_{nl} = 60 \text{ мм} - \min k_f = 10 \text{ мм}$. Беремо $k_f = 10 \text{ мм}$. При діаметрі зварного дроту 1.4...2 мм будуть наступні характеристик з'єднання:

$$\beta_f = 0.9;$$

$$\beta_z = 1.05;$$

$$\gamma_{\omega f} = \gamma_{\omega z} = 1;$$

$$R_{\omega f} = 240 \text{ МПа};$$

$$R_{\omega z} = 160 \text{ МПа}.$$

Як і раніше, розрахунковим є переріз по металу шва оскільки

$$R_{\omega z} \beta_z < R_{\omega f} \beta_f.$$

Сумарна довжина швів:

$$\begin{aligned}\sum l_{\omega} &= 2(L-1\text{см}) + 4(c-1\text{см}) + 2(h_{\kappa}-1\text{см}) = \\ &= 2(75-1) + 4(11-1) + 2(54-1) = 294\text{см}\end{aligned}\quad (3.70)$$

Перевіряємо дотичні напруження в швах:

$$\tau = \frac{N \cdot 10}{\beta_f \cdot k_f \cdot \sum l_{\omega}} = \frac{5550 \cdot 10}{0.9 \cdot 1 \cdot 294} = 209.75 \text{ МПа} < R_{\omega f} = 240 \text{ МПа} \quad (3.71)$$

Міцність швів забезпечена.

4. ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ

4.1 Основи

В даній роботі передбачається влаштування фундаменту під сталеві колони на природній основі.

4.2 Розрахунок фундаменту під внутрішню колону

4.2.1 Вихідні дані для розрахунку

– місце будівництва м. Ірпінь Київської області;
– інженерно-геологічні умови майданчика будівництва наведено у таблиці 4.1 [16].

– $N = 5500$ кН.

Таблиця 4.1

Основні показники ґрунтів

№ шару	Найменування, тип, вид ґрунту	Густина ρ , кг/м ³	Показник текучості I_l	Коеф. пористості e	Питоме зчеплення C_n , кПа	Кут внутр. тертя φ_n	Модуль деформації E , МПа	Розрахунковий тиск K_0 , МПа
II	Супісок пластичний	1550	0.31	0.7	12	40	822.5	20.8
III	Суглинок напівтвердий з домішками гравію	1950	0.25	0.7	28	30	440	27

З урахуванням ґрунтових умов у цій місцевості в основі приймаємо пальовий фундамент.

4.2.2 Визначення глибини закладання підшви плити ростверку

Позначка верху ростверку під колони приймається на позначці – 0.15 м.
Висота ростверку пальових фундаментів із конструктивних вимог:

$$h_3 = 0.5 + 0,33 \cdot h_k = 0.5 + 33 \cdot 0.8 = 0.76 \text{ м}; \quad (4.1)$$

$$h_p = h_3 + 50 + 40 = 0.76 + 0.55 + 0.5 = 0.21 \text{ м} \quad (4.2)$$

Приймаємо висоту $h_p = 1.5 \text{ м}$.

4.2.3 Визначення довжини та несучої здатності палі

Для розрахунку використовуємо три види палі:

1. С6-30

Марка бетону С12/15;

Поздовжня арматура 4Ø12 А400С;

2. С10-30

Марка бетону С16/20;

Поздовжня арматура 4Ø12 А400С;

3. С13-35

Марка бетону С16/20;

Поздовжня арматура 4Ø16 А400С.

Несуча здатність палі визначається за такою формулою 4.3:

$$F_d = \gamma_c \cdot (\gamma_{CR} \cdot R \cdot A + P \cdot \sum \gamma_f \cdot f_i \cdot h_i) \quad (4.3)$$

де γ_c - коефіцієнт умови роботи палі в ґрунті, рівний $\gamma_c = 1$;

R – розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі;

A – площа спирання палі на ґрунт;

P – периметр поперечного перерізу палі;

f_i – розрахунковий опір i – го шару, який визначається за [15];

h_i товщина i - го шару, що стикається з бічною поверхнею палі;

γ_R, γ_F – коефіцієнти умов роботи під вістрям та з бічної поверхні

$\gamma_R = 1, \gamma_F = 1$.

Розраховуємо кожну палю

1. С6-30:

$$A = 0.3 \cdot 0.3 = 0.09 \text{ м}^2;$$

$$P = 4 \cdot d = 4 \cdot 0.3 = 1.2 \text{ м};$$

$$R = 3300 \text{ кН};$$

$$F_d = 1 \cdot (1 \cdot 300 \cdot 0.09 + 1.2 \cdot (2 \cdot 33 + 2 \cdot 39.2 + 1.5 \cdot 42.5)) = 1875.85 \text{ кН}$$

2. С10-35:

$$A = 0.35 \cdot 0.35 = 0.1225 \text{ м}^2;$$

$$P = 4 \cdot d = 4 \cdot 0.35 = 1.4 \text{ м};$$

$$R = 920 \text{ кН};$$

$$F_d = 1 \cdot (1 \cdot 920 \cdot 0.1225 + 1.4 \cdot (2 \cdot 33 + 2 \cdot 39.2 + 2 \cdot 42.5 + 0.75 \cdot 44 + 2 \cdot 19 + 0.75 \cdot 19)) = 1908.41 \text{ кН}$$

3. С13-35:

$$A = 0.35 \cdot 0.35 = 0.1225 \text{ м}^2;$$

$$P = 4 \cdot d = 4 \cdot 0.35 = 1.4 \text{ м};$$

$$R = 2800 \text{ кН};$$

$$F_d = 1 \cdot \left(1 \cdot 2800 \cdot 0.1225 + 1.4 \cdot \left(2 \cdot 33 + 2 \cdot 39.2 + 2 \cdot 42.5 + 0.75 \cdot 44 + 2 \cdot 19.0 + 2 \cdot 1.90 + 0.4 \cdot 1.95 + 1.35 \cdot 49 \right) \right) = 3199.57 \text{ кН}$$

За несучою здатністю допустиме навантаження на ґрунт визначається за формулою 4.4:

$$P_{SV} = F_d / \gamma_\eta \quad (4.4)$$

де F_d – несуча здатність палі;

γ_η – коефіцієнт надійності, що приймається рівним $\gamma_\eta = 1.4$.

$$P_{SV1} = 1875.85 / 1.4 = 1339.89 \text{ кН};$$

$$P_{SV2} = 1908.41 / 1.4 = 1363.15 \text{ кН};$$

$$P_{SV3} = 3199.57 / 1.4 = 2285.41 \text{ кН}.$$

Кількість палей визначаємо для кожного виду палей за формулою 4.5:

$$n = (\mu \cdot N) / P_{SV} \quad (4.5)$$

де μ – коефіцієнт прийнятий рівним $\mu = 1.4$;

N – навантаження на палю, $N = 5550 \text{ кН}$;

P_{SV} – допустиме навантаження на палю.

$$n_1 = (1.4 \cdot 5550) / 1339.89 = 5.75$$

приймаємо $n = 6$;

$$n_2 = (1.4 \cdot 5550) / 1363.15 = 5.65$$

приймаємо $n = 6$;

$$n_3 = (1.4 \cdot 5550) / 2285.41 = 3.37$$

Приймаємо палі С13-35 у кількості 4 шт. Розміри ростверку приймаємо конструктивно, виходячи з перерізу бази колони 1350×1400 , глибиною закладення $h_f = 1500$ мм. Відстань між палями $3d$, між гранями ростверку та палями $d_{SV} / 2 + (100 / 250)$.

Навантаження на палю визначаємо за формулою 4.6:

$$N_{SV} = (N / n) \pm M_x \cdot y_i / (\Sigma \cdot y_i^2) \pm M_y \cdot x_i / (\Sigma \cdot x_i^2); \quad (4.6)$$

$$\text{де } M_x = M + Q \cdot h_f = 297.07 + 12,19 \cdot 1.5 = 315.4 \text{ кН} \cdot \text{м. } y = 0.75 \text{ м.}$$

$$N_{SVmax} = (5550 / 4) + (315.4 \cdot 0.75) / (4 \cdot 0.75^2) = 1492.5 \text{ кН};$$

$$N_{SVmin} = (5550 / 4) - (315.4 \cdot 0.75) / (4 \cdot 0.75^2) = 1282.5 \text{ кН} > 0;$$

$$N_{SVmax} = 1492.5 \text{ кН} < P_{SV} = 2285.41 \text{ кН.}$$

Необхідні умови виконуються, отже, обрані палі та їх кількість задовольняють умовам.

4.2.4 Розрахунок ростверку на продавлювання кутовою палею

Перевіримо достатність висоти ступеня ростверку ($h_1 = 0,75$ м).

Фактична сила, що продавлює:

$$F_{ai} \leq h_{01} \cdot R_{br} \cdot \left[\beta_1 \cdot \left(b_{02} + \frac{c_{02}}{2} \right) + \beta_2 \cdot \left(b_{01} + \frac{c_{01}}{2} \right) \right] \quad (4.7)$$

де b_{01} ; b_{02} – відстань до зовнішніх граней плити ростверку від внутрішніх граней кутових паль;

c_{01} ; c_{02} - відстані від внутрішніх граней кутових паль до найближчих граней підколонника ростверку;

β_1 і β_2 - значення коефіцієнта приймаються за табл. 1 [17].

$b_{01} = b_{02} = 0,475 \text{ м}$; $c_{02} = 0 \text{ м}$.

Висота плити ростверку від верху головки паль $h_o = 0,75 - 0,07 = 0,68 \text{ м}$.

Для бетону С16/20 $R_{bt} = 0.9 \text{ МПа}$

Оскільки крайня паля заходить з одного боку за підколонник, то

$$\frac{h_{01}}{c_{01}} = 1 \Rightarrow \beta_1 = 0.6; c_{01} = h_{01} = -0.175; \frac{h_{01}}{c_{02}} = \frac{0.68}{0} \Rightarrow \beta_2 = 1.$$

$$h_o \cdot R_{br} \cdot \left[\beta_1 \cdot \left(b_{02} + \frac{c_{02}}{2} \right) + \beta_2 \cdot \left(b_{01} + \frac{c_{01}}{2} \right) \right] = 0.68 \cdot 900 \cdot \left[0.6 \cdot \left(0.475 + \frac{0}{2} \right) + 1 \cdot \left(0.475 + \frac{-0.175}{2} \right) \right] = 510.3 \text{ кН} > N_{свА} = 509.5 \text{ кН}.$$

Міцність плити ростверку на продавлювання кутовою палею забезпечена.

4.2.5 Розрахунок ростверку за поперечною силою

Розрахунок робимо за формулою: $Q \leq m \cdot b \cdot h_o \cdot R_{br}$ [17].

Визначимо розрахункову величину поперечної сили з боку найбільш навантаженої частини ростверку, як суму реакцій всіх паль крайнього ряду від розрахункових навантажень на палі:

$$Q = 3 \cdot N_{св} = 2 \cdot 509.5 = 1019 \text{ кН} \quad (4.8)$$

Розрахункова висота плити ростверку при $h_1 = 0,75 \text{ м}$ складе

$$h_o = 0.75 - 0.07 = 0.68 \text{ м}.$$

$$Q_{\max} = 2.5 \cdot b \cdot h_{o1} \cdot R_{br} = 2.5 \cdot 2.1 \cdot 0.68 \cdot 900 = 3213 \text{ кН} > Q = 1019 \text{ кН}$$

Міцність похилих перерізів плити ростверку забезпечена.

4.2.6 Розрахунок ростверку на вигин

Визначаємо величини згинальних моментів:

у перерізах 1 – 1 та 2 – 2 по граням колони:

$$M_{x1} = 3 \cdot N_{свА} \cdot a_1 = 3 \cdot 509.5 \cdot 0.35 = 535 \text{ кН} \cdot \text{м}; \quad (4.9)$$

$$M_{y1} = \frac{3 \cdot N_p}{n} \cdot a_2 = \frac{3 \cdot 5550}{4} \cdot 0.5 = 2081.25 \text{ кН} \cdot \text{м}; \quad (4.10)$$

Визначаємо площу поперечного арматури в плиті ростверку (А400С) за формулою 4.11:

$$A_s = \frac{M_{x1}}{0,9 \cdot h_0 \cdot R_s} \quad (4.11)$$

– у перерізі 1 – 1:

$$A_s = \frac{535 \cdot 100}{0,9 \cdot 143 \cdot 36,5} = 11,39 \text{ см}^2;$$

– у перерізі 2 – 2:

$$A_s = \frac{5550 \cdot 100}{0,9 \cdot 143 \cdot 36,5} = 118,15 \text{ см}^2$$

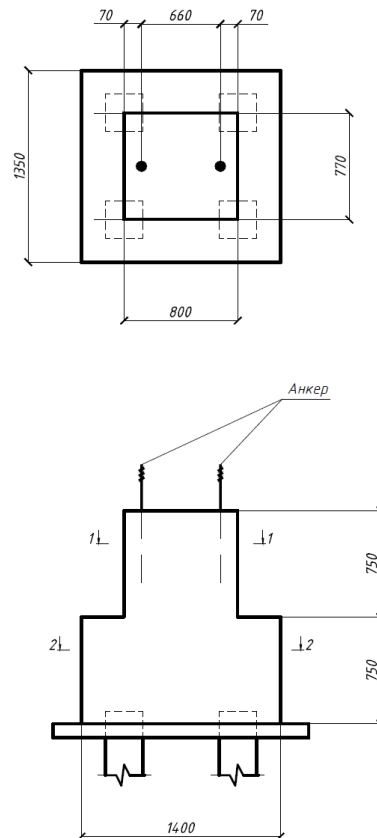


Рис. 4.1 Розрахункові перерізи 1 – 1 та 2 – 2

Приймаємо:

– у поздовжньому напрямку приймаємо 6Ø16 А400С з $A_s = 12,06 \text{ см}^2$

(Крок 200);

– у поперечному напрямку приймаємо 12Ø36 А400С з $A_s = 122.16 \text{ см}^2$
(Крок 200).

$$\text{Армуємо сітками: } C \frac{16A_{III} - 200}{36A_{III} - 200} 2050 \times 2050 \frac{25}{25}.$$

4.2.7 Перевірка міцності похилих перерізів за згинальним моментом

Міцність похилих перерізів за згинальним моментом вважається забезпеченою, якщо поперечна сила від зовнішнього навантаження, що діє в похилому перерізі, не менше ніж у 1.25 рази менше, ніж поперечна сила в тому ж перерізі, визначена за формулою $Q = \sum F_i$ при мінімальному значенні $h_0/c = 0.5$

$$Q_{\max} = 3213 \text{ кН} > 1.25 \cdot Q = 1.25 \cdot 1019 = 1274 \text{ кН} \quad (4.11)$$

Причому найбільш завантажена колона заходить за підколонник, отже, всі ці умови виконуються, тому перевірку не проводимо.

5. ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

5.1 Характеристика проектованої будівлі. Умови здійснення будівництва

Проектована будівля логістичного комплексу - двоповерхова окремо стояча будівля, центральним фасадом 1-22 орієнтованим на північ, з цього боку є центральний ганок, пандус і ганок із запасним виходом. Фасад А-К орієнтується на східну сторону, з цього боку також є ганок, пандус і пожежні сходи. Фасад 22-1 розташований на південну сторону, на неї виходить два ганки.

Будівля призначена для обробки та зберігання вантажів, митне оформлення та надання інформаційних послуг.

Прольоти будівлі запроектовані залежно від розмірів будівельних матеріалів та з сучасними вимогами до розмірів складських приміщень, буфет та санвузли для відвідувачів запроектовані відповідно до норм по даній будівлі.

У складських приміщеннях йде відвантаження оптових партій товару та складування габаритних будівельних матеріалів.

Приймаємо будівлю розміром в осях 126 × 54 м. Прольоти по осях А - Б та И - К розмірами 9 м, а по осях Б - И розміром 36 м. Будівля має металевий каркас, крок рам у каркасі дорівнює 6 м.

5.2 Етапи будівництва

При проектуванні виконання робіт передбачаються переважно потокові методи виконання робіт і комплексна механізація. БМР розбиті на 4 етапи.

Під час I-го етапу необхідно:

- підготувати територію будівельного майданчика шляхом розчищення її від сміття, влаштування тимчасових доріг, огорожі та всіх необхідних комунікацій;

- виконати тимчасові дороги із залізничних дорожніх плит;

- підвести тимчасові інженерні комунікації (мережі) – водопостачання та електропостачання згідно з договорами;
- встановити інвентарні протипожежні щити;
- встановити бункери для будівельного сміття;
- встановити мийки коліс;
- встановити автономні мобільні біотуалети;
- виконати створення геодезичної розбивної основи для будівництва;
- встановити дорожні знаки для безпечного руху автотранспорту на час будівництва, стенди зі схемами стропування вантажів, що піднімаються, і таблицею мас вантажів, що піднімаються;
- встановити плакати з основними правилами безпеки праці, із позначенням небезпечних зон, безпечних проходів, заходами протипожежної безпеки.

Усі роботи підготовчого періоду повинні бути засвідчені актом про відповідність виконаних поза майданчикових та внутрішньо майданчикових підготовчих робіт вимогам безпеки праці та готовності об'єкта до початку будівництва.

Підготовчий період:

1. Влаштування тимчасового огородження

На період будівництва необхідно встановити тимчасову захисно-охоронну огорожу заввишки 2.0 м. Конструкція огорожі передбачається з профлиста по металевим стійкам з труб.

Монтаж конструкцій огорожі проводиться вручну. Монтаж фундаментних блоків огорожі здійснюється автомобільним краном КС-55727 [18]. Огородження встановлюється по межі ділянки.

2. Очищення території:

У межах будівельних робіт підлягають вирубці дерева та чагарники. Вирубкування чагарників та дерев здійснюється вручну за допомогою ручних інструментів, виконується спеціалізованою організацією.

II етап - Зведення підземної частини (нульовий цикл)

Розробку ґрунту котловану проводити за допомогою екскаватора СХ130С.

Зачищення дно котлованів проводити бульдозером Б10М. Готовність до розробки ґрунту екскаватором у котловані має бути оформлена актом.

Земляні роботи вести з відкачуванням води із зумпфу насосами відкритого водовідливу типу ГНОМ-10.10. Відкачку води здійснювати в найближчу криницю водостоку, погоджену з власником комунікацій.

Розробку котлованів на будівельному майданчику передбачається виконувати силами спеціалізованих субпідрядних організацій.

Зворотна засипка пазах котлованів проводиться після виконання перевірки якості укладання гідроізоляційного покриття, що влаштовується на зовнішніх бетонних поверхнях. Ґрунт розрівнюється шарами товщиною 20-30 см і ущільнюється ручними пневмо- або електротрамбовками.

При виробництві земляних робіт з розробки виїмок, влаштування природних основ, зворотних засипок та насипів у складі контрольованих показників допустимі відхилення.

Роботи з прокладання інженерних комунікацій слід вести, не допускаючи тривалого перебування траншей відкритими. Траншеї мають бути захищені від попадання поверхневих вод із прилеглих територій [19].

У місцях перетину трубопроводів з проїздами та дорогами засипку траншей слід виконувати нестисливим ґрунтом (піском).

Установку будівельної техніки біля брівки незакріплених укосів котлованів та траншей виконувати з урахуванням вимог п. 7.2.4 ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці та промислова безпека у будівництві. Основні положення» [20].

Після завершення механізованого відкопування проводиться добір ґрунту вручну, влаштування бетонної підготовки, гідроізоляції, захисної цементно-піщаної стяжки, армування фундаментів.

Забивання паль здійснюється копровою установкою СП-49.

Бетонування фундаментів, зведення підземної та надземної частин будівлі, вантажно-розвантажувальні роботи виконуються гусеничним краном ДЕК-251.

Для збору будівельного сміття встановлюються контейнери.

Осі будівлі, при перенесенні їх у натуру закріплюються спеціальними знаками, геодезичні роботи у будівництві повинні виконуватись відповідно до вимог ДБН В.1.3-2:2010 «Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві. Зміна №1» [21].

Ущільнення бетону здійснювати глибинними вібраторами типу ІВ-90.

При копанні котлованів виробляють відкритий водовідлив. По контуру котловану влаштовують водовідвідні канали з влаштуванням приямків – водозбірників (зумпфів). Відривається приямок розміром у плані 0.7×1.0 м або 1.0×1.0 м і глибиною на 0.7 м нижче дна котловану, в якій встановлюється інвентарний дерев'яний ящик без дна, або металева перфорована труба обвалена щебнем твердих порід.

Водовідвідні канали виконують із ухилом 0.003 у бік приямків. Відкачування води з приямків роблять насосами С-245 «Андижанец» і вода відводиться за межі території, що забудовується. На майданчику має бути два насоси: робочий та контрольний.

Влаштування монолітних фундаментів ведеться в розбірно-переставній опалубці з інвентарних щитів.

III етап - Зведення надземної частини

Зведення надземної частини будівлі починається після закінчення робіт з влаштування підземної частини, а також зворотної засипки пазух котловану.

У процесі виконання робіт влаштовуються сталеві конструкції надземної частини будівель: колони, балки, ферми, в'язі.

Після того, як каркас будівлі буде повністю змонтований і буде забезпечена його просторова стійкість, починається монтаж огорожувальних конструкцій – зовнішніх стін.

IV етап - Оздоблювальний цикл

Даний цикл робіт включають роботи з внутрішньої обробки приміщень, влаштування підлог і проведення комунікацій всередині будівлі.

Штукатурка внутрішніх стін виготовляється "сухою сумішшю".

Фарбування зовнішніх стін проводиться за декоративною цеглою.

Штукатурні роботи виконують штукатурною машиною ШМ-30. Фарбування стін виконують фарбувальним агрегатом YOKIJI YKJ120.

Фронт робіт при влаштуванні підлог розбивається на дві захватки (по поверхах).

Електромонтажні, сантехнічні та інші роботи з влаштування інженерних систем проводяться спеціалізованими бригадами в 2 черги.

Після набору бетоном 100% проектної міцності приступають до бетонування плити перекриття в інвентарній щитовій опалубці. Телескопічні стійки, що підтримують опалубку перекриття, встановлюються з кроком згідно з їх паспортом. Процес бетонування ведеться на всю товщину плити безперервно.

Розпалублення забетонованої плити перекриття допускається лише після досягнення бетоном 80% міцності. Завантажувати перекриття дозволяється після досягнення бетоном 100% проектної міцності.

У процесі бетонування конструкцій необхідно забезпечувати дотримання захисних шарів бетону та місць розташування робочої арматури згідно з основним проектом.

5.3 Номенклатура та обсяги будівельно-монтажних робіт

Відомість обсягів робіт наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Відомість обсягу робіт

№	Види робіт	Од. вимір.	Кількість
1	2	3	4
А. Підземна частина			
	1. Земляні роботи		
1	Планування території	1000 м ²	2.46
2	Зрізання рослинного шару	1000 м ³	0.49
3	Розробка ґрунту екскаватором	1000 м ³	10.74
4	Зачищення котловану вручну	1000 м ³	1.43
5	Ущільнення ґрунту трамбуванням	100 м ³	4.5
6	Підсипка під підлоги ґрунту вручну	100 м ³	2.3
7	Засипка вручну траншей, пазух котловану	100 м ³	4.5
	2. Фундаменти		
8	Влаштування основи з піску	м ³	204.9
9	Бетонна підготовка під фундаменти	м ³	23.90
10	Забивка паль	шт	372
11	Зрубівання голів паль	шт	372
12	Бетонування ростверків	м ³	210.92
13	Влаштування підбетонки	м ³	31.73
14	Влаштування монолітного бетону	м ³	28.67
15	Влаштування цокольних панелей	шт	62
16	Пристрій гідроізоляції	100 м ²	10.73

Продовження таблиці 5.1

1	2	3	4
Б. Надземна частина			
3. Каркас будівлі металевий			
17	Монтаж колон	т	64.0
18	Монтаж зв'язків	т	20.97
19	Монтаж колон фахверку	т	11.69
20	Монтаж ферм	т	177.63
21	Монтаж прогонів	т	7.65
22	Монтаж карт покриття	т	161.28
23	Монтаж балок перекриття	т	24.83
24	Монтаж профнастила перекриття	т	2.27
25	Монтаж стінових прогонів	т	25.68
4. Стіни			
26	Монтаж стінових панелей	100 м ²	31.87
27	Кладка внутрішніх стін	м ³	237.12
5. Сходи			
28	Установка металевих сходів	т	1.32
29	Установка металевого огородження	100 м	1.48
6. Перегородки			
30	Влаштування цегляних перегородок	100 м ²	13.53
31	Влаштування гіпсокартонних перегородок	100 м ²	11.28
7. Перекриття			
32	Укладання бетонної суміші	м ³	99.7
33	Установка металевого каркасу	т	5.02
34	Укладання металеві сітки	т	2.098

Продовження таблиці 5.1

1	2	3	4
	8. Покрівля		
35	Влаштування пароізоляції	100 м ²	71.2
36	Утеплення мін.	м ³	1068
37	Влаштування металеві покрівлі	100 м ²	71.2
	10. Заповнення прорізів		
38	Заповнення віконних отворів	м ²	429.5
39	Заповнення дверних отворів	м ²	133.8
40	Встановлення воріт	м ²	66.15
	11. Підлоги		
41	Влаштування цементної основи	100 м ²	69.26
42	Обклеювання руберойдом та гідроізолом на нафтобітумі	100 м ²	69.39
43	Влаштування покриттів підлог:		
	1. на клею з лінолеуму	100 м ²	1.07
	2. керамограніту	100 м ²	53.2
	3. з керамічних плиток	100 м ²	14.78
	4. бетону	100 м ²	16.19
	12. Внутрішнє оздоблення		
44	Підготовка стін під фарбування	100 м ²	41.64
45	Підготовка стель під фарбування	100 м ²	80.55
46	Фарбування алкідною фарбою	100 м ²	122.19
47	Оздоблення декоративними панелями ПХВ	100 м ²	4.37
48	Оздоблення шпалерами	100 м ²	3.57
49	Облицювання керамічною плиткою	100 м ²	5.14
50	Акрилове фактурне покриття	100 м ²	0.70
51	Оздоблення штукатуркою	100 м ²	13.53

1	2	3	4
	13. Зовнішнє оздоблення		
52	Ґрунтівка цоколя	100 м ²	2.27
53	Фарбування цоколя	100 м ²	2.27

5.4 Обґрунтування потреби будівництва в основних будівельних машинах, механізмах, транспортних засобах

Потреба в основних будівельних машинах, механізмах та транспортних засобах визначається в цілому по будівництву на основі фізичних обсягів робіт та експлуатаційної продуктивності машин та транспортних засобів.

Передбачені в таблиці марки механізмів можуть бути замінені іншими (наявні в розпорядженні підрядної організації) з аналогічною технічною характеристикою відповідно до проекту виконання робіт.

Перелік основних машин та механізмів та їх кількість наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

Таблиця основних машин та механізмів

Найменування	Марка	Кількість	Примітка
Бульдозер	Б10М	1	Земляні роботи
Екскаватор (V _{ківша} = 0.8 м ³)	СХ130С	1	Земляні роботи
Гусеничний кран	ДЕК-251	1	Зведення будівля
Копер	СП-49	1	Забивка паль
Бадя	БН-1	1	Подання бетону
Електрозварювальний	ВД-306	2	Зварювальні роботи
Компресор пересувний	ЗІФ- 55	2	Подача стисненого повітря
Трансформатор прогрівання бетону	КТПТО-80	2	Прогрівання бетону у зимовий час

Продовження таблиці 5.2

Понижуючий трансформатор	ДУГА-338	2	Живлення зниженою напругою
Штукатурна станція	СО-57Б	2	Штукатурні роботи
Вібратор глибинний	ВІ-113	4	Ущільнення бетонних
Вібратор поверхневий	ІВ-99	4	Ущільнення бетонних
Віброрейка	ВР2	4	Ущільнення бетонних сумішей при влаштуванні бетонних покриттів та підлог
Верстат для згинання	СДА-1	1	Гнучка арматури
Верстат для різання	СМЖ-179А	1	Різання арматури
Мийка	Мергуд «Поток»	1	Миття коліс автомашин

5.5 Визначення трудомісткості робіт та часу роботи машин

Відомість трудомісткості представлена в таблиці 5.3 [22-28].

Таблиця 5.3

Відомість трудомісткості та машиномісткості БМР

№	Види робіт	Од. вим.	Кількість	Трудомісткість робіт			Витрати машинного часу			Склад ланки
				Норма на одиницю, люд-год	Потрібна кількість на весь обсяг		Норма на одиницю, маш-год.	Потрібна кількість на весь обсяг		
					люд-год.	люд-дні		м-год	м-дні	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Планування території бульдозерами	1000 м ²	2.46	17.0	-	41.82	6.0	-	14.76	Машиніст 6 роз. Машиніст 5 роз.
2	Зрізання рослинного шару	1000 м ³	0.49	3	-	1.47	3	-	1.47	Машиніст 6 роз. Машиніст 5 роз
3	Розробка ґрунту екскаватором	1000 м ³	10.74	10	-	107.4	3	-	32.22	Машиніст 6 роз. Машиніст 5 роз

Продовження таблиці 5.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	Зачищення дна котловану вручну	1000 м ³	1.43	5.7	-	8.15	-	-	-	Землекопи 2 роз. та 1 роз.
5	Ущільнення грунту трамбуванням	100 м ³	4.5	0.09	-	0.41	0.09	-	0.41	Машиніст 6 роз. Машиніст 5 роз.
6	Підсипання грунту вручну під підлогу	100 м ³	2.3	0.9	-	2.07	-	-	-	Землекопи 2 роз. та 1 роз.
7	Гідроізоляція	100 м ³	10.73	1.8	-	19.31	-	-	-	Ізольовальники 3 роз. та 2 роз.
8	Засипка вручну траншей. пазух	100 м ³	4.5	5.7	-	25.65	-	-	-	Землекопи 2 роз. та 1 роз.
9	Влаштування основи з піску	м ³	204.9	0.09	-	12.29	-	-	-	Землекопи 2 роз. та 1 роз.
10	Бетонна підготовка під фундамент	м ³	23.90	0.56	-	13.38	-	-	-	Бетонники 4 роз. та 2 роз.
11	Забивка паль	шт	372	1.09	-	405.48	0.55	-	204.6	Бетонники 4 роз. та 2 роз.

Продовження таблиці 5.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	Зрубка паль	шт	372	0.073	-	27.16	0.036	-	204.6	Бетонники 4 роз. та 2 роз.
13	Пристрій опалубки	шт	114	0.4	-	45.60	-	-	-	Тесляр 4 роз. та 2 роз.
14	Пристрій ростверку	м ³	210.9	0.64	-	134.98	-	-	-	Бетонники 4 роз. та 2 роз.
15	Влаштування підбетонки	м ³	31.73	0.56	-	17.77	-	-	-	Бетонники 4 роз. та 2 рози
16	Влаштування монолітного фундаменту	м ³	28.67	0.65	-	18.64	-	-	-	Бетонники 4 роз. та 2 роз.
17	Установка цокольних панелей	шт	62	0.19	-	11.78	0.048	-	2.98	Бетонники 4 роз. та 2 роз.
18	Монтаж колон	т	64.0	1.35	-	86.4	0.225	-	14.4	Машиніст 6 роз. Монтажник 5,4,3 роз.
19	Монтаж зв'язків	т	20.97	1.85	-	38.79	0.308	-	6.46	Машиніст 6 роз. Монтажник 5,4,3 роз.
20	Монтаж колон фахверку	т	11.69	1.35	-	15.78	0.225	-	2.63	Машиніст 6 роз. Монтажник 5,4,3 роз.

Продовження таблиці 5.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
21	Монтаж ферм	т	177.63	1.78	-	316.18	0.297	-	52.76	Машиніст 6 роз. Монтажник 5,4,3 роз.
22	Монтаж прогонів	т	7.65	1.78	-	13.62	0.297	-	2.27	Машиніст 6 роз. Монтажник 5,4,3 роз.
23	Монтаж карт покриття	т	161.28	0.7	-	112.9	0.175	-	28.22	Машиніст 6 роз. Монтажник 5,4,3 роз.
24	Монтаж балок перекриття	т	24.83	1.82	-	45.19	0.364	-	9.04	Машиніст 6 роз. Монтажник 5,4,3 роз.
25	Монтаж профнастила	т	2.27	2.94	-	6.67	0.735	-	1.67	Машиніст 6 роз. Монтажник 5,4,3 роз.
26	Монтаж стінових прогонів	т	25.68	1.78	-	45.71	0.297	-	7.63	Монтажники 5 роз. 4 роз. та 3роз.
27	Монтаж стінових панелей	м ²	3187.0	0.24	-	764.88	0.048	-	152.98	Монтажники 5 роз. 4роз. та 3роз.
28	Кладка внутрішніх стін	м ³	237.12	0.39	-	92.48	-	-	-	Монтажники 5 роз. 4 роз. та 3 роз.

Продовження таблиці 5.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
29	Установка металевих сходів	шт	4	0.87	-	3.48	0.174	-	0.70	Монтажники 5 роз. 4 роз. та 3 роз.
30	Влаштування металевої огорожі	100 м	1.48	62.6	-	92.65	53.4	-	79.03	Монтажники 5 роз. 4 роз. та 3 роз.
31	Влаштування цегляних перегородок	100 м ²	13.53	5.8	-	78.47	-	-	-	Монтажники 5 роз. 4 роз. та 3 роз.
32	Влаштування гіпсокартонних перегородок	100 м ²	11.28	18.0	-	203.04	-	-	-	Монтажники 5 роз. 4 роз. та 3 роз.
33	Установка металевого каркасу перекриття	т	5.02	2.5 люд-дні	-	12.55	-	-	-	Машиніст 6 роз. Монтажник 5,4,3 роз.
34	Укладання металевої сітки	т	2.098	2.5 люд-дні	-	5.25	-	-	-	Монтажники 5 роз. 4 роз. та 3 роз.
35	Пристрій пароізоляції	100 м ²	71.2	1.3 люд-дні	-	92.56	-	-	-	Гідроізолюючий 4 роз. та 2 роз.
36	Утеплення хв.	м ³	1068	1.3 люд-дні	-	1388.4	-	-	-	Гідроізолюючий 4 роз. та 2 роз.

Продовження таблиці 5.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
37	Влаштування металевої покрівлі	шт	168	0.7 люд-дні	-	117.6	0.175	-	29.4	Покрівельник 4 роз. 3 роз. та 2 роз.
38	Заповнення віконних отворів	м ²	429.5	0.28 люд-дні	-	120.26	-	-	-	Монтажники 5 роз. 4 роз. та 3 роз.
39	Заповнення дверних отворів	м ²	133.8	0.41 люд-дні	-	54.86	-	-	-	Теслярі 4 роз. та 2 роз.
40	Встановлення воріт	м ²	66.15	0.62 люд-дні	-	41.01	-	-	-	Теслярі 4 роз. та 2 роз.
41	Влаштування цементної основи для підлоги	100 м ²	69.26	1.3 люд-дні	-	90.04	-	-	-	Бетонники 4 роз. та 2 роз.

Продовження таблиці 5.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
42	Влаштування покриття підлог:									Облицювальники 4 роз. та 3 роз.
	1.на клею з лінолеуму	100 м ²	1.07	8.4 люд-дні		8.99				
	2.керамограніту	100 м ²	53.2	8.6 люд-дні	-	457.52	-	-	-	
	3.з керамічних плиток	100 м ²	14.78	8.9 люд-дні		131.54				
	4.бетон	100 м ²	16.19	3.3 люд-дні		53.43				
43	Підготовка стін під фарбування	100 м ²	41.64	0.3 люд-дні	-	12.49	-	-	-	Штукатури 6 - 2роз.
44	Підготовка стель під фарбування	100 м ²	80.55	0.5 люд-дні	-	40.28	-	-	-	Штукатури 6 - 2роз.
45	Забарвлення алкідною фарбою	100 м ²	122.19	1.6 люд-дні	-	195.50	-	-	-	Маляри 4 – 2 роз.

Продовження таблиці 5.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
46	Оздоблення декоративними панелями ПВХ	100 м ²	4.37	9.0 люд-дні	-	39.33	-	-	-	Оздоблювальник 5 роз. та 4 роз.
47	Обклеювання шпалерами	100 м ²	3.57	0.9 люд-дні	-	3.21	-	-	-	Оздоблювальник 5 роз. та 4 роз.
48	Облицювання керамічною плиткою	100 м ²	2.50	9.0 люд-дні	-	22.50	-	-	-	Оздоблювальник 5 роз. та 4 роз.
49	Штукатурка	100 м ²	13.53	2.0 люд-дні	-	27.06	-	-	-	Штукатури 6 – 2 роз.
50	Забарвлення цоколя	100 м ²	2.27	0.4 люд-дні	-	0.91	-	-	-	Маляри 4 роз. 3 роз. та 2 роз.
	Разом					6074.20			667.09	
51	Опалення та вентиляція 4%	м ³	317.93	-	-	242.97	-	-	26.68	Ланка з 10 чол.
52	Водопровід та каналізація 4%	м ³	317.93	-	-	242.97	-	-	26.68	Ланка з 10 чол.
53	Електромонтажні роботи 4%	м ³	317.93	-	-	242.97	-	-	26.68	Ланка з 10 чол.

Закінчення таблиці 5.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
54	Слаботкові мережі та пристрої 1%	м ³	79.48	-	-	60.74	-	-	6.67	Ланка з 10 чол.
55	Інші роботи 2%	м ³	158.96	-	-	121.48	-	-	13.34	Ланка з 10 чол.
56	Благоустрій території 2%	м ³	158.96	-	-	121.48	-	-	13.34	Ланка з 10 чол.
	Разом					1032.61			113.39	
	Всього					7106.81			780.48	

5.6 Потреба в основних конструкціях напівфабрикатах

Відомість основних конструкцій, матеріалів та напівфабрикатів представлена в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4

Відомість основних конструкцій матеріалів та напівфабрикатів

№ п/п	Найменування матеріалів	Од. вим.	Кількість
1	Палі	шт.	372
2	Арматура	т	36.8
3	Дверні блоки	м ²	133.8
4	Бетон	м ³	371.3
5	Цегла	тис. шт	157.9
6	Опалубка	м ²	532.8
7	Цемент	т	3.1
8	Металоконструкції	т	466.76
9	Плитки підлогові	100 м ²	67.98
10	Профлист	100 м ²	1.07
11	Лінолеум	100 м ²	1215
12	Утеплювач	м ³	221.9
13	Фарби, шпаклівка	т	3.2
14	Шпалери	100 м ²	3.57
15	Панелі ПВХ	100 м ²	4.37

5.7 Розрахунок середньооблікової кількості робочих

Для отримання необхідних даних, які застосовуються для розробки будівельного генерального плану та інших розділів, у дипломному проекті проведено побудову мережевого графіка в масштабі часу, для чого використовується форма календарного плану.

Така побудова дозволяє виявити потреби у робочих кадрах, оцінити раціональність прийнятого рішення та виявити можливості для поліпшення [29].

Для оцінки складеного плану визначаємо коефіцієнт нерівномірності використання робочої сили.

Найбільше робочих $R_{max} = 60$ чол.

Коефіцієнт нерівномірності використання робітників (КНР), формула 5.1.

$$K_{np} = \frac{R_{max.}}{R_{cp.}} \quad (5.1)$$

де R_{max} - найбільша кількість робочих;

R_{cp} – середня кількість робочих, визначається по формулі 5.2:

$$R_{cp} = \frac{Q}{T} \quad (5.2)$$

де $Q = 2676.0$ люд-дні - сумарна трудомісткість робіт;

$T = 2676.0$ дні - тривалість робіт з будівництва комплексу.

$$R_{cp} = 2676/223 = 36 \text{ чол.}$$

$$K_{np} = 20/12 = 1.67$$

Раціональним вважається варіант графіка, у якому $K_{np} = 1.5 - 1.7$.

У цьому проекті $K_{np} = 1.67$.

5.8 Технологічна карта на зведення металевого каркасу будівлі

5.8.1 Область застосування

Дана технологічна карта розроблена на монтаж металевого каркасу надземної частини проектованої будівлі із застосуванням різних типів технологічного оснащення, пристроїв, обладнання.

До складу робіт, що розглядаються в карті, входять:

- монтаж колон;
- укрупнення ферм;

- монтаж ферм;
- монтаж в'язей;
- монтаж прогонів;

Технологічна карта розроблена відповідно до типової технологічної карти на монтаж металоконструкцій, ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва» [30], ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці та промислова безпека у будівництві. Основні положення» [20].

5.8.2 Технологія та організація виконання робіт

Вимоги до якості попередніх робіт

До початку монтажу сталевих конструкцій мають бути виконані підготовчі роботи, а також роботи нульового циклу.

Деталі сталевого каркаса - колони, балки та прогони повинні бути виготовлені за робочою документацією, затвердженою розробником та прийнятою до виробництва підприємством-виробником.

Роботи з укрупнення сталевих конструкцій та підготовки їх до монтажу виконувати на спеціально обладнаному майданчику для складування та укрупнювального збирання, з використанням гусеничного крана типу СКГ 30-10. Роботи з підготовки конструкцій до монтажу здійснює ланка у складі трьох монтажників, електрозварювальника та підсобного робітника.

Монтовані колони, балки та прогони, ферми повинні бути розміщені заздалегідь у зоні дії крана.

Вимоги до технології виконання робіт

Монтаж каркасу складається з наступних операцій:

- підготовка місць встановлення та кріплення колон;
- стропування колон;
- підйом, наведення та встановлення їх на місце кріплення;
- вивіряння та тимчасове закріплення (якщо потрібно);
- розстропування колон;

- укрупнювальне збирання ферм покриття;
- монтаж ферм покриття;
- монтаж прогонів.

Окремим потоком, використовуючи змонтований каркас, виконати монтаж прогонів, ферм та вбудованих сталевих конструкцій.

Монтаж сталевих ферм проводити способом «знизу-вгору», за загарбками, методом «на кран».

Послідовність монтажу повинна забезпечувати стійкість та геометричну незмінність конструкцій.

Зварювання проводиться - ручне дугове, покритими електродами типу Е-42А, Е-50А та Е-55А. Розміри швів і кромок - згідно з робочими кресленнями на зварювальні з'єднання, валиками перерізів не менше 20-35 мм². Слід зачищати місця зварювання: кромки деталей, що зварюються, в місцях розташування швів і прилеглі до них поверхні шириною не менше 20 мм необхідно зачищати з видаленням іржі, жирів, фарби, бруду і вологи. Зварювання проводити при стійкому режимі: відхилення від заданих значень зварювального струму та напруги на дузі не повинні перевищувати 5-7%.

5.8.3 Вимоги до якості та приймання монтажних робіт

Контроль та оцінку якості робіт під час монтажу конструкцій виконують відповідно до вимог нормативних документів:

- ДБН В.1.3-2:2010 «Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві. Зміна №1» [21];
- ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва» [30];
- ДБН В.1.2-14:2018 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель та споруд» [31].

Для вивіряння та контролю якості елемента, що монтується, застосовується монтажне оснащення. У таблиці 5.5 наведено операційний контроль якості монтажних робіт.

Операційний контроль якості

№	Найменування операцій, що підлягають контролю	Контроль якості виконуваних операцій			
		Склад	Спосіб	Час	Залучені служби
1	2	3	4	5	6
1	Підготовчі роботи	Правильність складування конструкцій. Наявність паспортів та сертифікатів якості. Комплектність конструкцій. Відповідність елементів конструкцій проекту. Наявність зовнішніх дефектів.	Візуально, сталевую рулеткою	До початку монтажних робіт	-
2	Підготовка місць встановлення	Позначка опорних майданчиків конструкцій, що монтуються. Нанесення розбивних осей та рисок на опорні майданчики.	Теодолітом, сталевим метром та рулеткою	До початку монтажних робіт	Геодезична
3	Установка конструкцій	Правильність та надійність стропування та тимчасового кріплення. Відповідність технології монтажу проекту виконання робіт. Відхилення від центрів опорних майданчиків вежі. Вертикальність встановлення ферм	Візуально, теодолітом, сталевую рулеткою та метром	У процесі монтажних робіт	-

5.8.4 Безпека виконання робіт

При виконанні монтажних робіт слід керуватися ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці та промислова безпека у будівництві. Основні положення» [20].

Не допускається виконувати монтажні роботи на висоті у відкритих місцях при швидкості вітру 15 м/с і більше, при ожеледиці, бруді або тумані, що виключає видимість у межах фронту робіт. Не допускається знаходження людей під конструкцією, що монтується.

При виконанні монтажних робіт не допускається використовувати для закріплення технологічного та монтажного оснащення технологічні та будівельні конструкції без погодження з особою, відповідальною за правильну їх експлуатацію.

Монтажний кран на кожній стоянці встановлюється на ущільнений ґрунт. Щоб уникнути перенавантаження, слід стежити за наявністю на збірних елементах маркування із зазначенням маси елемента.

До виконання монтажних робіт необхідно встановити порядок обміну умовними знаками між особою, керуючою монтажем та машиністом. Усі сигнали подаються лише однією особою (бригадиром монтажної бригади, головою ланки, такелажником-стропальником), крім сигналу «стоп», який може бути поданий будь-яким працівником, який помітив явну небезпеку.

Зварювальне обладнання слід захистити від атмосферних опадів та механічних пошкоджень, а корпус заземлити. Працювати зварювальник повинен у брезентовому костюмі та брезентових рукавицях, у шкіряних черевиках з діелектричною підошвою. Для захисту очей необхідно використовувати маски - шоломи.

5.8.5 Потреба у ресурсах

Відомість потреби у машинах, механізмах представлена в таблиці 5.6. Відомість елементів, що монтуються в таблиці 5.7. Відомість монтажних пристроїв у таблиці 5.8 [32].

Таблиця 5.6

Відомість потреб у машинах, механізмах

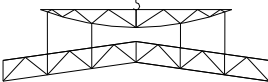
Найменування	Марка	Од. вим.	Кількість
Кран гусеничний	ДЕК-251	шт	1
Чотирьохгілковий строп		шт	4
Двогілковий строп		шт	4
Захоплення виделкове		шт	2
Зварювальний апарат змінного струму	ТДП-1	шт	1
Лебідка електрична	ТЛ-2500	шт	1

Таблиця 5.7

Відомість елементів, що монтуються

Найменування	Кількість	Маса од. т	Маса заг. т
Колона	94	0.811	64.02
Колона фахверку	24	0.619	11.69
Ферма	66	5.33	177.63
Прогони	759	0.247	140.62
Вертикальні зв'язки	47	0.571	20.97
Разом			414.93

Відомість монтажних пристроїв

Назва збірного елемента	Маса елемента	Найменування монтажного пристосування	Характеристика вантажозахоплювальних пристроїв			Ескіз
			Вантажопідйомність, т	Маса, т	Розрахункова висота, м	
Колона	0.811	Строп 2-х гілковий 2СК-2.5-2000	2.5	0.0135	2.00	
Ферма	5.33	Траверса універсальнаСтроп ВК-4-5000, автоматичне захоплення	12	1.326	3.90	

5.8.6 Калькуляція трудомісткості робіт та часу роботи машин

Визначення трудомісткості будівельно-монтажних робіт

Нормативний термін роботи ланки монтажників за зміну, формула 5.3:

$$T = \frac{T_{mp}}{m} = \frac{H_{ep} \cdot V}{m \cdot t} \quad (5.3)$$

де m - кількість робітників у ланці монтажників;

H_{ep} - норма часу виконання одиниці роботи з ЕНіР;

t - тривалість зміни (8 год);

Вироблення однієї ланки монтажників зміну, тобто. кількість монтажників елементів, що встановлюються однією ланкою за зміну, визначається за формулою 5.4:

$$N = \frac{V}{T} = \frac{m \cdot t \cdot k}{H_{ep}} \quad (5.4)$$

Калькуляція трудових витрат представлена в таблиці 5.9 [22-28].

Таблиця 5.9

Калькуляція трудових витрат

Найменування	Об'єм		Норма часу	Витрати праці	Склад ланки	Кількість змін	Змін за добу	Кількість днів
	од.	кількість	люд-год	люд-зм				
Монтаж колон	т	64	0.54	34.56	5+1	6	2	3
Монтаж колон фахверку	т	11.69	0.54	6.31	5+1	2	2	1
Укрупнення ферм	т	117.26	0.87	102.02	5+1	18	2	9
Монтаж ферм	т	177.63	0.53	94.14	5+1	16	2	8
Укрупнення ЗВ-1	т	6.85	1.4	9.59	3+1	3	2	2
Монтаж зв'язків	т	20.97	3	62.91	3+1	16	2	8
Монтаж прогонів	т	7.65	1	7.65	3+1	2	2	1

5.9 Підбір технологічних комплектів машин та розрахунок їх необхідних параметрів

Вибір кранів та інших монтажних механізмів для монтажу будівель та споруд повинен проводитися з урахуванням кількості, розміру та ваги елементів, що монтуються, поверховості або висоти, конфігурації та розмірів споруджуваного будинку.

Ферма ФС-1 є найважчою конструкцією

$$Q_{\phi} = 5.33 \text{ т};$$

$$Q_{осн} = 1.326 \text{ т};$$

$$Q_{mp} = Q_{\phi} + Q_{осн} = 5.33 + 1.326 = 6.656 \text{ т};$$

$$H_{mp}^{кр} = H_0 + h_z + h_k + h_{стп} = 8.06 + 0.5 + 3.80 + 8.96 = 21.32 \text{ м};$$

$$I_{кр} = 6 \text{ м};$$

$$AC = 6 - 2 = 4 \text{ м};$$

$$AB = H_{кр} + h_{полісн} - h_{шарн} = 21.32 + 2.0 - 1.5 = 21.82 \text{ м};$$

$$L_{стр} = \sqrt{AC^2 + AB^2} = \sqrt{4^2 + 21.82^2} = 22.18 \text{ м};$$

Для ферми $H_{кр}^{сп} = 21.32 \text{ м}$, $L_{стр} = 22.18 \text{ м}$, $Q_{тр} = 6.656 \text{ т}$, $I_{кр} = 6 \text{ м}$.

На рис. 5.1 зображено схему роботи гусеничного крана.

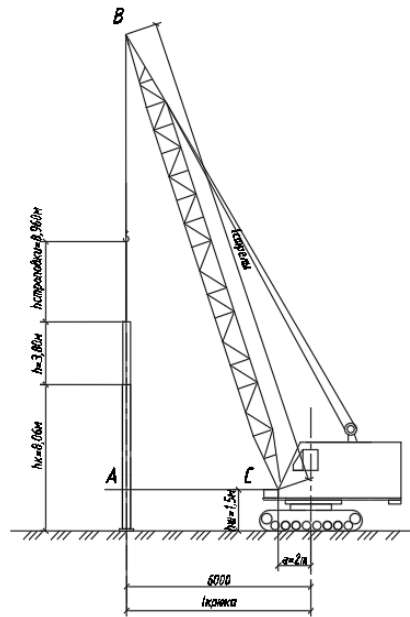


Рис. 5.1 Схема роботи крана

Карта покриття КР-2 є найнезручнішою конструкцією.

$$Q_{nn} = 0.91 \text{ т};$$

$$Q_{осн} = 0.254 \text{ т};$$

$$Q_{тр} = Q_{nn} + Q_{осн} = 0.91 + 0.254 = 1.164 \text{ т};$$

$$H_{кр}^{сп} = H_0 + h_з + h_к + h_{стр} = (8.06 + 5.50) + 0.5 + 0.27 + 8.50 = 22.83 \text{ м};$$

$$I_{кр} = 6 + 6/2 = 9 \text{ м};$$

$$AC = 9 - 2 = 7 \text{ м};$$

$$AB = H_{кр} + h_{полісн} - h_{шарн} = 22.83 + 2.0 - 1.5 = 23.33 \text{ м};$$

$$L_{стр} = \sqrt{AC^2 + AB^2} = \sqrt{7^2 + 23.33^2} = 24.4 \text{ м};$$

$$l_{гуська} = 5 \text{ м};$$

$$Q_{nn} = 0.91 \text{ т};$$

$$Q_{осн} = 0.254 \text{ т};$$

$$Q_{стр} = Q_{мн} + Q_{осн} = 0.91 + 0.254 = 1.164 \text{ т};$$

$$H_{кр}^{сп} = H_0 + h_з + h_к + h_{стр} = (8.06 + 5.50) + 0.5 + 0.27 + 8.50 = 22.83 \text{ м};$$

$$I_{кр} = 6 + 5 = 11 \text{ м};$$

$$AM = H_{кр} + h_{полісн} - h_{шарн} = 22.83 + 2.0 - 1.5 = 23.33 \text{ м};$$

$$L_{стр} = \sqrt{AM^2 + (l_{кр} - (a + l_{зус}))^2} = \sqrt{23.33^2 + (11 - (2 + 5))^2} = 23.67 \text{ м}$$

Вибираємо кран із гуськом.

Для карти покриття $H_{кр}^{сп} = 22.83 \text{ м}$, $L_{стр} = 23.67 \text{ м}$, $Q_{стр} = 1.164 \text{ т}$.

Вибираємо гусеничний кран ДЕК-251 з гуськом з $h_{стр} = 24.0 \text{ м}$.

З підйомом під час вильоту стріли $I_{крпп} = 12 \text{ м}$; $Q = 3,0 \text{ т}$;

І МКП-25 з гуськом з $h_{стр} = 27,5 \text{ м}$

З підйомом при вильоті стріли $I_{кр}^{мн} = 12.5 \text{ м}$, $Q = 4.5 \text{ т}$.

Необхідні параметри крана представлені у таблиці 5.10. Параметри порівняння кранів у таблиці 5.11. Технічні характеристики порівнюваних кранів у таблиці 5.12.

Таблиця 5.10

Необхідні параметри крана

Найменування	$Q, \text{ т}$	$L_{кр}, \text{ м}$	$H_{кр}, \text{ м}$	$L_{стр}, \text{ м}$
Найважчий елемент	6.656	6	21.32	21.82
Найзручніший елемент (без гуська)	1.164	9	22.83	24.4
Найзручніший елемент (з гуськом)	1.164	9	22.83	23.67

Таблиця 5.11

Параметри порівнюваних кранів

МКП-25			ДЕК-251		
Лкр, м.	Q, т	Нкр. м.	Лкр, м.	Q, т	Нкр. м.
6	14.2	27.0	6	12.5	23.5
7	11.7	26.6	7	10.5	22.8
8	9.2	26.5	8	9.2	22.20
9	7.6	26.0	9	8	21.7

Таблиця 5.12

Технічні характеристики порівняльних кранів

Найменування показників	Моделі кранів	
	МКП-25	ДЕК-251
1	2	3
1. Необхідна висота підйому гака $H_{кр}$, м	22.83	22.83
2. Кут повороту стріли крана між положенням стропування вантажу та наведення на проектну позначку α , град	90°	90°
3. Коеф., що враховує суміщення операцій $K = 0.75$	0.75	0.75
4. Швидкість підйому вантажу V_1 , м/с	0.069	0.112
5. Швидкість опускання гака V_2 , м/с	0.069	0.112
6. Частота обертання n , 1/с	0.56	0.65
7. Швидкість руху крана V_3 , м/с	1.39	0.28
8. Довжина пересування крана S , м	12	12

ВИСНОВОК

У підсумковій атестаційній роботі розроблено необхідні розділи проекту будівництва логістичного комплексу у м. Ірпінь Київської області.

В архітектурно-будівельному розділі представлені опис району будівництва, його кліматичні умови, рішення щодо генерального плану, архітектурно-планувальні рішення.

У конструктивному розділі описано конструктивну схему, конструктивні рішення, заходи щодо дотримання вимог у галузі пожежної, санітарно-епідеміологічної безпеки, заходи щодо забезпечення доступу маломобільних груп населення та енергетичної ефективності.

У розрахунковому розділі представлений теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій, виконано збір навантажень, розрахунок зусиль в елементах ферми, колони, підібрано їх переріз та розраховано зварні шви. Виконано відповідні креслення.

У розділі основи і фундаменти обрано тип основи під фундамент, проведений аналіз шарів ґрунту, прийняті відповідні конструктивні рішення щодо виду фундаменту та проведений відповідний його розрахунок з підбором перерізу і глибини закладання.

У розділі технологія та організація будівництва, на підставі отриманих даних за розробленими розділами було визначено номенклатуру робіт, визначено обсяги робіт та технологічну послідовність виконання робіт, визначено будівельні машини та механізми, склад ланок (бригад) необхідний для виконання робіт, представлені вимоги до якості і безпеки виконання будівельно-монтажних робіт, розроблено технологічну карту робіт.

Також було розроблено заходи з охорони праці та життя робітників на будмайданчику.

У ході роботи було реалізовано поставлені завдання, а саме: оптимізувати термін виконання робіт та використання робочої сили, забезпечити суміщення робіт за дотримання вимог техніки безпеки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ Б А.2.4-4:2009. Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної та робочої документації. – Чинний від 2010-01-01. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 55 с.
2. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. – Чинний від 2011-11-01. Київ : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2011. – 130 с.
3. ДБН В.1.2-2-2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. – Чинний від 2007-01-01. Київ : Мінбуд України, 2006. – 75 с.
4. ДСТУ Б А.2.4-2:2009. Умовні позначки і графічні зображення елементів генеральних планів та споруд транспорту. – Чинний від 2010-01-01. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 33 с.
5. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – Чинний від 2014-01-01. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 147 с.
6. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. – Чинний від 2013-03-01. Київ : Мінрегіонбуд України, 2013. – 134 с.
7. ДСТУ Б А.3.2-15:2011. Система стандартів безпеки праці. Норми освітлення будівельних майданчиків. – Чинний від 2012-12-01. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. – 31 с.
8. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. – Чинний від 2017-05-01. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2017. – 37 с.
9. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. – Чинний від 2015-01-01. Київ : Мінрегіонбуд України, 2014. – 206 с.
10. Клименко Ф.Є., Барабаш В.М. Металеві конструкції. Підручник, Львів: Світ, 2002. – 312 с.

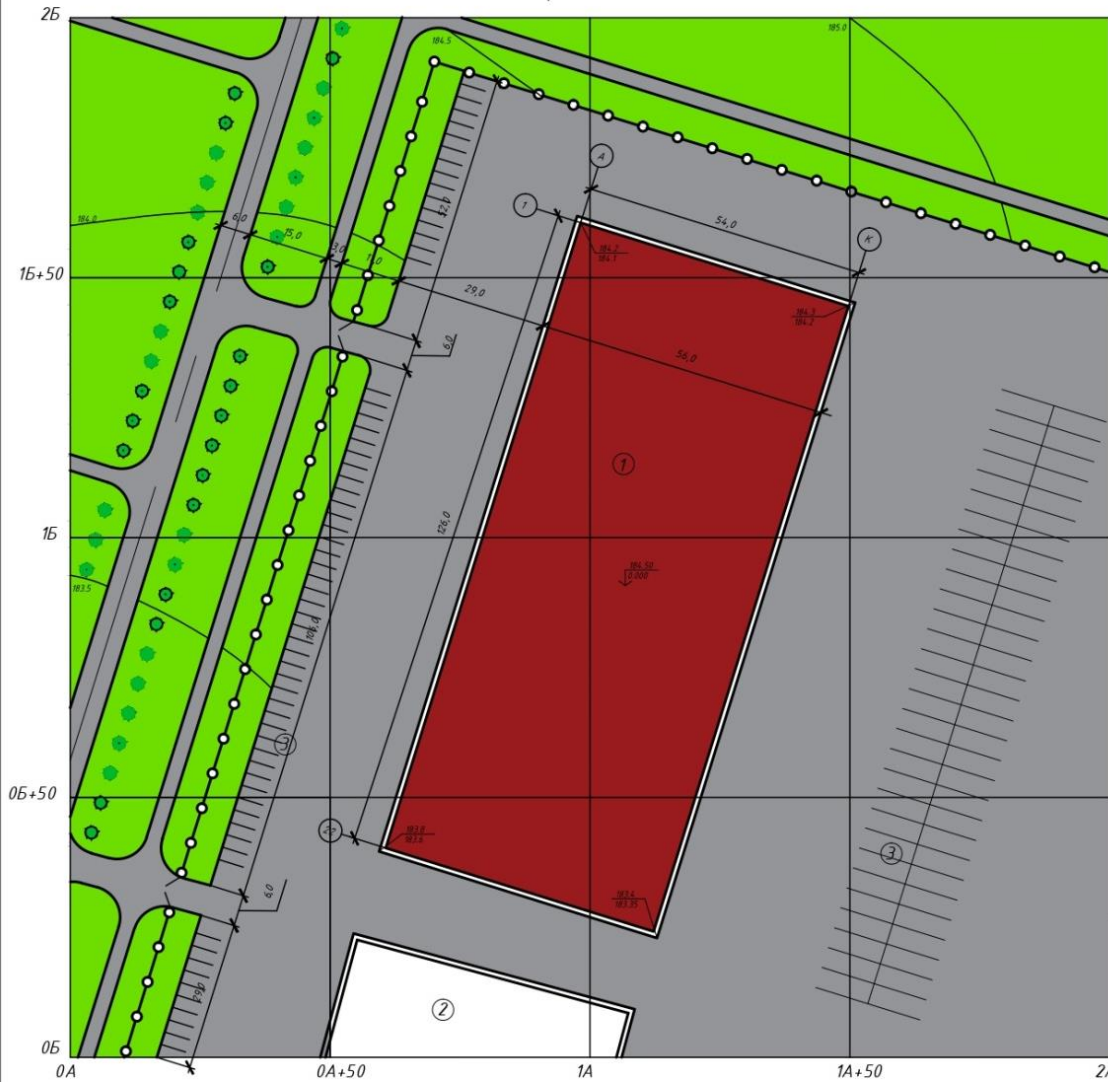
11. ДСТУ 2251:2018. Кутики сталеві гарячекатані рівнополичні. Сортамент. – Чинний від 2019-01-01. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. – 13 с.
12. М.С. Барабаш Основи комп'ютерного моделювання / М.С. Барабаш, П.М. Кір'язєв, М.А. Ромашкіна // Навчальний посібник. З грифом «Рекомендовано Вченою радою НАУ». Протокол № 7 від 27.06.17 р. – К.: НАУ, 2018. – 492 с.
13. ДСТУ Б В.1.2-3:2006. Прогини і переміщення. Вимоги проектування. – Чинний від 2007-01-01. Київ : Мінрегіонбуд України, 2006. – 15 с.
14. Балкова площадка цеху : методичні рекомендації до виконання курсового проекту / уклад. : Бабічев П.Є. – КНУБА. 2015 – 136 с.
15. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – Чинний від 2011-06-01. Київ : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2011. – 75 с.
16. ДБН В.2.1-10:2018. Основи та фундаменти будівель та споруд. Основні положення. – Чинний від 2019-01-01. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. – 42 с.
17. Рекомендации по расчету железобетонных ростверков свайных фундаментов под колонны зданий и сооружений промышленных предприятий - М: Стройиздат, 1985. – 76 с.
18. ДСТУ ISO 4301-2:2015. Крани підйомні. Класифікація. Частина 2. Самохідні крани. – Чинний від 2016-01-01. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2015. – 18 с.
19. Ширшиков, Б.Ф. Разработка проектов организации строительства промышленных зданий и сооружений. Учебное по / Б.Ф. Ширшиков, Б. Жадановский. - М. 2016. - 606 с.
20. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці та промислова безпека у будівництві. Основні положення. – Чинний від 2012-04-01. Київ : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2012. – 122 с.

21. ДБН В.1.3-2:2010. Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві. Зміна №1. – Чинний від 2010-09-01. Київ : Мінірегіонбуд України, 2010. – 70 с.
22. ЕНиР. Збірник Е2. Вип. 1. Механізовані і ручні земляні роботи. ВПТИтрансстрой, ЦБНТС. – 133 с.
23. ЕНиР. Збірник Е3. Кам'яні роботи. ПТИ, ЦБНТС, ВНИПИ труда. – 35 с.
24. ЕНиР. Збірник Е40. Вип. 2. Металеві конструкції. КТИ, НИС, ЦБНТС. – 10 с.
25. ЕНиР. Збірник Е40. Вип. 3. Дерев'яні конструкції і деталі. КТИ, НИС, ЦБНТС. – 12 с.
26. ЕНиР. Збірник Е19. Улаштування підлог. НИС, ЦБНТС. – 38 с.
27. ЕНиР. Збірник Е7. Покрівельні роботи. ПТИ, ЦБНТС. – 17 с.
28. ЕНиР. Збірник Е8. Вип. 1. Оздоблювальні роботи. ЦНИБ, ЦБНТС. – 79 с.
29. Михайлов, А.Ю Организация строительства. Стройгенплан / А.Ю. Михайлов. – В.: Инфра-Инженерия, 2016. – 172 с.
30. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. – Чинний від 2017-01-01. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016. – 51 с.
31. ДБН В.1.2-14:2018. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель та споруд. – Чинний від 2019-01-01. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. – 36 с.
32. ДСТУ Б В.2.8-40:2011. Оснащення монтажне для тимчасового закріплення та вивіряння конструкцій будинків. Класифікація та загальні технічні вимоги. – Чинний від 2012-12-01. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2012. – 15 с.

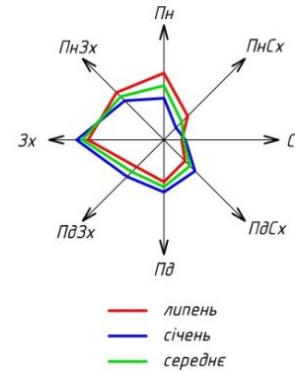
ФАСАД 1-22



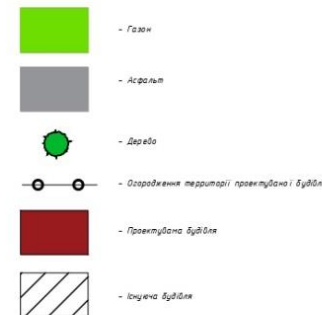
Генеральний план



Роза вітрів



Умовні позначення



Відомість жилих і громадських будівель і споруд

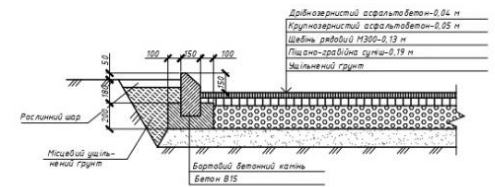
№ п/п за планом	Найменування і позначення	Експлуатаційна площа, м ²	Кількість		Площа, м ²		Будівельний об'єм, м ³		
			будівлі	об'єктів	забудови	загальної призначення	будівлі	всього	
1	Проектвана будівля	2	1	-	7157,02	7157,02	-	103524,0	103524,0
2	Існуюча будівля	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Стоянка для машин	-	-	-	-	-	-	-	-

ТЕП

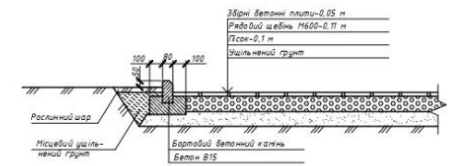
Показник	Од.вим.	Кільк.
Площа участка (F1)	м ²	246413
Площа забудови (F2)	м ²	7157,02
Щільність забудови	%	29
Площа заощення (F3)	м ²	11334,6
Площа озеленення (F4)	м ²	2579,48
Коефіцієнт озеленення	%	10,5
Коефіцієнт використання території (Ки)		0,75

Конструкції дорожніх покриттів

Дороги, проїзди, стоянки



Тротуари, доріжки

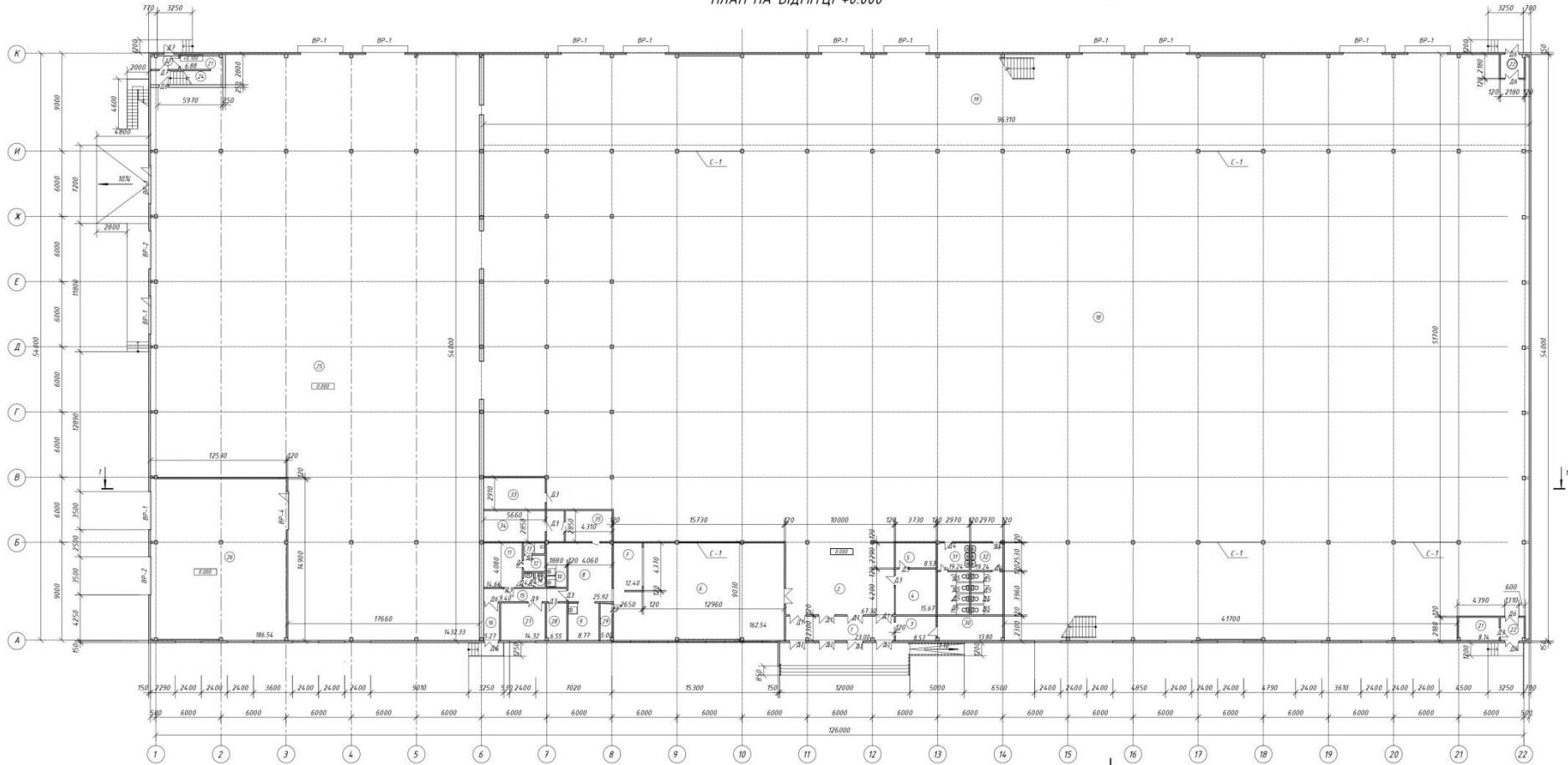


№			НАУ 2022 №2/1		
Ландшафтний комплекс у м. Ірпінь Київської області					
Видовий	Ім'я мити	П.І.О.	Дата	Сторінка	Лист
Архітектурний	Варшави	М.С.		ДР	1
Конструктивний	Варшави	М.С.			3
Ландшафтний	Варшави	М.С.			
Інженерний	Варшави	М.С.			
Інше	Варшави	М.С.			
Інше	Варшави	М.С.			

Фасад 1-22. Генеральний план. Роза вітрів. Відомість будівель. ТЕП. Конструкції дорожніх покриттів

ФАСАД до ЦБ-405

ПЛАН НА ВІДМІТЦІ +0.000



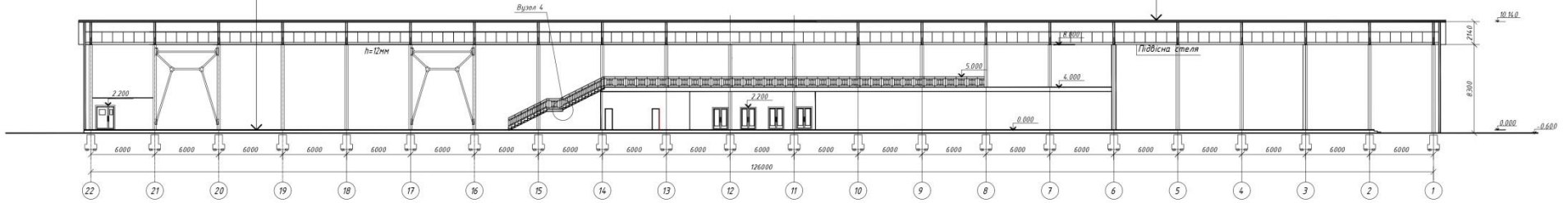
Експлікація приміщень

N	Найменування приміщення	площа М ²	Кат.	N	Найменування приміщення	площа М ²	Кат.
1	Вхідний тамбур(парадий)	23.00	Д	17	Розподільна зона	186.71	В2
2	Фойє	67.30	В2	18	Складська зона	4355.27	В2
3	Коридар	8.57	Д	19	Сервісний центр	133.60	В2
4	Кімната охрани	15.67	В4	20	Касова зона	132.56	В2
5	Кімната відпочинку охрани	8.53	В4	21	Електрощитова x2	15.02	Д
6	Відділ забезпечення	162.54	В2	22	Вхідний тамбур(евакуаційний) x2	9.40	Д
7	Підсобне приміщення	12.40	В2	23	Вхідний тамбур (службовий)	2.78	Д
8	Передготоввальна	25.92	Д	24	Складова клітина (службова)	20.28	Д
9	Цех напівфабрикатів	8.77	Д	25	Складське приміщення	14.32.33	В4
10	Мийна кухонного посуду	3.80	Д	26	Платформа відвантаження заказів	186.54	Д
11	Гардероб персоналу	14.66	В4	27	Складське приміщення полуфабрикатів	14.32	В2
12	Переддухова	2.98	Д	28	Комора оборотної тари	6.55	В2
13	Душова	1.99	Д	29	Комора господарська	5.00	В4
14	Санвузол	2.66	Д	30	Тепловий пункт / водомірний вузол	13.80	Д
15	Коридар	9.40	Д	31	Санвузол	19.24	
16	Загрузочний тамбур	5.27	Д	32	Санвузол	19.24	
				33	Венткамера	16.5	
				34	Холодильне приміщення	16.13	
				35	Холодильне приміщення	12.4	
					Загальна площа	6926.10	
					Торівельна площа	4355.27	

				НАЧ 2022 92/1		
				Львівський коледж у м. Ірпів Київської області		
Виконав	Безіменні П.І.	Пісь	Дача	Архітектурно-ландшафтне рішення		Старий
Керівник	Вардана М.С.					Лист
Конструктор	Вардана М.С.			ДР	2	6
Нормувальник	Вардана М.С.			План на відмітці +0.000, Експлікація приміщень		ФАБД ар. ЦБ-405
Дат. код	Львівськ. 01					

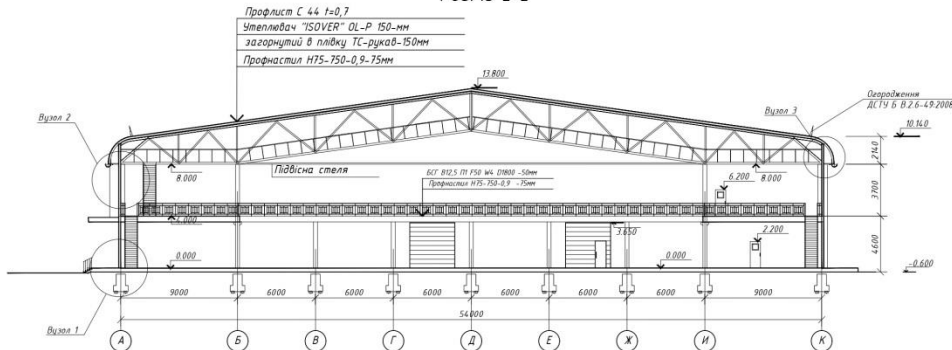
Плитка керамо-гранітна
Гідроізоляційний шар
Стовпчик із цементно-піщаною розв'язкою М150
Підстиляючий шар: бетон класу В7,5 h=75мм
Ґрунт основи з втрамбованим щєбнем
або гравій кріпкістю 40-60мм

Розріз 1-1



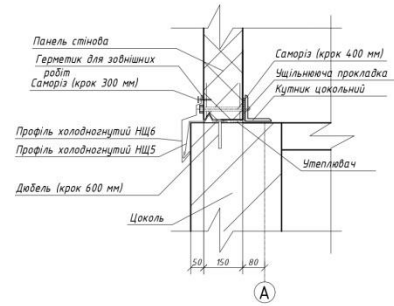
Профліст С 44 t=0,7
Утеплювач "ISOVER" OL-P 150-мм
загорнутий в плитку ТС-рукав-150мм
Профнастиль Н75-750-0,9-75мм

Розріз 2-2

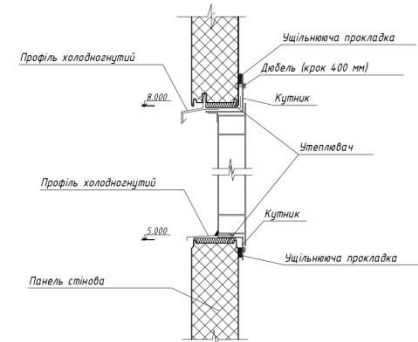


Профліст С 44 t=0,7
Утеплювач "ISOVER" OL-P 150-мм
загорнутий в плитку ТС-рукав-150мм
Профнастиль Н75-750-0,9-75мм

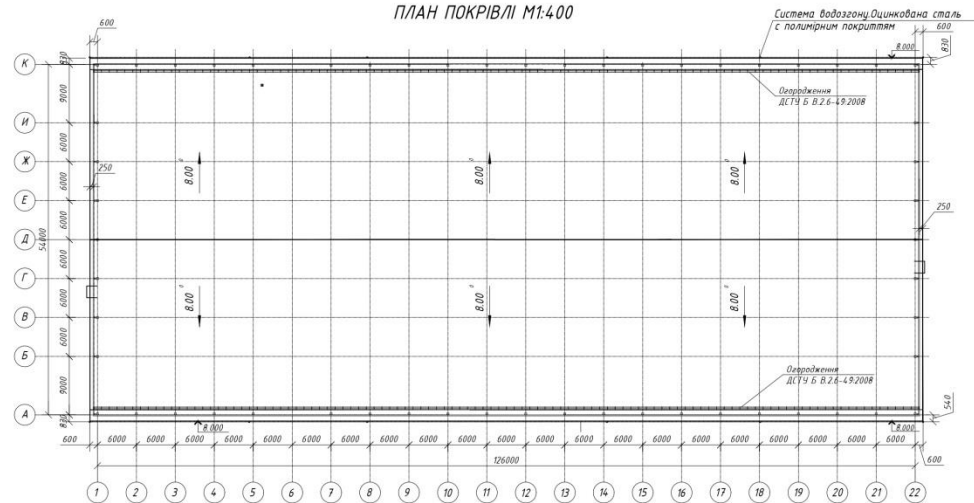
1 М 1:10



2 М 1:10

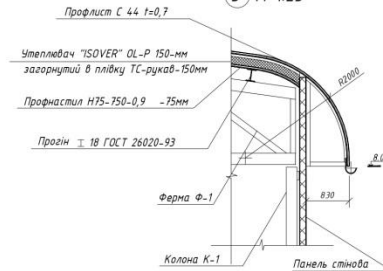


ПЛАН ПОКРІВ'ЛІ М1:400



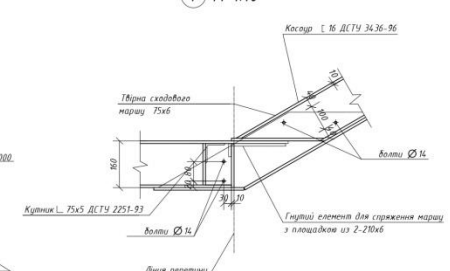
Система вазозоні Оцинкована сталь
с полімерним покриттям
Осередження
ДСТУ Б В 2.6-49:2008

3 М 1:25



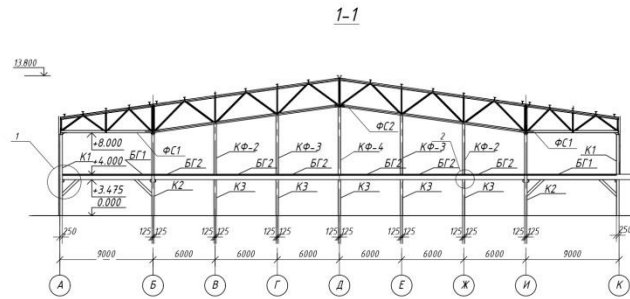
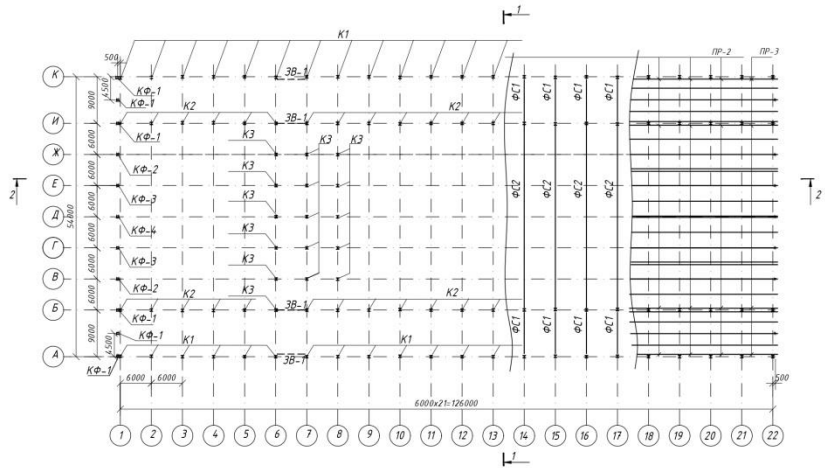
Профліст С 44 t=0,7
Утеплювач "ISOVER" OL-P 150-мм
загорнутий в плитку ТС-рукав-150мм
Профнастиль Н75-750-0,9 -75мм
Профнастиль Н75-750-0,9 -75мм
Профнастиль Н75-750-0,9 -75мм

4 М 1:10



НАЧ 2022 102/1					
Львівський комплекс у м. Іршава, Київської області					
№	Підпис	Дата	Стаття	Лист	Листів
Виконав	Іванченко О.І.		Архітектурно-планувальне	ДР	3
Керував	Барабаш М.С.		рішення		6
Конструював	Барабаш М.С.				
Перевірив	Барабаш М.С.		Розрізи 1-1, 2-2, План покрівлі М1:400, Конструктивні вузли 1 М1:10, 2 М1:10, 3 М1:25, 4 М1:10		
Заб.кар.	Ланченко О.І.				ФАБД № ЦБ-405

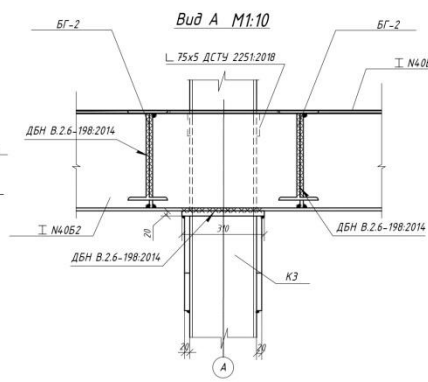
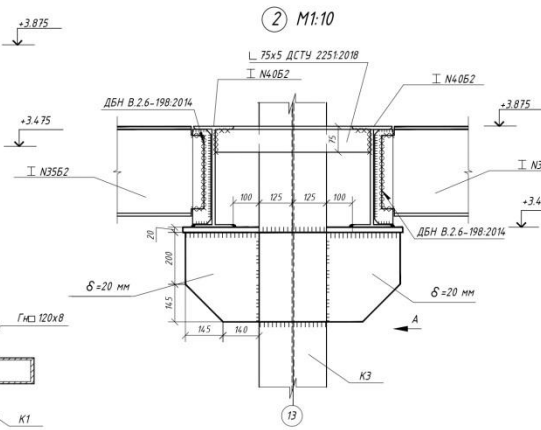
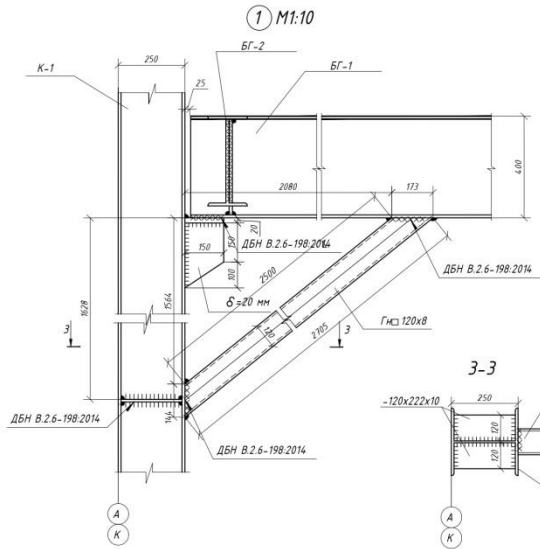
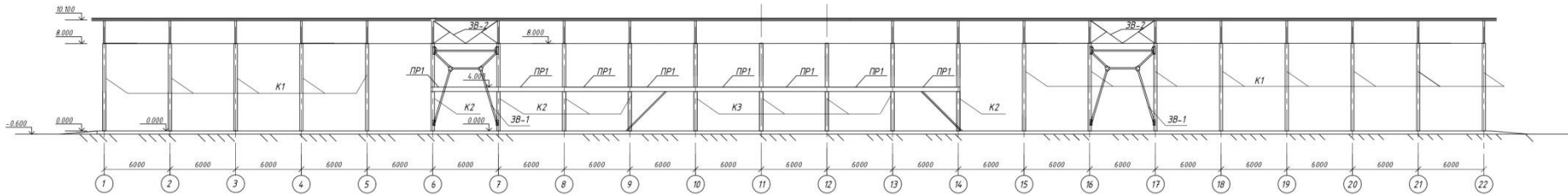
Маркувальна схема колон, зв'язей, ферм і прогонів



Відомість елементів

Марка	Переріз			Опорні зусилля			Марка сталі	Примітка
	Екві	Поз	Склад	N, кН	M, кНм	Q, кН		
КФ-1	□		ГЛ 200x160x8					С245
КФ-2	□		ГЛ 200x160x8					С245
КФ-3	□		ГЛ 200x160x8					С245
КФ-4	□		ГЛ 200x160x8					С245
К-1	I							С235
К-2	I							С235
К-3	I							С235
ФС1								С255
ФС2								С255
ЗВ-1								ВСт3сп5
ЗВ-2								ВСт3сп5
Бз-1	I		I N40Б2					С245
Бз-2	I		I N35Б2					С245
ПР-1	C		C N24					С245
ПР-2	C		C N24					С245
ПР-3	C		C N24					С245

2-2



Умовні позначення

- Δ кутовий шов односторонній
- + отвір
- шшш заводський зварний шов
- хххх монтажний зварний шов

				№ 01 2022 19/21		
Лекційний комплекс у м. Ірпів Київської області						
Виконав	ТВ	Підп.	Дати	Конструкторський рішення	Стар.	Лист
Кирилюк	Боголюб М.С.				ДР	4
Конструктор	Боголюб М.С.					6
Маркетинг	Боголюб М.С.					
Заб.кар.	Валенко О.І.					
				Маркувальна схема колон, зв'язей, ферм і прогонів, Розриси 1.1, 2.2, Відомість елементів, Вузли 1, 2 М1:10, Вид А М1:10		
				ФАБВ ар. ЦБ-405		

