

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет (ННІ) Конструювання та дизайну

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри

_____ (назва кафедри)

_____ ЯКОВЕНКО І.А.
(підпис) (ПІБ)

“ _____ ” _____ 20__ р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
(ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ БАКАЛАВРА)

на тему Проектування промислової будівлі з виробництва бетонних блоків
м. Житомир _____

Спеціальність 192 “Будівництво та цивільна інженерія”

_____ (код і назва)

Гарант освітньої програми

Кандидат технічних наук, доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

ДМИТРЕНКО Є.А.
(ПІБ)

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи
(Керівник дипломного проєкту бакалавра)

Кандидат технічних наук, доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

КОСТИРА Н.А.
(ПІБ)

Виконав

_____ (підпис)

СОСЮРА А.В.
(ПІБ студента)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет (ННІ) Проектування промислової будівлі з виробництва бетонних блоків м. Житомир

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)
“ ” 20 р.

ЗАВДАННЯ
на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту
(на виконання дипломного проєкту бакалавра студенту)

Сосюра Андрій Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 192 “Будівництво та цивільна інженерія”

(код і назва)

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи (дипломного проєкту бакалавра) Проектування промислової будівлі з виробництва бетонних блоків м. Житомир

затверджена наказом ректора НУБіП України від “ 16 ” 12 2025 р. №2264”С”

Термін подання завершеної роботи (проєкту) на кафедру 05.2025

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи (дипломного проєкту бакалавра)

Розробити промислову будівлю з виробництва бетонних блоків

Перелік питань, які потрібно розробити:

Перелік графічних документів (за потреби) Архітектурна частина, розрахункова частина
технологія і організація, календарний
план

Дата видачі завдання “ ” 20 р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи
(Керівник дипломного проєкту бакалавра)

(підпис)

КОСТИРА Н.А.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

СОСЮРА А.В.
(прізвище та ініціали студента)

Зміст

1.	Архітектурно-будівельний розділ.....	4
1.1.	Вихідні дані.....	4
1.2.	Об'ємно-планувальні рішення.....	5
1.3.	Конструктивні рішення.....	5
1.4.	Допоміжні приміщення.....	7
1.4.1.	Санітарно-побутове обслуговування.....	8
1.4.2.	Охорона здоров'я.....	8
1.4.3.	Культурне обслуговування та управління.....	9
1.4.4.	Громадське харчування.....	9
1.5.	Спеціальні заходи і роботи.....	9
1.5.1.	Заходи з вибухо- та пожежної безпеки.....	9
1.5.2.	Захист будівельних конструкцій від корозії.....	10
1.5.3.	Захист від шуму і вібрації.....	11
1.5.4.	Природне освітлення.....	11
1.5.5.	Заходи пов'язані з будівництвом в особливих умовах.....	11
1.6.	Інженерне забезпечення.....	12
1.6.1.	Система водопостачання.....	12
1.6.2.	Система каналізації.....	12
1.6.3.	Система опалення.....	13
1.6.4.	Система вентиляції.....	13
1.6.5.	Забезпечення електроенергією.....	14
1.6.6.	Засоби пожежогасіння.....	14
1.7.	Техніко-економічні показники.....	14
1.8.	Технічні і розрахункові дані. Дотримання норм і правил....	15
1.9.	Зовнішнє оздоблення будівлі.....	16
2.	Технологічна карта на фундаменти.....	18
2.1.	Область застосування.....	18

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

»

2.2.	Організація та технологія виконання робіт.....	18
2.3.	Вимоги до якості та прийомки робіт.....	21
2.4.	Калькуляція затрат праці, машинного часу.....	27
2.5.	Графік виконання робіт.....	28
2.6.	Матеріально-технічні ресурси.....	28
2.7.	Охорона праці.....	29
2.8.	Техніко-економічні показники	31
3.	Календарний план будівництва.....	32
3.1.	Описання календарного плану.....	32
3.2.	Визначення номенклатури та обсягів робіт.....	33
3.3.	Відомість визначення номенклатури і об'ємів робіт по будівництву.....	36
3.4.	Вибір монтажного крану	39
3.5.	Відомість підрахунку трудовитрат, машиновитрат та потреб в матеріалах.....	40
3.6.	Забезпечення будівництва конструкціями та будівельними матеріалами.....	44
3.7.	Механізація будівництва.....	45
3.8.	Розрахунок ТЕП календарного плану.....	45
4.	Розрахунково-конструктивний розділ.....	46
4.1.	Побудова інженерно-геологічного розрізу.....	46
4.2.	Визначення напружень від власної ваги ґрунту.....	54
4.3.	Визначення вертикальних напружень у масиві ґрунту при дії зовнішніх навантажень.....	56
4.4.	Визначення розрахункового опору ґрунту та розмірів подошви фундаменту в плані.....	58
4.5.	Розрахунок осідання фундаментів методом пошарового підсумування.....	61

						Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

”

4.6. Конструювання фундаменту.....	79
4.7. Розрахунок металеві ферми.....	79
4.7.1. Компонування ферми.....	79
4.8. Статичний розрахунок ферми.....	80
4.9. Підбір перерізів елементів ферми.....	89
4.10. Проектування вузлів ферми.....	91
4.10.1. Проміжні вузли ферми.....	91
4.10.2. Опорний вузол ферми.....	93
4.10.3 Монтажний стик ферми.....	95
Використана література.....	99

						Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

”

1 Архітектурно-будівельний розділ

1.1 Вихідні дані

Промислова будівля з виробництва бетонних блоків запроєктована у місті Житомир.

Споруда, що проектується, знаходиться в II кліматичному районі [1].

Сейсмічність району будівництва оцінюється в 5 балів [1].

Розрахункові температури зовнішнього повітря [1]:

- Найбільш холодної п'ятиденки – 220;
- Середньо-місячна температура за липень +250 С;
- Будівельна кліматична зона II по ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 [1]
- Абсолютна мінімальна температура – 220 С;

Переважаючі вітри протягом року:

січень: південно-східні – 26%

липень: північно-західні – 16%, західні і північно-східні – 15%

Нормативний швидкісний напір вітру для висоти над поверхнею землі до 10 метрів прийнятий по ДБН В.1.2-2:2006 [2]
Для III вітрового району 34 кгс/м²

Нормативна вага снігового покриву на 1 м² горизонтальної поверхні землі прийнятий по ДБН В.1.2-2:2006 [2] для Житомиру 146 кгс/м².

Майданчик для будівництва підприємства відноситься до несейсмічної зони. Розрахункова сейсмічність 5 Балів. Проектуємий майданчик, відповідно до проекту заходів охорони від шкідливого впливу гірничих виробок.

Нормативна глибина сезонного промерзання ґрунту по ДСТУ-Н Б В.1.1-27:201 [1] складає 1.1 м. Глибина промерзання ґрунту по даним інженерних вишукувань 1м.

Основою фундаментів споруд слугує суглинок льосовидний, макропористий, твердий, непросідний з наступними розрахунковими характеристиками $\gamma = 1.75 \text{ тс/м}^3$, $\gamma_{\text{в}} = 0.23 \text{ кгс/см}^2$, $\alpha = 21$, $E = 130 \text{ кгс/см}^2$.

						Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

”

Встановлений рівень підземних вод зафіксований на абсолютних відмітках 168.9-171.95м.

Розрахунковий рівень підземних вод прийнятий на глибині 1.2м від планувальної відмітки землі.

Будівництво споруд на майданчику ведеться під захистом водопониження.

1.2 Об'ємно-планувальні рішення

Згідно з вимогами до оптимальної організації технології виробництва, архітектурно-планувального завдання, врахуванням містобудівельних умов і характеру оточуючої забудови об'ємно-планувальні рішення передбачають будівництво комплексу, що складається з виробничо-адміністративно-побутового корпусу, підсобно-виробничого корпусу прохідного пункту та інших споруд і будівель інженерного забезпечення.

Виробничо адміністративний корпус являє собою споруду розміром 33,3x108 м. Споруду в плані розбито на два температурно- деформаційних блока.

Відмітка найвищої частини будівлі +14.900 м. За умовну відмітку 0.000 прийнята відмітка чистої підлоги першого поверху, що відповідає абсолютній відмітці 159.15.

У виробничій частині розміщені цехи виготовлення бетонних блоків та склади. В адміністративно-побутовій частині розміщені виробничі майстерні, санвузол, їдальня та кімнати для відпочинку працюючих.

Планувальна структура адміністративно-побутової частини споруди побудована таким чином, щоб було зручно виконувати технологічні процеси по виготовленню бетонних блоків. Водночас побутові приміщення розташовані у віддаленій частині для запобігання розповсюдження побутових шкідливих речовин виробництва на працюючих під час обідньої перерви..

В будівлі передбачено сходинокві клітини в осях “15”-“16”та “18”-“19”.

						Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Конструктивні рішення

Будівля в плані має розмірами в осях 1-19 – 108,0 м, А-Г – 33,3 м. Несучий каркас будівлі виконується із металевих конструкцій конструкцій. Металеві колони кріплять до фундаментів за допомогою анкерних болтів. Колони для естетичного вигляду обшиваються коробкою з гіпсокартону.

Фундаменти прийняті монолітні стовбчасті під окремі колони та пілони каркасу. У виробничій частині будівлі запроектована кран-балка загальною вантажопідйомністю 10 тон. Армування фундаментів виконується з арматури А400СØ16, А400СØ12 та А400СØ10. Сітки арматурних каркасів виконуються згідно креслень робочого комплекту.

Сітка колон прийнята 6х9 м в побутовій частині та 6х24 у виробничій частині будівлі. Каркас будівлі складається з поперечних рам утворених защемленими в фундаменти колонами і шарнірно опираючимися на колони фермами та металевими прогонами. Металеві ферми мають проліт 24 м.

В повздовжньому та поперечному напрямках жорсткість каркасу надають диски жорсткості. Діафрагми приварюють до колон, а стики замонолічуються.

Цегляну кладку сходових кліток виконувати з глиняної цегли КРПв-1/100/1650/35 ДСТУ Б В.2.7-61-97 на розчині М75. Кладку цегляних стін товщ. 380 мм і 250 мм армувати арматурними сітками Ø 4 ВрІ з вічком 50х50 мм через 5 рядів кладки по висоті.

Внутрішні стіни товщ 300 мм, перегородки товщ. 200 і 100 мм. прийняти із газобетонних блоків 600 кг/м³ по ДСТУ Б.В.7-45-96. Перегородки завтовшки 125мм виконувати гіпсокартонними з металевим каркасом та утеплювачем із плит "ROCKMIN" або "DELTAROCK" системи "KNAUF" на еластичних звукоізоляційних підкладках d=2мм. У коридорах перегородки виконати з гіпсокартону (ГКЛО).

Захисні коробки інженерних комунікацій виконати з гіпсокартону (ГКЛО). У місцях ревізій передбачити лючки. Приміщення тамбуру входу утеплити с

						Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

» внутрішньої сторони плитами "PANELROCK" товщ. 80мм з наступним оштукатурюванням цементно-піщаним розчином по металевій сітці. Перегородки кабін санвузлів виконати з вологостійкого ДСП з ламінатним покриттям заввишки 2,1м (68,0 м²).

Вікна прийняті одиночні і мають жалюзійні решітки в венкамерах для притоку свіжого повітря. Двері в будинку прийняті іскростійкі. Ворота обладнуються комплектом приладів для ручного відкривання з тепловою завісою.

Сходиноква клітина збірно-монолітна і складається з маршу і площадки, які кріпляться шляхом зварювання закладних деталей і замонолічування швів.

1.4 Допоміжні приміщення

Санітарно-побутові приміщення та влаштування запроектованих у відповідності з чисельністю працюючих на виробництві і враховують вимоги ДБН В.1.2-4:2019 [3].

Вказані приміщення та влаштування у складі гардеробних, душових з перед душовими, вмивальних, кладових одягу та санвузлів розташовуються в адміністративно-побутовій частині корпусу по шляху руху працюючих на виробництві.

Спосіб зберігання одягу у гардеробних прийнятий з самообслуговуванням у закритих шафах.

Для зберігання, сушки та обчищення прибирального інвентарю запроектовані господарські кладові, обладнані мийками з холодною та гарячою водою.

Спосіб зберігання одягу у гардеробних прийнятий з самообслуговуванням у закритих шафах.

						Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

»

Для забезпечення працюючих питною водою передбачені автомати з газованою водою розташовані на 3,4,5,6 поверхах адміністративно-побутової частини біля сходової площадки та переходу до виробничої частини.

Для зберігання, сушки та обчищення прибирального інвентарю запроектовані господарські кладові, обладнані мийками з холодною та гарячою водою.

1.4.1. Санітарно-побутове обслуговування

В будівлі запроектовані такі приміщення санітарно-побутового обслуговування: туалети, умивальні, приміщення для зберігання, сушки та очистки індивідуального інвентарю.

Душові площею 8,4 м² запроектовано виходячи із наступних умов:

- розміри відкритих душових кабін в плані прийнято 0,9x0,9 м.
- ширина проходу між рядами душових кабін прийнята не менше 1,5 м.
- поруч з душовими передбачені перед душові для обтирання тіла, які обладнуються вішалками з гачками із розрахунку 2 гачки на одну душову сітку, розташованих через 0,2 м, а також лавами шириною 0,3 м і довжиною 0,4 на одну душову сітку.

Санвузли обладнуються напільними чашами, розташованими в окремих кабінах розміром в плані 1,2x 0,8 м. Чоловічі санвузли додатково обладнуються пісуарами.

Всі гардероби і санвузли обладнуються умивальними кранами, які розраховуються за кількістю працюючих в найбільш багаточисельну зміну.

1.4.2. Охорона здоров'я

Для охорони здоров'я в будинку запроектована витяжка в приміщеннях для куріння, пристрої примусової відчистки повітря за допомогою вакуум насосних. В цехах стеля виконується підвісною, обладнання

						Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

»
встановлюється на звуко- і віброізолюючі прокладки, що допомагає запобігти шкідливому впливу шуму на органи слуху людини.

Основний цех має звукопоглинальні куліси для поглинання шуму від виробничих шумів.

Приміщення для особистої гігієни жінок розміщується поряд з жіночими убиральнями з влаштуванням загального тамбура.

Виробничий процес виконується в дві зміни. Кожна зміна продовжується вісім годин. Так як в цеху дуже багато шкідливого для здоров'я шуму, то через кожну годину роботи встановлено п'ятихвилинну перерву, а після 4 годин праці роблять обідню перерву тривалістю одна година.

Кожен працівник допускається на роботу тільки після проходження інструктажу з техніки безпеки.

1.4.3 Культурне обслуговування та управління

У адміністративній частині будівлі розташоване приміщення для начальника цеху. На другому поверсі для відпочинку робітників передбачується червоний куточок.

До виробничого корпусу примикає адміністративно-побутовий корпус, де працюють робітники інженерно-технічного складу.

1.4.4 Громадське харчування

На території будівлі запроектовано їдальню на 300 місць. Обідня перерва триває одну годину: у першу зміну – з 12.00 до 13.00, у другу зміну – з 20.00 до 21.00.

1.5 Спеціальні заходи і роботи

1.5.1 Заходи з вибухо- та пожежної безпеки.

Категорія виробництв з пожежної безпеки та ступінь вогнестійкості будівель та споруд прийняті згідно ДБН В.1.1-7:2016 [4].

						Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

”

В будівлі передбачені такі заходи:

- перегородки, розділяючи приміщення з категоріями А,Б та В, а також відділяючи ці приміщення від шляхів евакуації (коридорів) передбачені протипожежні з межею вогнестійкості 0,75 години;
- для приміщення з виробництвами категорії А прийняті легко скидні огорожуючі конструкції (вікна) загальною площею 4,3м² прийняті з розрахунку відповідно нормативним вимогам;
- тамбур-шлюзи між вибухонебезпечними приміщеннями категорії А і іншими приміщеннями, а також шляхами евакуації;
- двері приміщень категорій А та В з виходом в приміщення з виробництвом категорії В, запроектовані протипожежними з межею вогнестійкості 0,6 години;
- виходи зі сходових клітин в приміщеннях з виробництвами категорії В на усіх поверхах передбачені через тамбур-шлюзи;
- виходи на дах запроектовані зі сходів.

1.5.2 Захист будівельних конструкцій від корозії.

Робочим проектом передбачається комплекс заходів з захисту будівельних конструкцій від агресивного впливу навколишнього середовища.

Захист фундаментів і стін приямків від дії агресивних вод здійснюється виконанням їх з бетону на сульфатостійкому або шлакопортландцементі.

Додатковий захист несучих та огорожуючих конструкцій будівель та споруд передбачено за рахунок виконання відповідних гідроізоляційних та антикорозійних робіт.

Горизонтальну гідроізоляцію стін виконати на отм. 0,030 товщиною 30мм з цементно-піщаного розчину складу 1:2 з ущільнювальними домішками (алюмінат натрію), рідке скло та ін.

Дерев'яні двері в агрегатну, зарядну, вакуумнасосну та вентиляційну оббиті металевими листами з алюмінію по асбестно-цементному полотну.

									Арк.
									13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

”

Захист дерев’яних конструкцій від загнивання в дверях здійснюється за допомогою фарбування масляною фарбою за два рази.

Металеві прогони, колони та ферми оштукатурюються ґрунтом та покриваються вогнетривкою емаллю.

1.5.3 Захист від шуму і вібрації

Заходи по зниженню шуму і вібрації на робочих місцях прийнятої згідно рекомендацій ДБН В.1.2-10:2021 [5].

Технологічне обладнання є маловіброактивним, тому фундаменти під нього непотрібні, а зменшення рівня вібрацій і шуму буде досягтися за рахунок встановлення під технологічне обладнання спеціальних віброізоляторів. Вентиляційні пристрої встановлюються в спеціальних окремих приміщеннях з влаштуванням звукоізоляції по стінах. Вентиляційні насоси встановлюються на металеві пружини. У побутових приміщеннях влаштовуються підвісна стеля з гіпсокартонних плиток, що поглинають звук.

1.5.4 Природне освітлення

Всі приміщення з постійним перебуванням людей, де глибина приміщення дозволяє забезпечити нормативний коефіцієнт освітлення проектується з природнім боковим одностороннім і двостороннім освітленням. Розташування і розміри віконних прорізів визначаємо з врахуванням раціонального освітлення і економії електроенергії. В приміщеннях, де неможливо влаштувати природне освітлення використовуємо штучне освітлення лампами накаливання. Вікна запроектовані одинарними, металопластикові, з площею вікон від 1,49 м².

						Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

”

1.5.5 Заходи пов'язані з будівництвом в особливих умовах

При середньодобовій температурі повітря до -15°C роботи в зимових умовах виконувати шляхом заморожування. При зниженні температури нижче -15°C для забезпечення міцності кладки вводити в розчин добавки згідно з вимогами СНіП. Марки розчину приймати на порядок вище, ніж при роботі в літніх умовах.

На будівництві повинен систематично проводитись контроль міцності цегли та розчину для конструкцій.

1.6 Інженерне забезпечення

1.6.1 Система водопостачання

Джерелом водопостачання виробництва служить кільцевий водопровід $\varnothing 200$ мм та $\varnothing 250$ мм, що приходять поруч із будівлею, що проектується.

На площадці запроектовані дві роздільні системи:

- господарсько-питний виробничий водопровід;
- протипожежний водопровід.

Для безперебійного водопостачання промислової будівлі з виробництва бетонних блоків передбачені два з'єднаних між собою введення $\varnothing 150$ мм.

Для збереження добового запасу питної води запроектований резервуар ємністю 250 м^3 по типовому проекту і водопровідній насосній станції .

Для збереження протипожежного запасу води зовнішнє, внутрішнє й автоматичне пожежегасіння запроектовані два пожежних резервуари ємністю по 250 м^3 кожний.

1.6.2 Система каналізації

В будівлі передбачені сітки каналізації: побутова, промислова.

Побутові стоки від санвузлів, побутових приміщень, надходять закритою сіткою каналізації в внутрішньо майданчикові сіті. Промислові стоки від промивки кондиціонерів, мийки та їдальні відповідають по забрудненню

						Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

” умовам біологічної чистки та відводяться закритою сіткою в внутрішню майданчикову каналізацію.

Відвід стоків з майданчика будівлі передбачається у дублюючій колектор, діаметр проектуючої сітки Ø500мм. Дощові стоки відводяться з майданчика відкрито по спланованій поверхні.

1.6.3 Система опалення

Опалення основних промислових цехів приймається централізовано з місцевими нагрівальними пристроями-радіаторами МС-140. В допоміжних та адміністративно-побутових приміщеннях опалення передбачається конвекторами. Тип конвекторів уточнюється при узгодженні конструкції та матеріалів.

Система опалення прийнята з верхньою розводкою вертикальними однотрубними стояками.

В промислових та інших цехах передбачається комбінована система опалення: чергове опалення нагрівальними пристроями та повітряне опалення від системи кондиціонування повітря.

Джерелом теплопостачання є квартальна котельня.

1.6.4 Система вентиляції

В цехах передбачається кондиціонування повітря. Обробка повітря в камері зрошення проводиться по адіабатичному циклу, к установці прийняті вентиляційно- зволожуючі установки ВУЧ-40М та ВУУ-60М.

В якості повітрярозподільвачів прийняті ежекційні центробіжні повітрярозподільвачі типу “ВЭЦ”.

В інших приміщеннях передбачається приточно-витяжна загально обмінна та місцева вентиляція, направлена на підтримку нормованих по санітарно-гігієнічним вимогам параметрів повітряного середовища.

						Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

”

Подача повітря в промислових приміщеннях прийнята “зверху-вверх” та “зверху-вниз” повітророзподільвачами.

Витяжні системи з промислових приміщеннях мають очистку повітря від пилу на рулонних фільтрах.

Розміщення кондиціонерів, вентагрегатів, фільтрів та іншого вентиляційного обладнання, передбачено в спеціальних приміщеннях.

Системи вентиляції монтуються з кровельної оцинкованої та чорної сталі. Воздуховоди з чорної кровельної сталі підлягають фарбуванню масляною фарбою за 2 рази.

1.6.5 Забезпечення електроенергією

Електрозабезпечення будівлі забезпечується від підстанції 110/6 кВ на напрузі 6 кВ по двох кабельних лініях.

Проектом передбачене висвітлення проходів і проїздів на площадці, а так само охоронне висвітлення по периметру.

Світильники зовнішнього висвітлення типу СВР-125 і РКУ01х400 з лампами ДРЛ установлюються на металевих і залізобетонних опорах.

Керування зовнішнім висвітленням централізоване і здійснюється з кімнати вахтера.

1.6.6 Засоби пожежогасіння

Передбачуються заходи по внутрішньому та зовнішньому пожежогасінню, витікаючи з категорії виробництв та степені вогнестійкості споруд.

Для забезпечення пожежного захисту передбачається комплекс протипожежних заходів згідно вимог ДБН В.1.1-7:2016 [4]:

-внутрішнє пожежогасіння- пожежними кранами з витратами - 10л/с в виробничому корпусі та 2,5 л/с –в допоміжному.

-зовнішнє пожежогасіння – з зовнішньої кільцевої сіткою високого тиску, витрати 30 л/с.

						Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо ширину проміжної площадки $C_1=1500$ мм. Повна довжина сходової клітини :

$$A = a + C_1 + C_2 = 3000 + 1500 + 1500 = 6000 \text{ мм}$$

Для сполучення між поверхами та з метою евакуації запроектовані сходи, які складаються із сходових площадок та маршів. Сходові марші прийняті за серією 1.151-1, виконуються із важкого бетону В25; армуються зварними сітками і каркасами. Робоча арматура сіток із сталі класу А-III.

Сходові площадки прийняті за серією 1.152-3, виготовляються із бетону класу В25. Армуються аналогічно маршам. Сходи двох маршові з уклоном 1:2. Сходові майданчики опираються на несучі стіни і кріпляться скобами до стін.

Огородження маршів виконується висотою 90 см з металевих стійок, решіток та полівінілхлоридного поруччя. Кріплення стійок виконується за допомогою закладних елементів маршу. Поручень одягається на металеву стрічку в розігрітому стані.

Дотримання норм і правил

Даний проект виконаний у відповідності з діючим на території України нормами, правилами і стандартами і в ньому передбачені рішення, які забезпечують вибухо- та пожежобезпеку при дотримання відповідних правил виробництва робіт і правил експлуатації затверджених у встановленому порядку.

1.10. Зовнішнє оздоблення будівлі

						Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

»

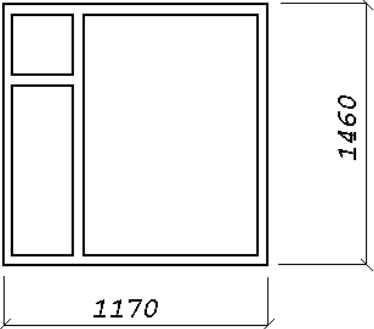
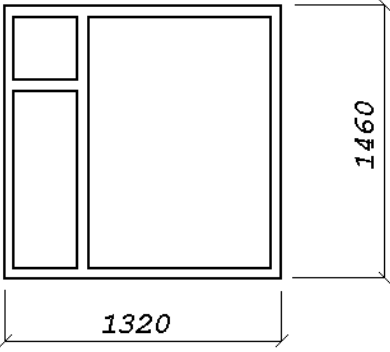
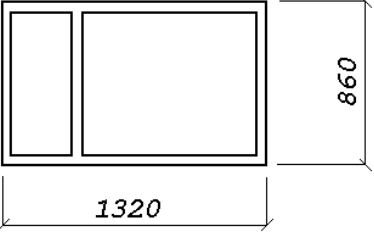
Світлопрозорі огороження прорізів у зовнішніх стінах заповнюють металопластиковими віконними блоками з подвійним застосуванням.

Прорізи стін кріпляться до дерев'яних антисептованих коробок.

Віконні блоки складаються з віконних коробок і застосованих рам. Коробки в стінах кріпляться за допомогою йорщиків. Перед установкою коробки антисептують і обмотують толем. Зазор між коробкою і стіною ретельно законопачують і відкоси заштукатурюють.

Двері щитової конструкції одно- та двостулкові, застосовані та глухі. Дверна коробка кріпиться аналогічно віконній. Щілина між дверною коробкою та перегородкою закривається наличником.

Класифікація вікон

/п	Найменування, розміри	Серія	Область застосування
		[6]	Фасад виробничого окорпусу
		[6]	Фасад виробничого окорпусу
		[6]	Адміністративні приміщення

--	--	--	--

Зовнішнє заповнення це тришарова конструкція, що складається з двох шарів оцинкованої листової сталі, покритої полімером, і шару ізоляції між ними.

Сендвіч-панелі мають високу теплоізоляційну характеристику, що дозволяє використовувати їх для зменшення товщини перегородок або стін у будівництві. Крім того, вони легші, ніж бетонні або цегляні стіни. Це зменшує вагу всієї конструкції. Таким чином, ви можете заощадити гроші, використовуючи полегшений фундамент, не потребуючи спеціального підйомного обладнання або додаткових інструментів.

2 Технологічна карта на фундаменти

2.1. Область застосування

Технологічна карта розроблена на влаштування монолітних залізобетонних фундаментів (влаштування опалубки, виконання арматурних робіт, бетонування конструкцій).

В склад робіт, що розглядаються картою входять:

- Підготовчі роботи;
- Влаштування підбетонки;
- Встановлення опалубки;
- Армування фундаменту;
- Монтаж розбірно-переставної опалубки та сталевих опалубних форм;
- Бетонування фундаментів за допомогою крана та бадді, бетоноукладача або бетононасоса;
- Демонтаж опалубки.

1.2. Організація та технологія виконання робіт

Арматурні роботи

До монтажу арматури фундаменту мають бути виконані такі роботи:

						Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

»

- розбивка осей і влаштування бетонної підготовки;
- доставка і складування в зоні дії монтажного крана необхідної кількості арматурних елементів;
- підготовка до роботи такелажного оснащення, інструменту та електрозварювальної апаратури.

Монтаж арматури починається з розмітки місць, розкладки сіток плитної частини фундаменту і встановлення фіксаторів із кроком 1 м для створення захисного шару бетону.

Армування проводиться уніфікованими сітками, виготовленими в заводських умовах на багатоточкових контактних машинах.

Підколінок армується просторовим каркасом, який встановлюють у проектне положення за допомогою крана.

Збірка просторових каркасів проводиться на складальному майданчику. Спочатку встановлюють дві вертикальні сітки, які закріплюють тимчасовими розтяжками.

Для створення захисного шару бетону встановлюють фіксатори, виготовлені з пластмаси, і залишають їх у бетоні.

Роботи з монтажу арматури виконує ланка з чотирьох осіб: арматурники 3 розряду (1 чол.) і 2 розряду (2 чол.), і електрозварник 5 розряду

Приймання змонтованої арматури здійснюється до встановлення опалубки і оформляється актом огляду прихованих робіт. В акті приймання змонтованих конструкцій мають бути вказані номери робочих креслень, відступи від креслень, оцінка якості змонтованої арматури; після встановлення опалубки дають дозвіл на бетонування.

Опалубочні роботи

До початку робіт з монтажу опалубки мають бути виконані такі роботи: встановлення арматурних сіток і каркаса; перевірка комплектності завезеної опалубки; укрупнювальне складання щитів.

						Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

»

Елементи опалубки, що надійшли на будівельний майданчик, розміщують у зоні дії крана. Усі елементи опалубки повинні зберігатися в положенні, відповідному транспортному, розсортовані за марками і типорозмірами. Великі складальні одиниці зберігаються на закритих складах або під навісом в умовах, що виключають їх псування; дрібні деталі - на складі в упакованому вигляді.

До початку монтажу розбірно-переставної опалубки металеві щити за допомогою притискних скоб збирають в опалубні панелі. Розміри панелей визначаються площею поверхонь фундаментів. На встановлених панелях монтують навісні майданчики з навісними сходами.

Роботи з монтажу розбірно-переставної опалубки виконує ланка з двох монтажників 4 і 3 розрядів.

Монтаж сталевих опалубних форм виконує також ланка з двох монтажників 4 і 3 розрядів.

Блоки збирають зі щитів за допомогою замкових стяжок. Зібраний блок встановлюють краном на центрувальні штирі рами опалубки башмачної частини фундаменту і закріплюють за допомогою фіксаторів. Блоки встановлюють один на одного до необхідної висоти. Потім на centruючі штирі верхнього блоку встановлюють вкладиш склянки і навішують підмостки.

Після досягнення бетоном необхідної міцності опалубку демонтують.

Бетонні роботи

До початку укладання бетонної суміші мають бути виконані такі роботи: перевірено правильність установлених арматури та опалубки; усунуто всі дефекти опалубки; перевірено наявність фіксаторів, які забезпечують потрібну товщину захисного шару бетону; прийнято за актом усі конструкції та їхні елементи, які ховають у процесі бетонування; очищено від сміття, бруду та іржі опалубку та арматуру; перевірено роботу всіх механізмів, справність пристосувань та інструментів.

						Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

”

Підбір і призначення складу бетону повинні здійснюватися будівельною лабораторією. Перевірка робочого складу бетону повинна проводитися шляхом пробного перекачування автобетононасосом бетонної суміші та випробувань бетонних зразків, виготовлених з відібраних після перекачування проб бетонної суміші.

Подавання бетонної суміші виконується бетоноукладачем з дотриманням таких вимог: завантажувати стрічку транспортера бетонною сумішшю слід якомога товстішим шаром; стрічка транспортера повинна бути обладнана бортовою огорожею, закріпленою на рамі транспортера; найбільший кут нахилу транспортерної стрічки не повинен перевищувати 18°.

Бетоноукладач обслуговує оператор 5 розряду.

Укладання бетону у фундаменти здійснюють у три етапи: бетонування першого ступеня черевикової частини; бетонування другого ступеня черевикової частини; пошарове бетонування підколінка, а потім стінок склянки.

Перерва між етапами бетонування (або укладанням шарів суміші) має бути щонайменше 40 хвилин, але не більше двох годин.

За висоти підколінника понад 2 м рекомендується використовувати вертикальні ланкові хоботи.

Бетонна суміш укладається шарами товщиною від 30 до 40 см. Ущільнення бетонної суміші здійснюють глибинними вібраторами. Робоча частина вібратора занурюється в раніше укладений шар бетону на 5-10 см. У кутах і біля стінок опалубки бетонну суміш додатково ущільнюють вібраторами або штикуванням ручними шуровками. Спирання вібраторів під час роботи на арматуру не допускається. Вібрування на одній позиції закінчується при припиненні осідання і появи цементного молока на поверхні бетону. Витягувати вібратор при перестановці слід повільно, не вимикаючи двигуна, щоб порожнеча під наконечником рівномірно заповнилася бетонною сумішшю.

2.2. Вимоги до якості та прийомки робіт

						Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

»

Операційний контроль якості арматурних робіт

Етапи робіт	Оперції, що контролюються	Метод контролю	Примітка
Підготовчі роботи	<p>Перевірити:</p> <ul style="list-style-type: none"> - наявність документа про якість; - якість арматурних виробів (за необхідності провести необхідні виміри і відбір проб на випробування); - якість підготовки і відмітки несучої основи; - правильність установки і закріплення опалубки. 	<p>Візуальний</p> <p>Візуальний, вимірювальний</p> <p>Те саме</p> <p>Технічний огляд</p>	Паспорт (сертифікат), загальний журнал робіт
Встановлення арматурних виробів	<p>Контролювати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - точність встановлення арматурних виробів у плані та за висотою, надійність їх фіксації; - величину захисного шару бетону. 	Технічний огляд усіх елементів	Загальний журнал робіт
Приймання виконаних робіт	<p>Перевірити:</p> <ul style="list-style-type: none"> - відповідність положення встановлених арматурних виробів проектному; - величину захисного шару бетону; - надійність фіксації арматурних виробів в опалубці; - якість виконання 	<p>Візуальний,</p> <p>вимірювальний</p> <p>Вимірювальний</p> <p>Технічний огляд</p>	Акт огляду прихованих робіт

Арк.

25

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

”	зварювання (в'язки) вузлів каркаса.	усіх елементів	
Контрольно-вимірний інструмент: відвіс, рулетка металева, лінійка металева			
Операційний контроль здійснюють: майстер (виконроб). Приймальний контроль здійснюють: працівники служби якості, майстер (виконроб), представники технагляду замовника.			

Операційний контроль якості опалубних робіт

Етапи робіт	Оперції, що контролюються	Метод контролю	Примітка
Підготовчі роботи	Перевірити: - наявність документа про якість на опалубку; - наявність ПВР на установку і приймання опалубки; - якість підготовки і відмітки несучої основи; - наявність і стан кріпильних елементів, засобів підмащування.	Візуальний Те саме Візуальний, вимірний	Паспорт (сертифікат), загальний журнал робіт (журнал бетонних робіт)
Збирання опалубки	Контролювати: - дотримання порядку складання щитів опалубки, установлення кріпильних елементів, засобів підмащування, заставних елементів;	Технічний огляд	Загальний журнал робіт, (журнал бетонних робіт)

						Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

”

	<ul style="list-style-type: none"> - щільність сполучення щитів опалубки між собою; - дотримання геометричних розмірів і проектних нахилів площин опалубки; - надійність кріплення щитів опалубки. 	<p>Вимірювальний, усіх елементів</p> <p>Те саме</p> <p>Технічний огляд</p>	
Приймання опалубки	<p>Перевірити:</p> <ul style="list-style-type: none"> - відповідність геометричних розмірів опалубки проектним; - положення опалубки відносно розбивних осей у плані та по вертикалі, у т.ч. позначення проектних відміток верху конструкції, що бетонується, усередині поверхні опалубки; - правильність установлення та надійність кріплення заставних деталей, а також усієї системи загалом. 	<p>Вимірювальний, усіх елементів</p> <p>Вимірювальний</p> <p>Технічний огляд</p>	Загальний журнал робіт, (журнал бетонних робіт)
Контрольно-вимірювальний інструмент: рулетка, відвіс будівельний, нівелір, теодоліт, лінійка металева.			
<p>Операційний контроль здійснюють: майстер (виконроб), геодезист - у процесі виконання робіт.</p> <p>Приймальний контроль здійснюють: працівники служби якості, майстер (виконроб), представники технагляду замовника.</p>			

Операційний контроль якості бетонних робіт

Етапи робіт		Оперції, що контролюються		Метод контролю	Примітка
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Арк.
					27

”

<p>Підготовчі роботи</p>	<p>Перевірити:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правильність установалення та надійність закріплення опалубки, підтримувальних риштувань, кріплень; - підготовленість усіх механізмів і пристосувань, які забезпечують виконання бетонних робіт; - відповідність відмітки основи вимогам проекту; - чистоту основи або раніше покладеного шару бетону та внутрішньої поверхні опалубки; - стан арматури та заставних деталей (наявність іржі, мастила тощо), відповідність положення встановлених арматурних виробів проекту; - стан арматури та закладних деталей (наявність іржі, мастила тощо), відповідність положення встановлених арматурних виробів проєктній схемі; - стан арматури, мастила, мастила; - стан арматури, арматурних виробів; - стан <p>Перевірити:</p>	<p>Технічний огляд</p> <p>Візуальний</p> <p>Вимірювальний</p> <p>Візуальний</p> <p>Технічний огляд, вимірювальний</p> <p>Вимірювальний</p>	<p>Загальний журнал робіт, акт огляду прихованих робіт</p>
--------------------------	--	--	--

									Арк.
									28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

”

Укладання бетонної суміші, твердіння бетону, розпалубка	<p>Контролювати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - якість бетонної суміші; - стан опалубки; - висоту скидання бетонної суміші, товщину шарів, що укладаються, крок перестановки глибинних вібраторів, глибину їхнього занурення, тривалість вібрації; - температурно-вологісний режим тверднення бетону; фактичну міцність бетону і строки розпалубки. 	<p>Лабораторний Технічний огляд Вимірювальний,</p> <p>2 рази на зміну</p>	Загальний журнал робіт
Приймання виконаних робіт	<p>Перевірити:</p> <ul style="list-style-type: none"> - фактичну міцність бетону; - якість поверхні конструкцій; - якість матеріалів і виробів, що застосовуються в конструкції; - геометричні її розміри, відповідність конструкції робочим кресленням. 	<p>Лабораторний Візуальний Те саме Вимірювальний</p>	Загальний журнал робіт, акт приймання виконаних робіт

Контрольно-вимірювальний інструмент: відвіс будівельний, теодоліт,

						Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

” рулетка, лінійка металева, нівелір, 2-х метрова рейка.
 Операційний контроль здійснюють: майстер (виконроб), інженер лабораторного поста - у процесі виконання робіт.
 Приймальний контроль здійснюють: працівники служби якості, майстер (виконроб), представник технагляду замовника.

2.3. Калькуляція затрат праці, машинного часу

Обґрунтування	Найменування робіт	Од. виміру	Об'єм робіт	Норма часу		Затрати праці
				Люд-зм	Маш-зм	
ЕНиР, § 1-5 п.1б	Розвантаження арматури з транспортних засобів	100 т	0,004	29,2 (14,6)		0,12 (0,06)
ЕНиР, § 5-1-1, п.3	Сортування і подача арматури до місця складування	1 т	0,382	0,7 (0,23)		0,27 (0,09)
ЕНиР, § 4-1-33, табл. 1, п. 1а	Встановлення сіток за допомогою крана	1 сітка	2	0,45 (0,112)		0,90 (0,22)
ЕНиР, § 4-1-33, табл. 2, п. б	Встановлення сіток масою до 50 кг вручну		3	0,25		0,75
ЕНиР, § 4-1-33 Б, табл. 2, п. а	Збірка каркаса. Встановлення вертикальних сіток	1 сітка	2	0,17		0,34
ЕНиР, § 4-1-33 Б, табл. 2, п. а	Встановлення горизонтальних сіток		5	0,17		0,85
ЕНиР, § 4-2-9, табл. 3, п. 1а, прим 4	Зварювання арматури	100 з'єдн.	0,2	0,36		0,07

						Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЕНиР, § 4-2-6, табл. 2, п. 4а	Монтаж каркаса	1т	0,087	11 (2,2)	0,96 (0,19)
	Разом на один фундамент Те саме, на 1 т встановлюваної арматури				4,26 (0,56) 11,15 (1,47)

2.4. Графік виконання робіт

Графік виконання робіт наведено в графічній частині проекту.

2.5. Матеріально-технічні ресурси

Найменування	К-ть, шт
1	2
Обладнання	
Трансформатор зварювальний	1
Випрямляч зварювальний	1
Полуавтомат зварювальний	1
Трансформатор понижуючий	1
Автобетононасос	1
Бетоноукладач	1
Електрифіковані інструменти	
Дриль універсальна	1
Фарборозпилювач	1
Електродотримач	1
Вібратор глибинний	2
Ручні інструменти	
Пила-ножівка поперечна	1
Сокира	1
Кліщі	2
Молоток теслярський	2
Ключ гайковий розвідний	2
Щітка сталева	2
Щітка махова	2
Лом	2
Конопатка	2
Кувалда ковальська гостроноса	2
Кусачки	2
Плоскогубці комбіновані	1
Молоток слюсарний з квадратним бойком	1
Ножичі по металу	1

Арк.

31

Зубило слюсарне 20х60	1
Лопата	2
Шуровка металева	1
Кельма	2
Гладилка	1
Контрольно-вимірювальні інструменти	
Метр складаний металевий	1
Шнур у корпусі	1
Відвіс будівельний	2
Рулетка металева	1
Рівень водяний будівельний	1
Рейсмус рейковий	1

2.6. Охорона праці

Під час виконання робіт необхідно дотримуватися правил техніки безпеки згідно з ДСТУ 2293:2014[7].

Для спуску в котлован робітників встановлюються драбини, які повинні утримуватися в справному стані.

Установлення опалубних щитів і укладання арматури повинні проводитися з робочих настилів, укріплених на відповідних опорах.

Монтаж арматури поблизу електропроводів, що перебувають під напругою, забороняється.

У разі великих обсягів робіт і використання бетононасосів необхідно зв'язати сигналізацією робочі місця моториста, який обслуговує бетононасос, і укладальників бетонної суміші. Тиск повітря під час пневматичного очищення бетонопроводів не повинен перевищувати 15 атм, при цьому робітники не повинні перебувати ближче 10 м від вихідного отвору бетонопроводу, біля якого необхідно встановлювати захисний похилий козирок. Подачу стисненого повітря необхідно вести з перервами 5-10 сек.

Перед початком укладання бетонної суміші виконавець робіт перевіряє правильність і надійність кріплення опалубки, підтримувальних пристроїв і робочих настилів.

									Арк.
									32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

”

Бетоняр зобов'язаний працювати у виданому йому спецодязі, спецвзутті та утримувати їх у справності. Крім того, він повинен мати необхідні для роботи запобіжні пристосування і постійно користуватися ними.

До початку роботи робочі місця і проходи до них необхідно очистити від сторонніх предметів, сміття і бруду, а в зимовий час - від снігу і льоду та посипати їх піском.

Працювати в зоні, де немає огорожень відкритих колодязів, шурфів, люків, забороняється. У темний час доби, крім огороження в небезпечних місцях, повинні бути виставлені світлові сигнали.

При недостатній освітленості робочого місця робітник зобов'язаний повідомити про це майстра.

Вкручувати і викручувати електричні лампи, що перебувають під напругою, і переносити тимчасову електропроводку бетонщику забороняється. Цю роботу повинен виконувати електрик.

Перебувати в зоні роботи підйомних механізмів, а також стояти під піднятим вантажем забороняється.

Бетонщику не дозволяється вмикати і вимикати механізми і сигнали, до яких він не має відношення.

Вмикати машини, електроінструменти та освітлювальні лампи можна тільки за допомогою пускачів рубильників тощо. Нікому з робітників не дозволяється з'єднувати і роз'єднувати дроти, що перебувають під напругою. За необхідності подовження проводів слід викликати електрика.

Щоб уникнути ураження струмом, забороняється торкатися погано ізольованих електропроводів, неогорожених частин електричних пристроїв, кабелів, шин, рубильників, патронів електроламп тощо.

Перед пуском устаткування слід перевірити надійність огорожень на всіх відкритих обертових і рухомих його частинах.

При виявленні несправності механізмів та інструментів, з якими працює бетоняр, а також їх огорожень, роботу необхідно припинити і негайно повідомити про це майстра.

						Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

”

При одержанні інструмента треба переконатися в його справності: несправний інструмент належить здати в ремонт.

Під час роботи з ручним інструментом (скребки, лопати, трамбування) необхідно слідкувати за справністю рукояток, щільністю насадки на них інструмента, а також за тим, щоб робочі поверхні інструмента не були збиті, затуплені тощо.

Працювати механізованим інструментом з приставних драбин забороняється.

Електрифікований інструмент, а також електропровід, що його живить, повинні мати надійну ізоляцію. При одержанні електроінструменту слід шляхом зовнішнього огляду перевірити стан ізоляції проводу. Під час роботи з інструментом треба слідкувати за тим, щоб живильний провід не був пошкоджений.

Після закінчення роботи механізований інструмент необхідно відключити від живильної мережі і здати в комору.

При піднесенні матеріалів-заповнювачів і бетонної суміші робітники повинні знати, що гранично допустимий вантаж:

для жінок 20кг

для підлітків жіночої статі 10кг

для підлітків чоловічої статі 16кг

Підлітки до 16 років до роботи по перенесенню важких предметів не допускаються.

2.7. Техніко-економічні показники

Найменування	Витрати праці, чол.- год	Виробіток на 1 людини на годину
Арматурні роботи	4,26	89,67 кг
Опалубні роботи		
Розбірно-переставна опалубка		

						Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

монтаж	9,22	1,56 м ²
демонтаж	4,21	3,42 м ²
Сталеві опалубні форми		
монтаж	6,64	2,16 м ²
демонтаж	2,62	5,50 м ²
Бетонні роботи		
Подавання бетонної суміші краном у бункерах	5,25	1,94 м ³
Подавання бетонної суміші автобетононасосом БН-80-20	2,39	4,27 м ³
Подавання бетонної суміші бетоноукладальником СБ-131	4,52	2,26 м ³

3. Календарний план будівництва

3.1. Описання календарного плану.

При проектуванні календарного плану необхідно дотримуватись вимог ДБН А.3.1-5:2016 [8], в яких вказано, що основні будівельні роботи об'єкта дозволяється розпочинати тільки після закінчення підготовчих робіт.

Підготовчі роботи повинні технологічно ув'язуватись з основними будівельними роботами.

Основні положення календарного плану:

- будівництво починається з прокладання постійних під'їзних шляхів до будівельного майданчика;

- в календарному плані передбачено виконання всіх видів робіт. Починаючи від підготовчих та закінчуючи благоустроєм зі здачею об'єкта в експлуатацію;

- роботи ведуться поточними методами;

					Арк.
					35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

”

- застосовуються найбільш продуктивні методи виконання робіт з максимально можливим та економічно доцільним ступенем механізації та із застосуванням комплексної механізації;

- тривалість будівництва не перевищує нормативну відповідно ДСТУ Б А.3.1-22:2013 [9];

- роботи максимально поєднані в часі без порушення технології будівельного виробництва та з дотриманням правил техніки безпеки на будівельному майданчику;

- прийняті методи виконання робіт забезпечують високу якість будівництва;

- загрузка робочих бригад та машин рівномірна та безперервна з раціональним використанням трудових та технічних ресурсів;

- роботи, що виконуються з застосуванням дорогих будівельних машин ведуться максимально швидко, так як від строку робіт цих машин залежить строк введення об'єкта в експлуатацію;

- зведення надземних конструкцій споруди дозволено виконувати тільки після улаштування підземних конструкцій та зворотної засипки траншей з подальшим ущільненням ґрунту.

3.2. Визначення номенклатури та обсягів робіт.

Земляні роботи:

1. Планування поверхні ґрунта

$$F_{пл} = 110 \cdot 35 + 12 \cdot 18 = 5.76 \text{ км}^2$$

2. Зрізка рослинного шару

$$V_{зр} = 576 \cdot 0.15 = 86,4 \text{ м}^3$$

3. Розробка ґрунту екскаватором

$$H_{\phi} = 0.3 + 2.9 = 3.2 \text{ м}$$

$$H_{тр} = 3,2 - 0,150 = 3,05 \text{ м}$$

$$l = H_{тр} \cdot m = 3.05 \cdot 0.67 = 2.0 \text{ м}$$

						Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

»

$$F_{mp} = \frac{(2,0 + 2l) + 2,0}{2} \cdot H_{mp} =$$

$$\frac{(2,0 + 2 \cdot 2,0) + 2,0}{2} \cdot 3,05 = 13,0 \text{ м}$$

$$l_{mp} = 326 \text{ м}$$

$$V_{mp} = 13,0 \cdot 326 = 4238 \text{ м}^3$$

4. Розробка ґрунту вручну

$$V_{ер} = 4238 \cdot 0,07 = 297 \text{ м}^3$$

5. Зворотня засипка ґрунта

$$V_{звор} = \frac{(V_{mp} + V_{ер}) - V_{ф}}{Кр.О} \quad V_{звор} = \frac{(4238 + 297) - 89}{1,05} = 4150 \text{ м}^3$$

6. Ущільнення ґрунту

$$F_{ущ} = 2,1 \cdot 241 = 510 \text{ м}^2$$

Відомість монтажних елементів та конструкцій.

Назва елемент а	Тип або норма	Од. ви м.	К- ть	Характеристика елемента					Потреба		Примітка
				Дов ж, м	Ши р, м	Вис. , м	Об'єм, м, м ³	Мас а, т	Об'єм, м ³	Маса , т	
Фундаменти	монолітні	шт	59	2,4	1,2	0,3	0,86	1,61	55,4	103,1	
Переми- чки	Б-31	шт	39	3,1	0,12	0,22	0,032	0,08	1,02	3,12	
	Б-19	шт	156	1,950	0,12	0,14	0,033	0,08	5,15	13,3	
	Б-24	шт	40	2,450	0,12	0,14	0,041	0,10	1,64	4,2	
	Б-15	шт	33	1,550	0,12	0,14	0,026	0,06	0,86	2,12	
	Б-13	шт	15	1,3	0,12	0,06	0,01	0,02	0,15	0,38	
	БП-24	шт	1	2,45	0,38	0,14	0,13	0,32	0,13	0,325	
	БП-15	шт	33	1,55	0,38	0,14	0,082	0,20	2,7	6,77	
Металев	метал	шт	59	12,5	0,8	1,2	12,0	14,5	12,4	15,1	
											Арк.
											37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

і колони	еві										
Ферми	метал еві	шт	13	24	2,5	1,3	8,0	19,2	8,3	19,4	
Прогони	метал еві	шт	19	9	0,8	0,4	2,7	3,7	2,75	4,0	

Таблиця 2. Відомість визначення об'ємів робіт по заповненню прорізів, їх скління і фарбування.

Тип прорізу	К-ть, шт	Розміри, м		Перим. м	Площа, м ²		Скління, м ²		Фарбув., м ²	
		Вис.	Шир.		Одн.	Заг.	Коеф.	Площа	Коеф.	Площа
Двері	3	2,1	1,5	7,2	3,2	95	-	-	1,7	16,1
Двері	12	2,1	1,0	6,2	2,1	25,2	-	-	1,7	42,8
Двері	15	2,1	0,9	6	1,89	28,4	-	-	1,7	48,2
Двері	8	2,1	0,7	5,6	1,5	11,8	-	-	1,7	20
Вікно	15	0,6	1,2	3,6	0,72	10,8	2	21,6	0,9	9,7
Вікно	10	0,6	2,7	5,5	1,6	16	2	32	0,9	14,4
Вікно	19	1,8	1,2	6	2,16	41	2	82	0,9	36,9
Вікно	10	1,8	2,7	9	4,9	49	2	98	0,9	44,1
Вікно	1	1,8	1,8	7,2	3,6	3,6	2	7,2	0,9	3,2

Відомість підрахунку об'ємів робіт по улаштуванню покриття підлог.

Вид покриття	Назва приміщення	Розміри, м	Площа, м	К-ть однак. приміщ.	Загальна площа	Примітка
Бетонна	Виробничі приміщення	12x4,8	57,6	3	172,8	

						Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	автосамосвали			
5	Розробка ґрунту вручну	Див. п.2.1.2.4	1000м ³	0,297
6	Ущільнення ґрунта	Див. п.2.1.2.5	1000м ²	0,51
7	Зворотня засипка	Див. п.2.1.2.6	1000м ³	4,15
	<u>II. Основи фундаментів</u>			
8	Бетонна підготовка	$1.6 \cdot 241 = 386 \cdot 0.1 = 39$	100м ³	0,39
9	Улаштування фундаментів		100 шт	0,64
10	Улаштування горизонтальної гідроізоляції	$1.6 \cdot 241 = 386$	100м ²	3,9
	Б. Надземна частина <u>III. Каркас</u>			
11	Монтаж колон		100м ³	613,052
12	Монтаж ферм та прогонів		100м ³	0,94
	<u>IV. Заповнення прорізів</u>			
13	Заповнення дверних прорізів		100м ²	0,8
14	Заповнення віконних прорізів		100м ²	1,2
	<u>V. Улаштування покрівлі</u>			
15	Улаштування пароізоляції	$F_{нар.} = 12 \cdot 9 = 108$	100м ²	1,08
16	Улаштування утеплювача з перли-тофосфогелевих плит	$F_{ут} = F_{нар}$	100м ²	1,08
17	Улаштування стяжки	$F_{ст} = F_{нар}$	100м ²	1,08
18	Улаштування захисного	$F_{рул.к.} = F_{нар} \cdot 4$	100м ²	7,2

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

	шару			
19	Улаштування покрівельних елементів	$18 \cdot 15 + 30 \cdot 12 = 630$	100м^2	6,3
	<u>VI. Підлога</u>			
20	Улаштування бетонної підлоги		100м^2	1,7
21	Улаштування підлоги з керамічної плитки		100м^2	1,9
22	Улаштування тех лінолеума		100м^2	0,7
23	Улаштування підлоги з лінолеума		100м^2	0,7
	<u>VII. Внутрішнє опорядження</u>			
24	Засклення вікон		100м^2	1,2
25	Оздоблення поверхні під покраску		100м^2	9,4
26	Налаштування обладнання		100м^2	9,4
	<u>VII. Зовнішнє опорядження</u>			
27	Опорядження фасадів		100м^2	16,6
28	Клейове фарбування	$F_n = F_{штук.}$	100м^2	16,6
	<u>IX. Різні роботи</u>			

						Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

29	Улаштування основи під вимощення	$V_{вим} = F_{вим} \cdot h$ $F_{вим} = (42 + 30 + 12 + 21 + 12 + 6 + 18 + 15) \cdot 1 = 156 м^2$ $V_{вим} = 156 \cdot 0,1 = 15,6 м^3$	м ³	16
30	Покриття вимощення асфаль-тобетонною сумішю	$F_{вим} = 156 м^2$	100м ²	1,6
<u>Х. Спеціальні види робіт</u>				
31	Опалення та вентиляція		100м ³	53,6
32	Водопровід та каналізація		100м ³	53,6
33	Електромонтажні роботи		100м ³	53,6
34	Слабкострумні роботи		100м ³	53,6

3.4. Вибір монтажного крану

Характеристика елементів.

- вага бадді з бетоном 3.16 т
- висота плити покриття 0.3 м
- вага ферми 19,2 т
- маса найважчого елемента 19,2 т

Визначення робочих параметрів крана.

$$tg\alpha = \sqrt[3]{\frac{2(h+1)}{b}}, \text{ де}$$

b – довжина підхвата-футляра (м),

h – висота від п'яти стріли крана,

$$h = h_o - h_{ш} = h_{зд} + h_{зax} - h_{ш} = 10,03 + 2,40 - 1,6 = 10,83 м$$

$$\text{Тоді } tg\alpha = \sqrt[3]{\frac{2(h+1)}{b}} = \sqrt[3]{\frac{2(10,83+1)}{1,32}} = 2,617 \Rightarrow \alpha = 69^{\circ}05'$$

Необхідна довжина стріли:

$$l = \frac{+1}{\sin \alpha} + \frac{b}{2 \cos \alpha} = \frac{10,83 + 1}{\sin 69^{\circ}05'} + \frac{19,2}{2 \cos 69^{\circ}05'} = 34,51 м$$

					Арк.
					42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

»
Необхідний виліт стріли для подачі піддонів з цеглою:

$$L = \frac{h+1}{\operatorname{tg}\alpha} + \frac{b}{2} + c = \frac{59,40+1}{2,617} + \frac{1,32}{2} + 1,5 = 28,68\text{ м}, \text{ де}$$

c – відстань від осі п'ятки шарніра стріли до осі повороту крана.

Необхідний виліт стріли при монтажі фундаментних плит:

$$L_n = 34,6\text{ м}$$

Потрібна висота підйому крюка крана при подачі вертикальної опалубки до місця встановлення та бадді з бетоном для замонолічення

$$H_k = h_o + h_э + h_з + h_c, \text{ де}$$

$h_э$ – висота (товщина) елемента;

$h_з$ – запас по висоті (0,5 м);

h_c – висота стропов;

По даним розрахункам встановлюємо що всі вимоги задовольняє кран QTZ 115tm.

						Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.5. Відомість підрахунку трудовитрат, машиновитрат та потреб в матеріалах.

Обг р. За ЄНі Р	Найменуван ня робіт	Об'єм робіт		Затрати праці				Основні матер. і конструкт.			
		Оди н. вимі ру	К- ть	На одиницю		На весь об'єм		Назва	Оди н. вимі ру	Вит р. На оди н.	Пот р. всьо го
				Люд -год	Ма ш- год	Люд -дн	Ма ш- дн				
ПІДГОТОВЧИЙ ПЕРІОД											
	Внутрішньо- майданчико ві роботи	%	4	-	-	50	-	-	-	-	-
ОСНОВНИЙ ПЕРІОД											
	А. Підземна частина І. Земляні роботи										
E1- 282	Планування поверхні грунта	100м ²	5,7 6	-	0,35	-	0,14	-	-	-	-
E1- 203	Розробка гранта у відвал	1000 м ³	3,9 5	-	6,81	-	2,7	-	-	-	-
E1- 202	Розробка гранта з погрузкою	1000 м ³	0,0 9	6,02	2,79	0,9	0,1	-	-	-	-
E1- 125 6	Розробка гранта вручну	100м ³	2,9 7	154	-	38,5	-	-	-	-	-

Арк.

44

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

E1-259	Зворотня засипка граншей	1000 м ³	4,15	6,1	6,1	2,44	2,44	-	-	-	-
E1-1099	Ущільнення ґрунта	100м ²	5,1	24,87	21,2	9,9	8,48	-	-	-	-
						Σ51,74	Σ13,86				
	<u>II. Основи фундаментів</u>										
E7-17	Улаштування бетонної підготовки	100м ³	2,39	1,84	-	-	-	бетон	м ³	2,16	842,4
E7-2	Улаштування фундаментів	шт	64	0,825	0,229	9,9	2,7	бетон	шт	-	96
	<u>Б. Надземна частина</u>										
E8-34	Улаштування колон	100м ³	613	5,22	0,62	254,48	30,25	Мет конст р	м ³ 100 шт	0,240,38	93,6148,2
E8-36	Улаштування ферм	шт	13	4,38	0,6	173,56	24,57	ферми	м ³ 100 шт	0,240,38	76,08120,5
E7-415	Улаштування прогонів	шт	19	1,54	0,3017	32,3	6,45	прогони	шт	-	171
						Σ34,9	Σ35,8				

	IV. Заповнення прорізів											
E10 - 105	Заповнення дверних прорізів	1м ²	80	0,89 9	0,08 14	8,99	0,8	Двері толь	м ² м ²	- 0,89	80 71,2	
E10 -90	Заповнення віконних прорізів	1м ²	12 0	0,85 2	0,02 96	12,7 8	2,37	вікна	м ²	-	120	
	V. Улаштуванн я покрівлі					Σ34, 9	Σ3,5 8					
E12 - 267	Улаштуванн я пароізол. і утепл.	100м ²	1,0 8	48,2	1,36	6,5	0,2	бітум	т	0,23	24,8	
E12 - 281	Улаштуванн я стягування	100м ²	1,0 8	14,3	0,25	2,1	0,1	розчи н	м ³	1,58	170, 6	
E12 -37	Улаштуванн я захисного шару	100м ²	1,0 8	76,3	3,6	10,3	3,9	Рул.к.	м ²	1,24	134	
E12 - 255	Улаштуванн я елементів покриття	100м ²	6,3	81	2,58	63,7 5	2,03	Череп	шт	3,97	2500	
	VI. Підлога					Σ82, 65	Σ6,2 3					
E11 -56	Улаштуванн я бетонної підлоги	100м ²	1,7	3,61	-	6,14	-	бетон	м ³	0,51	86,7	

											Арк.
											46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

E11 - 118	Улаштування підлоги з керамічної плитки	м ²	1,9	106	-	25,18	-	Розчин плитки	м ² м ²	2,2 -	418 190
E11 - 144	Улаштування технічного лінолеума	м ²	70	0,317	-	2,75	-	Паркет плінт	м ² м	1,04 1,07	72,8 74,9
E11 - 161	Улаштування підлоги з ліно-леума	м ²	0,7	38,2	-	3,4	-	Лінол. Плінт.	т м	0,05 1,07	3,5 74,9
	<u>VII.</u> <u>Опорядження</u>					Σ37,47	Σ -				
E15 - 606	Засклення вікон	100м ²	1,2	21,5	0,3	3,2	0,1	скло	м ²	7,8	936
E15 - 293	Улаштування гіпсоперегородок	100м ²	16,6	65	-	135	-	розчин	м ³	1,51	250,7
E15 - 467	Масляна покраска	100м ²	1,1	25,5	-	3,5	-	Фарба оліфа	т т	0,02 6 0,008	2,9 0,9
E15 - 424	Клейова покраска	100м ²	16,6	5,7	-	11,87	-	фарба	т	0,001	1,6

	<u>VIII. Різні роботи</u>					Σ16 8,8	Σ0,0 1				
E18 -27	Улаштування вимощення	100м ₂	1,6	112,67	-	22,5	-	асфалт	м ³	0,84	134,4
	Всього по будівництву					858,47	85,04				
	Благоустрій територій	%	4			50					
	Невраховані роботи	%	8			100					
	<u>IX. Спеціальні види робіт</u>										
	Опалення та вентиляція	100м ₃	8	1,5		12					
	Водопровід та каналізація	100м ₃	8	2		16					
	Електромеражні роботи	100м ₃	8	2		16					
	Благоустрій територій	100м ₃	10	1		10					

3.6. Забезпечення будівництва конструкціями та будівельними матеріалами.

Найменування	Тип або марка	Одиниця виміру	К-ть
Металеві колони	Інд. проект	шт	59
Металеві ферми	Інд. проект	шт	13
Металеві блаки	Інд. проект	шт	19
Перемички	Б-31	шт	39
	Б-19	шт	56
	Б-24	шт	40
	Б-15	шт	33
	Б-13	шт	15
	БП-24	шт	1
Бетон	-	м ³	2400,7
Арматура	-	т	137,38
Болти	-	т	0,03
Двері	-	м ²	80
Вікна	-	м ²	120
Бітум	-	т	14,3
Рубероїд	-	м ²	325
Керамічна плитка	-	м ²	645
Ланолеум	-	м ²	65,8
Плінтуса	-	М	180,8
Скло	-	м ²	1235
Фарба	-	т	5,6
Оліфа	-	т	1,3
Пісок	-	т	4,40

						Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

»

Цементно-пісчаний розчин	-	м ³	95,2
--------------------------	---	----------------	------

3.7. Механізація будівництва

Монтажний кран QTZ 115tm;

Пристрій для розігріву та подачі бітума КПУ-35;

Штукатурно-затирочний інструмент;

Електрофарбопульт;

Фарборозпилювач.

Компресор

Екскавтор

Бульдозер

3.8. Розрахунок ТЕП календарного плану

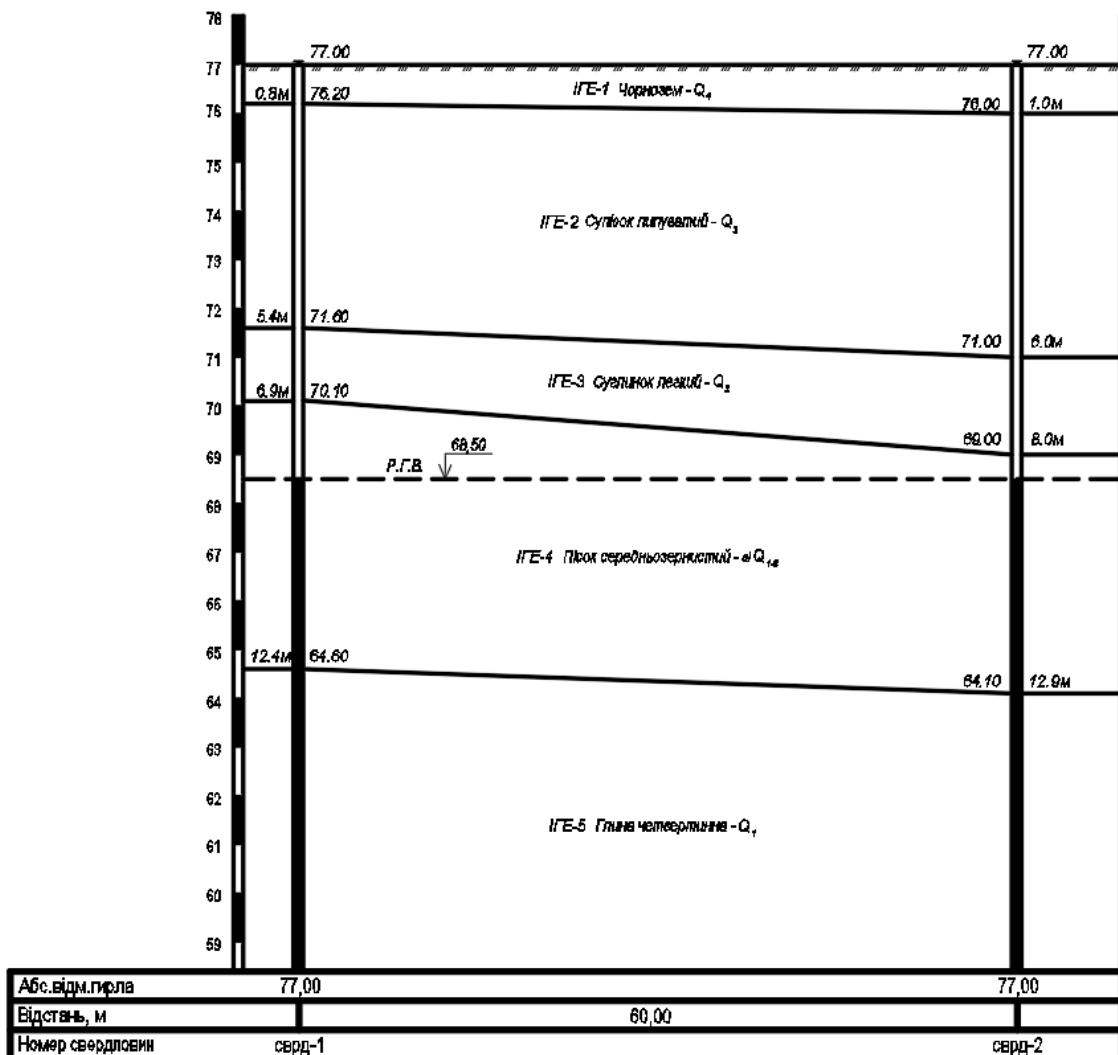
№ п/ п	Найменування	Один. виміру	Показники	
			Нор м	Заплан.
1	Тривалість будівництва	Дня	98	106
2	Коефіцієнт тривалості будівництва	-	-	0,9
3	Трудомісткість будівельно-монтажних робіт	Люд-дні	5642, 8	4850
4	Питома трудомісткість на 1м ³ об'єкту	-	0,24	0,21
5	Продуктивність праці	%	100	110
6	Коефіцієнт нерівномірності пересування роб.	-	2	1,8
7	Коефіцієнт суміщеності робіт	-	-	3,92
8	Коефіцієнт змінності робіт	-	-	1,9

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				50	

4. Розрахунково-конструктивний розділ

4.1. Побудова інженерно-геологічного розрізу

№ Варіанта	Найменування ґрунту (ІГЕ)	Потужність шару, м	ρ_s , г/см ³	ρ_{s_0} , г/см ³	Вологість, ч.о.			Показники міцності		Коеф. Пуасона, ч.о.	Штампові дослідні $A_{шт}=5000 \text{ см}^2$	
					W	W_L	W_p	φ^0	C, кПа		P, МПа	S, см
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	Чорнозем (Q_4)	0,8-1,0	1,64	-	0,13	-	-	-	-	-	-	-
	Супісок пилюватий (Q_3)	4,6-5,0	1,8	2,68	0,18	0,2	0,15	-	-	0,3	-	-
	Суглинок легкий (Q_2)	1,5-2,0	1,75	2,66	0,17	0,21	0,12	18	5,0	0,42	0,1	0,52
											0,2	1,04
											0,3	1,56
											0,4	2,8
Пісок середньозернистий (ал Q_{1-2})	5,5-4,9	2	2,65	0,18	-	-	-	-	0,27	-	-	
Глина четвертинна (Q_1)	необмеж.	1,85	2,74	0,27	0,42	0,17	-	-	0,41	-	-	
Рівень ґрунтових вод на глибині 8,5 м від поверхні (абсолютна позначка горизонтального рельєфу 77,00 м)												



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Арк.
					51

Рис. 1. Інженерно-геологічний розріз

1.1. Визначення фізико-механічних характеристик ґрунтів

ІГЕ-1 Чорнозем

Визначаємо питому вагу ґрунту:

$$\gamma_n = \rho \cdot g = 1,64 \cdot 10 = 16,4 \text{ кН/м}^3,$$

де ρ – природна щільність ґрунту, г/см^3 ;

g – прискорення земного тяжіння, приймається $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Висновок: Оскільки шар ІГЕ-1 (чорнозем) містить гумус, ходи землерийв та завнає метеорологічного впливу, його не можна використовувати в якості основи під фундамент.

ІГЕ-2 Супісок пилюватий

Визначення щільності сухого ґрунту:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + W} = \frac{1,8}{1 + 0,18} = 1,53 \text{ г/см}^3;$$

де: W – природна вологість, ч.о.

Визначення коефіцієнту пористості:

$$e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d} = \frac{2,68 - 1,53}{1,53} = 0,75 \text{ ч.о.};$$

де: ρ_s – щільність часток ґрунту, г/см^3 .

Згідно таблиці Б18 ДСТУ Б В.2.1-2-96 пісок середньої щільності.

Визначення коефіцієнту водонасиченості:

$$S_r = \frac{W \cdot \rho_s}{e \cdot \rho_w} = \frac{0,18 \cdot 2,68}{0,75 \cdot 1,0} = 0,64 \text{ ч.о.};$$

де: ρ_w – щільність води, $\rho_w = 1 \text{ г/см}^3$.

Згідно таблиці Б17 ДСТУ Б В.2.1-2-96 пісок середнього ступення водонасичення.

Визначення вологості ґрунту при повному водонасиченні:

								Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			52	

$$W_{sat} = \frac{e \cdot \rho_w}{\rho_s} = \frac{0,75 \cdot 1,0}{2,68} = 0,28 \text{ ч. о.}$$

За таблицею В.1, Додаток В, ДБН В.2.1-10:2009, визначаємо модуль деформації E , МПа, та характеристики міцності піщаних ґрунтів: питоме зчеплення Cn , кПа, і кут внутрішнього тертя φ° .

$$E = 11,0 \text{ МПа};$$

$$Cn = 2,0 \text{ кПа};$$

$$\varphi = 26^\circ;$$

Визначаємо модуль деформації за гілкою вторинного навантаження (модуль пружності):

$$E_{e,i} = 5 \cdot E_i = 5 \cdot 11 = 55 \text{ кПа};$$

Визначаємо питому вагу ґрунту в природному стані:

$$\gamma_n = \rho \cdot g = 1,8 \cdot 10 = 18,0 \text{ кН/м}^3$$

де ρ – природна щільність ґрунту, г/см³;

g – прискорення земного тяжіння, приймається $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Висновок: шар ґрунту ІГЕ-2 (пісок пилюватий, середньої щільності, середнього ступеня водонасичення) може бути основою фундаменті мілкого або глибокого закладання.

ІГЕ-3 Суглинок легкий

Визначаємо число пластичності:

$$I_p = W_L - W_P = 0,21 - 0,12 = 0,09 \text{ ч. о.};$$

де W_L – вологість на границі текучості, ч.о.;

W_P – вологістьна границі пластичності (розкочування), ч.о.

Визначаємо показник текучості (консистенції) глинистого ґрунту:

$$I_L = \frac{W - W_P}{W_L - W_P} = \frac{0,17 - 0,12}{0,21 - 0,12} = 0,56 \text{ ч. о.};$$

						Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно з таблицею Б14 ДСТУ Б В.2.1-2-96 суглинки м'якопластичні.

Визначення щільності сухого ґрунту:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + W} = \frac{1,75}{1 + 0,17} = 1,50 \text{ г/см}^3;$$

Визначення коефіцієнту пористості:

$$e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d} = \frac{2,66 - 1,5}{1,5} = 0,773 \text{ ч. о.};$$

Згідно з таблицями В.2, В.3 Додатка В ДБН В.2.1-10-2009 за уточненою назвою глинистого ґрунту (суглинок), показником текучості I_L і коефіцієнтом пористості ґрунту e встановлюються характеристики міцності C_n , кПа, φ° та модуль деформації ґрунту E , МПа.

Значення e не збігається з наведеними в таблиці, тому для визначення E , МПа, C_n , кПа та φ° виконуємо алгебраїчну інтерполяцію.

$$E = E_{min} + \frac{E_{max} - E_{min}}{e_{max} - e_{min}} \cdot (e - e_{max}) = 12 + \frac{8 - 12}{0,85 - 0,75} \cdot (0,773 - 0,85) = 11,1 \text{ МПа};$$

$$C_n = C_{n_{min}} + \frac{C_{n_{max}} - C_{n_{min}}}{e_{max} - e_{min}} \cdot (e - e_{max}) = 20 + \frac{16 - 20}{0,85 - 0,75} \cdot (0,773 - 0,85) = 19,1 \text{ кПа};$$

$$\varphi = \varphi_{min} + \frac{\varphi_{max} - \varphi_{min}}{e_{max} - e_{min}} \cdot (e - e_{max}) = 18 + \frac{16 - 18}{0,85 - 0,75} \cdot (0,773 - 0,85) = 18^\circ;$$

Визначаємо модуль деформації за гілкою вторинного навантаження (модуль пружності):

$$E_{e,i} = 5 \cdot E_i = 5 \cdot 11,1 = 55,5 \text{ кПа};$$

Визначаємо питому вагу ґрунту в природному стані:

$$\gamma_n = \rho \cdot g = 1,75 \cdot 10 = 17,5 \text{ кН/м}^3$$

Висновок: ґрунти шару ПГЕ-3 (суглинок легкий) з показником текучості $I_L = 0,56 \leq 0,6$, коефіцієнтом пористості $e = 0,773 \leq 0,85$ та модулем деформації ґрунту $E = 11,1 \geq 10$ МПа, в залежності від глибини їх залягання, можуть бути природною

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

»
основою фундаментів мілкого або глибокого закладання.

ІГЕ-4 Пісок середньозернистий

Визначення щільності сухого ґрунту:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + W} = \frac{2,0}{1 + 0,18} = 1,70 \text{ г/см}^3;$$

де: W – природна вологість, ч.о.

Визначення коефіцієнту пористості:

$$e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d} = \frac{2,65 - 1,70}{1,70} = 0,559 \text{ ч. о.};$$

де: ρ_s – щільність часток ґрунту, г/см³.

Згідно таблиці Б18 ДСТУ Б В.2.1-2-96 пісок середньої щільності.

Визначення коефіцієнту водонасиченості:

$$S_r = \frac{W \cdot \rho_s}{e \cdot \rho_w} = \frac{0,18 \cdot 2,65}{0,559 \cdot 1,0} = 0,85 \text{ ч. о.};$$

де: ρ_w – щільність води, $\rho_w = 1 \text{ г/см}^3$.

Згідно таблиці Б17 ДСТУ Б В.2.1-2-96 пісок насичений водою.

Визначення вологості ґрунту при повному водонасиченні:

$$W_{sat} = \frac{e \cdot \rho_w}{\rho_s} = \frac{0,559 \cdot 1,0}{2,65} = 0,21 \text{ ч. о.}$$

За таблицею В.1, Додаток В, ДБН В.2.1-10:2009, визначаємо модуль деформації E , МПа, та характеристики міцності піщаних ґрунтів: питоме зчеплення Cn , кПа, і кут внутрішнього тертя φ° .

Значення e не збігається з наведеними в таблиці, тому для визначення E , МПа, Cn , кПа та φ° виконуємо алгебраїчну інтерполяцію.

$$E = E_{min} + \frac{E_{max} - E_{min}}{e_{max} - e_{min}} \cdot (e - e_{max}) = 40 + \frac{30 - 40}{0,65 - 0,55} \cdot (0,559 - 0,55) = 39,1 \text{ МПа};$$

$$Cn = Cn_{min} + \frac{Cn_{max} - Cn_{min}}{e_{max} - e_{min}} \cdot (e - e_{max}) = 2 + \frac{1 - 2}{0,65 - 0,55} \cdot (0,559 - 0,55) \\ = 1,91 \text{ кПа};$$

								Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			55	

$$\varphi = \varphi_{min} + \frac{\varphi_{max} - \varphi_{min}}{e_{max} - e_{min}} \cdot (e - e_{max}) = 38 + \frac{35 - 38}{0.65 - 0.55} \cdot (0.559 - 0.55) = 38^\circ;$$

Визначаємо модуль деформації за гілкою вторинного навантаження (модуль пружності):

$$E_{e,i} = 5 \cdot E_i = 5 \cdot 39,1 = 195,5 \text{ кПа};$$

Визначаємо питому вагу ґрунту в природному стані:

$$\gamma_n = \rho \cdot g = 2,0 \cdot 10 = 20,0 \text{ кН/м}^3$$

де ρ – природна щільність ґрунту, г/см³;

g – прискорення земного тяжіння, приймається $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Висновок: шар ґрунту ІГЕ-4 (пісок середньозернистий, середньої щільності, насичений водою) може бути основою фундаменті мілкого або глибокого закладання.

ІГЕ-5 Глина четвертинна

Визначаємо число пластичності:

$$I_p = W_L - W_P = 0,42 - 0,17 = 0,25 \text{ ч.о.};$$

де W_L – вологість на границі текучості, ч.о.;

W_P – вологістьна границі пластичності (розкочування), ч.о.

Визначаємо показник текучості (консистенції) глинистого ґрунту:

$$I_L = \frac{W - W_P}{W_L - W_P} = \frac{0,27 - 0,17}{0,42 - 0,17} = 0,4 \text{ ч.о.};$$

Згідно з таблицею Б14 ДСТУ Б В.2.1-2-96 глина тугопластична.

Визначення щільності сухого ґрунту:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + W} = \frac{1,85}{1 + 0,27} = 1,46 \text{ г/см}^3;$$

Визначення коефіцієнту пористості:

$$e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d} = \frac{2,74 - 1,46}{1,46} = 0,877 \text{ ч.о.};$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				56	

” Згідно з таблицями В.2, В.3 Додатка В ДБН В.2.1-10-2009 за уточненою назвою глини, показником текучості I_L і коефіцієнтом пористості ґрунту e встановлюються характеристики міцності C_n , кПа, φ° та модуль деформації ґрунту E , МПа.

Значення e не збігається з наведеними в таблиці, тому для визначення E , МПа, C_n , кПа та φ° виконуємо алгебраїчну інтерполяцію.

$$E = E_{min} + \frac{E_{max} - E_{min}}{e_{max} - e_{min}} \cdot (e - e_{max}) = 15 + \frac{12 - 15}{0.95 - 0.85} \cdot (0.877 - 0.85) = 14.2 \text{ МПа};$$

$$C_n = C_{n_{min}} + \frac{C_{n_{max}} - C_{n_{min}}}{e_{max} - e_{min}} \cdot (e - e_{max}) = 43 + \frac{37 - 43}{0.95 - 0.85} \cdot (0.877 - 0.85) = 41.4 \text{ кПа};$$

$$\varphi = \varphi_{min} + \frac{\varphi_{max} - \varphi_{min}}{e_{max} - e_{min}} \cdot (e - e_{max}) = 16 + \frac{14 - 16}{0.95 - 0.85} \cdot (0.877 - 0.85) = 15^\circ;$$

Визначаємо модуль деформації за гілкою вторинного навантаження (модуль пружності):

$$E_{e,i} = 5 \cdot E_i = 5 \cdot 14,2 = 71 \text{ кПа};$$

Визначаємо питому вагу ґрунту в природному стані:

$$\gamma_n = \rho \cdot g = 1,85 \cdot 10 = 18,5 \text{ кН/м}^3$$

Висновок: ґрунти шару ПЕ-5 (глина четвертинна) з показником текучості

$I_L = 0,4 \leq 0,6$, коефіцієнтом пористості $e=0,877$ та модулем деформації ґрунту $E=14,2 \geq 10$ МПа, в залежності від глибини їх залягання, можуть бути природною основою фундаментів. Враховуючи, що $e > 0,85$, при визначенні цього шару ґрунту в якості основи, розрахунок виконати лише за показниками γ , c , φ , E , що визначені дослідом.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Зведена таблиця фізико-механічних характеристик ґрунтів

Вид ґрунту	h,	γ	γ_s	ρ_d	W	W_L	W_P	I_P	I_L	e	S_r	W_{sat}	C	ϕ°	E
Чорнозем	0,8- 1,0	1,6 4	-	-	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Супісок пилуватий	4,6- 5,0	1,8	2,68	1,53	0,18	0,2	0,15	-	-	0,750	0,64	0,28	2,0	26	11,0
Суглинок легкий	1,5- 2,0	1,7 5	2,66	1,50	0,17	0,21	0,12	0,09	0,56	0,773	-	-	19,1	18	11,1
Пісок середньозе рнистий	4,9- 5,5	2,0	2,65	1,70	0,18	-	-	-	-	0,559	0,85	0,21	1,91	38	39,1
Глина четвертин на	2,1- 2,6	1,8 5	2,74	1,46	0,27	0,42	0,17	0,25	0,4	0,877	-	-	41,4	15	14,2

4.2. Визначення напружень від власної ваги ґрунту

Визначаємо вертикальне напруження $\sigma_{zg,i}$ на рівні залягання першого інженерно-геологічного елементу, **ІГЕ-1** за формулою:

$$\sigma_{zg.1} = \gamma_1 \cdot h_1 = 16,4 \cdot 0,9 = 14,76 \text{ кПа};$$

Визначаємо вертикальне напруження $\sigma_{zg,i}$ другого інженерно-геологічного елементу, **ІГЕ-2** за формулою:

$$\sigma_{zg.2} = \sigma_{zg.1} + \gamma_2 \cdot h_2 = 14,76 + 18 \cdot 4,8 = 101,16 \text{ кПа.};$$

Визначаємо вертикальне напруження $\sigma_{zg,i}$ третього інженерно-геологічного елементу, **ІГЕ-3** за формулою:

$$\sigma_{zg.3} = \sigma_{zg.2} + \gamma_3 \cdot h_3 = 101,16 + 17,5 \cdot 1,75 = 131,79 \text{ кПа.};$$

Визначаємо вертикальне напруження $\sigma_{zg,i}$ четвертого інженерно-геологічного елементу, **ІГЕ-4** за формулою ДО РГВ:

$$\sigma_{zg.4} = \sigma_{zg.3} + \gamma_4 \cdot h_4 = 131,79 + 20 \cdot 1,6 = 154,17 \text{ кПа.};$$

Визначаємо вертикальне напруження $\sigma_{zg,i}$ четвертого інженерно-геологічного елементу, **ІГЕ-4** з урахуванням виважуючої дії води за формулою:

$$\gamma_{4.sb} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{(1 + e)} = \frac{26,5 - 10}{(1 + 0,559)} = 10,58 \text{ кН/м}^3$$

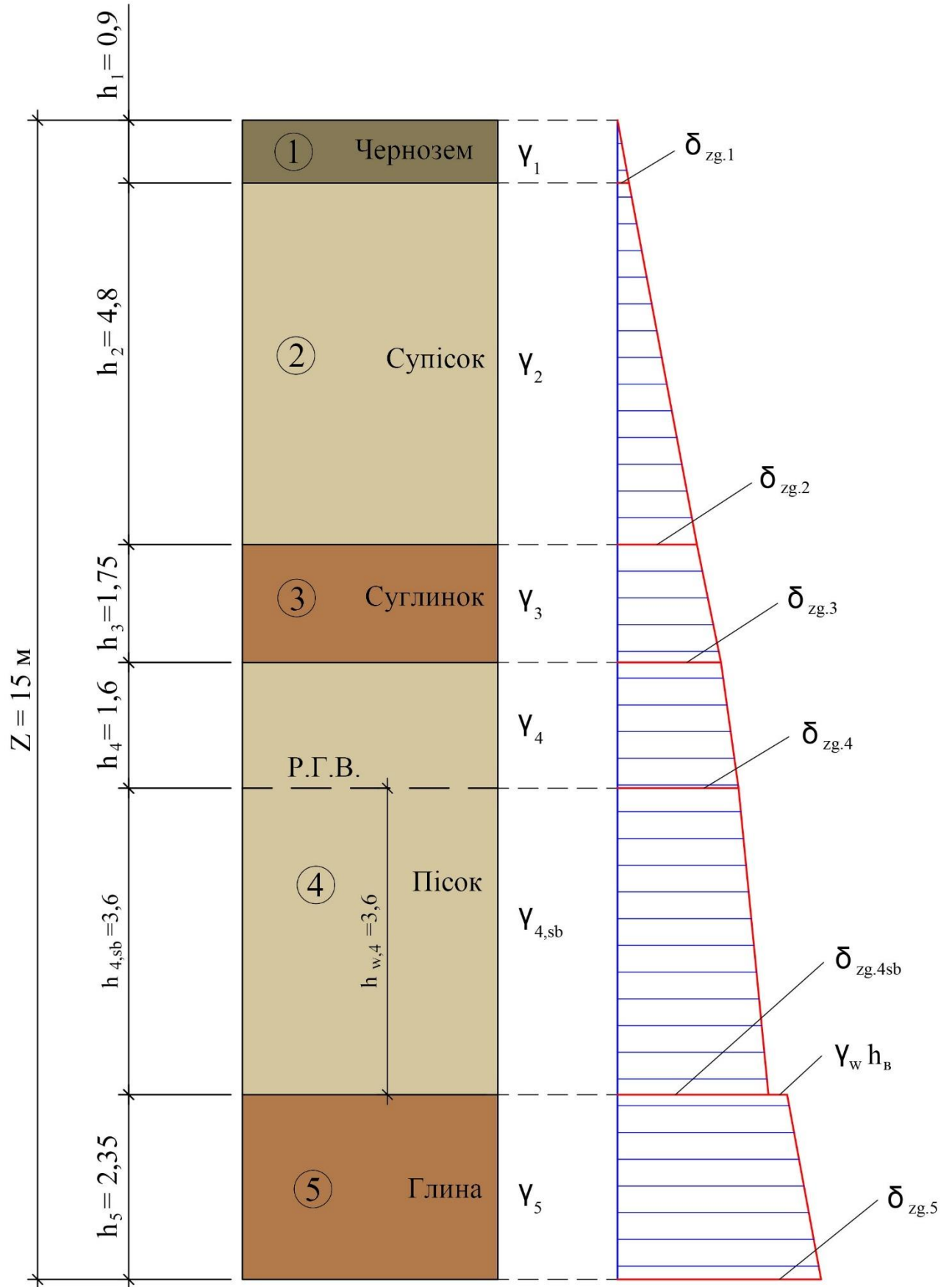
$$\sigma_{zg.4sb} = \sigma_{zg.4} + \gamma_{4.sb} \cdot h_{w.4} = 154,17 + 10,58 \cdot 3,6 = 192,26 \text{ кПа.};$$

Визначаємо вертикальне напруження $\sigma_{zg,i}$ п'ятого інженерно-геологічного елементу, **ІГЕ-5**:

$$\sigma_{zg.5(1)} = \sigma_{zg.4sb} + \gamma_w \cdot h_w = 192,26 + 10 \cdot 2,35 = 215,76 \text{ кПа.}$$

$$\sigma_{zg.5(2)} = \sigma_{zg.5(1)} + \gamma_5 \cdot h_5 = 215,76 + 18,5 \cdot 2,35 = 259,24 \text{ кПа.}$$

						Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Епюра напружень від власної ваги ґрунту

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	60

4.3. Визначення вертикальних напружень у масиві ґрунту при дії зовнішніх навантажень

№	b, м	l, м	z, м	x, м	y, м	b'', м	l'', м	p, кПа
5	3	4	2,8	2,5	1,4	b/3	l/5	190

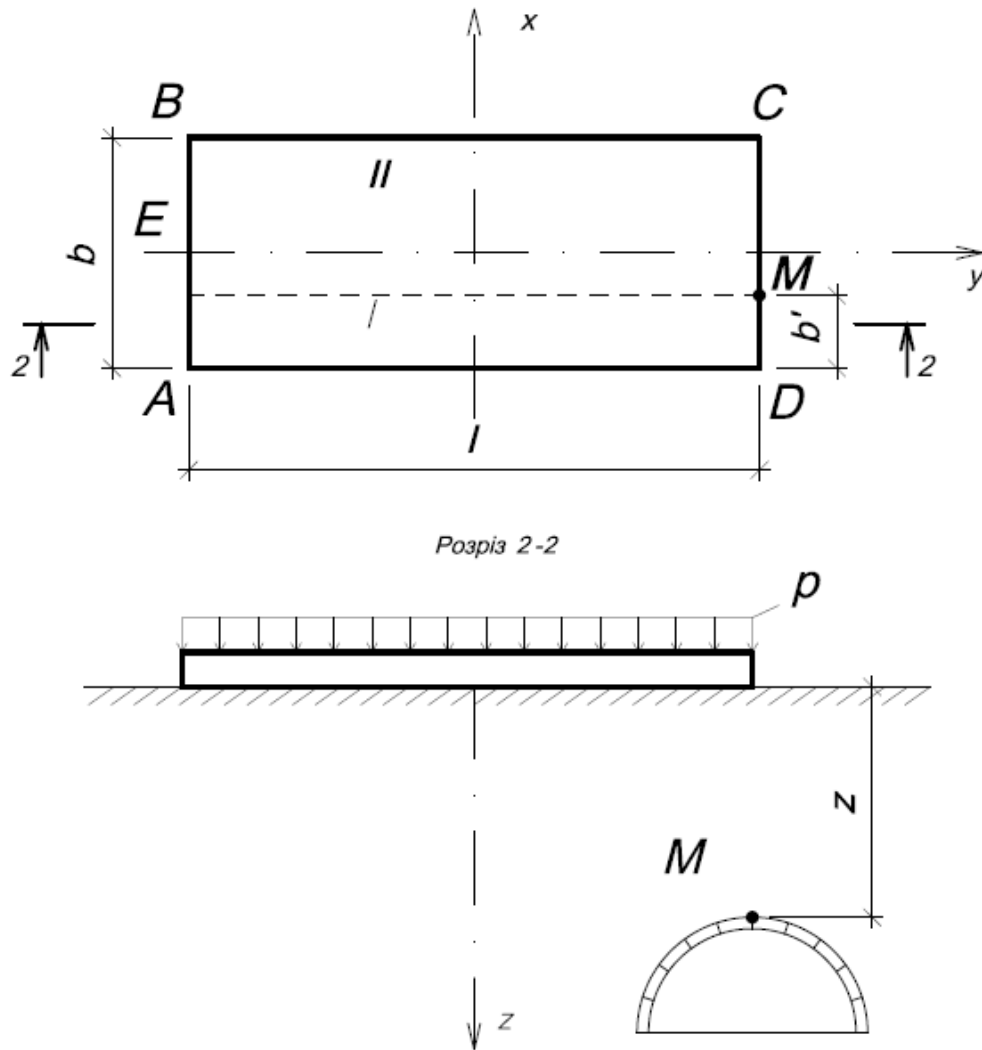


Рис. 3 Розрахункова схема

Визначаємо за виразом (4) коефіцієнти α які приймаються згідно табл. Д1 ДБН В.2.1-10-2009:

для ділянки I (AEMD)

$$\alpha_1 = f\left(\xi_1 = \frac{z}{b_1}; \eta_1 = \frac{l_1}{b_1}\right)$$

$$l_1 = l = 4\text{м};$$

$$b_1 = b - b' = 2\text{м};$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

»

$$\alpha_I = f\left(\xi_I = \frac{2,8}{2}; \eta_I = \frac{4}{2}\right) = f(\xi_I = 1,4; \eta_I = 1,0) = 0,528$$

Значення для проміжного $\xi_I=1,4$ по стовпцю $\eta_I=1,0$ позначаємо X_1 і знаходимо його

	1,0
1,2	0,60 6
$\xi_I=1,4$	$X_1=0.528$
1,6	0,44 9

$$X_1 = 0.606 + \frac{0.449 - 0.606}{1.6 - 1.2} \cdot (1.4 - 1.2) = 0.528;$$

для ділянки II (EBCM)

$$\alpha_{II} = f\left(\xi_{II} = \frac{z}{b_{II}}; \eta_{II} = \frac{l_{II}}{b_{II}}\right)$$

$$l_{II} = l = 4\text{м};$$

$$b_{II} = b' = 1\text{м};$$

$$\alpha_{II} = f\left(\xi_{II} = \frac{2,8}{1}; \eta_{II} = \frac{4}{1}\right) = f(\xi_{II} = 2,8; \eta_{II} = 4) = 0,395$$

Значення для $\xi_{II}=2.8$ по проміжному стовпцю $\eta_{II} = 4$ позначаємо X_2 і знаходимо його

	2.8
3.2	0,38

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Арк.

62

	3
η_{II} = 4	$X_2=0.395$
5.0	0,41 0

$$X_1 = 0.383 + \frac{0.410 - 0.383}{5.0 - 3.2} \cdot (4.0 - 3.2) = 0.395;$$

Визначаємо напруження у точці М:

$$\sigma_{zp,M} = 0,25 \cdot (\alpha_I + \alpha_{II}) \cdot p$$

$$\sigma_{zp,M} = 0,25 \cdot (0,528 + 0,395) \cdot 190 = 43,84 \text{ кПа}$$

Напруження у точці М, яка знаходиться на вершині арки колектору на глибині $z=2,8 \text{ м}$ ($\sigma_{zp,M}$) дорівнюють $\sigma_{zp,M} = 43,84 \text{ кПа}$, що перевищує критичного значення 25 кПа, і є небезпечним для міцності конструкції колектору.

4.4. Визначення розрахункового опору ґрунту та розмірів підшови фундаменту в плані

За таблицею В.1 ДБН В.2.1-10-2009 визначаємо нормативні значення питомого зчеплення, кута внутрішнього тертя та модуля деформації ґрунту під підшовою фундаменту:

$$c_{II}=2,0 \text{ кПа,}$$

$$\varphi_{II}=26^\circ,$$

$$E_{II}=11 \text{ МПа.}$$

Визначення розрахункового опору ґрунту R , кПа, що перебуває під підшовою за формулою Е.1 ДБН В.2.1-10-2009[**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} (M_\gamma k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + (M_q - 1) \cdot d_b \gamma'_{II} + M_c c_{II})$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

»

Згідно табл. Е.7 ДБН В.2.1-10-2009 [3], визначаємо коефіцієнти умов роботи:

$$\gamma_{c1}=1,25,$$

$$\gamma_{c2}=1,0.$$

$k = 1,1$ якщо характеристики міцності прийняті за таблицями В.1, В.2, В.3 ДБН В.2.1-10-2009. В залежності від кута внутрішнього тертя φ_{II} ґрунту, на який опирається подошва фундаменту, визначаємо за табл. Е.8 ДБН В.2.1-10-2009 [3] коефіцієнти:

M_{γ}	M_q	M_c
0,84	4,37	6,90

Прийmemo, що $k_z = 1$, якщо $b \leq 10,0$ м;

Усереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунтів, що залягають вище подошви фундаменту:

$$\gamma'_{II} = \frac{16,4 \cdot 0,9 + 18 \cdot 1,9}{0,9 + 1,9} = 17,49 \text{ кН/м}^3.$$

Усереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунтів, що залягають нижче подошви фундаменту:

$$\gamma_{II} = 18,97 \text{ кН/м}^3$$

Визначення R відбувається з використанням **методу послідовних наближень**.

Наближення 1. Приймаємо $b_0=1$ м.

$$R_1 = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} (M_{\gamma} \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot c_{II}) =$$

$$\frac{1,25 \cdot 1}{1} (0,84 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 18,97 + 4,37 \cdot 2,8 \cdot 17,49 + 6,90 \cdot 2) = 304,67 \text{ кПа.}$$

Використовуючи розрахунковий опір ґрунту R_1 в першому наближенні розраховуємо площу подошви фундаменту $A_1, \text{ м}^2$, за формулою:

$$A_1 = \frac{N}{R_1 - \gamma_{cp} d} = \frac{2190}{304,67 - 20 \cdot 2,8} = 8,8 \text{ м}^2.$$

Визначається ширина фундаменту в першому наближенні:

$$b_1 = \sqrt{A_1} = \sqrt{8,8} = 2,97 \text{ м.}$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Перевіряється збіжність розмірів підшви фундаменту в першому наближенні за формулою:

$$\eta = \left| \frac{b_0 - b_1}{b_0} \right| \leq 0,05$$

$$\left| \frac{1 - 2,97}{1} \right| = 1,97 > 0,05 - \text{умова не виконується.}$$

Наближення 2. Визначається розрахунковий опір ґрунту основи R_2 із урахуванням уточненої ширини підшви фундаменту $b_1=2,97$ м:

$$R_2 = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} (M_\gamma \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot c_{II})$$

$$\frac{1,25 \cdot 1}{1} (0,84 \cdot 1 \cdot 2,97 \cdot 18,97 + 4,37 \cdot 2,8 \cdot 17,49 + 6,90 \cdot 2)$$

$$= 343,92 \text{ кПа.}$$

Використовуючи розрахунковий опір ґрунту R_2 в другому наближенні розраховують площу підшви фундаменту $A_2, \text{ м}^2$, за формулою:

$$A_2 = \frac{N}{R_2 - \gamma_{cp} d} = \frac{2190}{343,92 - 20 \cdot 2,8} = 7,61 \text{ м}^2.$$

Визначається ширина фундаменту в другому наближенні:

$$b_2 = \sqrt{A_2} = \sqrt{7,61} = 2,76 \text{ м.}$$

Перевіряється збіжність розмірів підшви фундаменту в першому наближенні за формулою:

$$\eta = \left| \frac{2,97 - 2,76}{2,97} \right| = 0,07 > 0,05 - \text{умова не виконується.}$$

Наближення 3. Визначається розрахунковий опір ґрунту основи R_3 із урахуванням уточненої ширини підшви фундаменту $b_2=2,76$ м:

$$R_3 = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} (M_\gamma \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot c_{II})$$

$$\frac{1,25 \cdot 1}{1} (0,84 \cdot 1 \cdot 2,76 \cdot 18,97 + 4,37 \cdot 2,8 \cdot 17,49 + 6,90 \cdot 2)$$

$$= 339,73 \text{ кПа.}$$

Використовуючи розрахунковий опір ґрунту R_2 в другому наближенні розраховують площу підшви фундаменту $A_2, \text{ м}^2$, за формулою:

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

$$A_3 = \frac{N}{R_3 - \gamma_{cp} d} = \frac{2190}{339,73 - 20 \cdot 2,8} = 7,72 \text{ м}^2.$$

Визначається ширина фундаменту в другому наближенні:

$$b_3 = \sqrt{A_3} = \sqrt{7,72} = 2,78 \text{ м.}$$

Перевіряється збіжність розмірів підшови фундаменту в першому наближенні за формулою:

$$\eta = \left| \frac{2,76 - 2,78}{2,76} \right| = 0,007 \leq 0,05 \text{ — умова виконується.}$$

Приймаємо $b_3 = 2,78 \text{ м.}$

Остаточню розраховуємо розрахунковий опір ґрунту:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} (M_\gamma \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot c_{II})$$

$$\frac{1,25 \cdot 1}{1} (0,84 \cdot 1 \cdot 2,78 \cdot 18,97 + 4,37 \cdot 2,8 \cdot 17,49 + 6,90 \cdot 2)$$

$$= 340,13 \text{ кПа.}$$

Розрахунковий опір ґрунту під підшовою квадратного фундаменту зі стороною $b_3=2,78 \text{ м}$ складає $340,13 \text{ кПа}$. Обраховані розміри підшови фундаменту в плані округляються в більший бік з кратністю $0,1 \text{ м}$. Остаточню приймаємо $b_3=2,8 \text{ м}$, то $l_3 = 2,8 \text{ м}$ (так як фундамент квадратний).

4.5. Розрахунок осідання фундаментів методом пошарового підсумування

1. Розділяємо товщу ґрунту нижче підшови фундаменту на елементарні шари $h_i=0,2b$.

$$h_i = 0,2b = 0,2 \cdot 3 = 0,6 \text{ (м)}$$

Перший шар залягає на глибині z_1 від підшови фундаменту, що дорівнює h_i , другий шар залягає на глибині z_2 від підшови фундаменту, що дорівнює $2h_i$, третій шар залягає на глибині z_3 від підшови фундаменту, що дорівнює $3h_i$, і т. д. На шари розподіляємо тільки стиснуту товщу ґрунту.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

»

2. Визначаємо середній тиск під подошвою фундаменту (який дорівнює вертикально напруженню від зовнішнього навантаження на рівні подошви фундаменту)

$$\sigma_{zp,0} = p = 190 \text{ кПа}$$

p – середній тиск під подошвою фундаменту;

3. Визначаємо коефіцієнти α , які приймаються згідно табл. Д1ДБН В.2.1-10-2009 [3] для $b=3$, $l=4$

$$\alpha = f\left(\xi = \frac{2z}{b}; \eta = \frac{l}{b}\right)$$

$$1) \alpha_1 = f\left(\xi_1 = \frac{1,2}{3}; \eta_1 = \frac{4}{3}\right) = f(\xi_1 = 0,4; \eta_1 = 1,33) \\ = 0,970$$

Значення для $\xi_1=0,4$ по проміжному стовпцю $\eta_1 = 1,33$
позначаємо X_1 і знаходимо його

	0,4
1,0	0,96 0
$\eta_1 = 1,33$	$X_1=0,970$
1,4	0,97 2

$$X_1 = 0,96 + \frac{0,972 - 0,96}{1,4 - 1,0} \cdot (1,33 - 1,0) = 0,970;$$

$$2) \alpha_2 = f\left(\xi_2 = \frac{2,4}{3}; \eta_2 = \frac{4}{3}\right) = f(\xi_2 = 0,8; \eta_2 = 1,33) \\ = 0,840$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

»

Значення для $\xi_2 = 0,8$ по проміжному стовпцю
позначаємо X_2 і знаходимо його

$$\eta_2 = 1,33$$

	0,8
1,0	0,80 0
$\eta_2 = 1,33$	$X_2 = 0.840$
1,4	0,84 8

$$X_2 = 0.8 + \frac{0.848 - 0.8}{1.4 - 1.0} \cdot (1.33 - 1.0) = 0.840;$$

$$\begin{aligned} 3) \alpha_3 &= f\left(\xi_3 = \frac{3.6}{3}; \eta_3 = \frac{4}{3}\right) = f(\xi_3 = 1.2; \eta_3 = 1.33) \\ &= 0.669 \end{aligned}$$

Значення для $\xi_3 = 1.2$ по проміжному стовпцю
позначаємо X_3 і знаходимо його

$$\eta_3 = 1,33$$

	1.2
1,0	0,60 6
$\eta_3 = 1,33$	$X_3 = 0.669$
1,4	0,68 2

$$X_3 = 0.606 + \frac{0.682 - 0.606}{1.4 - 1.0} \cdot (1.33 - 1.0) = 0.669;$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

$$4) \alpha_4 = f\left(\xi_4 = \frac{4,8}{3}; \eta_4 = \frac{4}{3}\right) = f(\xi_4 = 1,6; \eta_4 = 1,33) \\ = 0,517$$

Значення для $\xi_4 = 1,6$ по проміжному стовпцю $\eta_4 = 1,33$
позначаємо X_4 і знаходимо його

	1,6
1,0	0,44 9
$\eta_4 = 1,33$	$X_4 = 0,517$
1,4	0,53 2

$$X_4 = 0,449 + \frac{0,532 - 0,449}{1,4 - 1,0} \cdot (1,33 - 1,0) = 0,517;$$

$$5) \alpha_5 = f\left(\xi_5 = \frac{6,0}{3}; \eta_5 = \frac{4}{3}\right) = f(\xi_5 = 2,0; \eta_5 = 1,33) = 0,4$$

Значення для $\xi_5 = 2,0$ по проміжному стовпцю $\eta_5 = 1,33$
позначаємо X_5 і знаходимо його

	2,0
1,0	0,33 6
$\eta_5 = 1,33$	$X_5 = 0,4$
1,4	0,41 4

$$X_5 = 0,336 + \frac{0,414 - 0,336}{1,4 - 1,0} \cdot (1,33 - 1,0) = 0,4;$$

$$6) \alpha_6 = f\left(\xi_6 = \frac{7,2}{3}; \eta_6 = \frac{4}{3}\right) = f(\xi_6 = 2,4; \eta_6 = 1,33) \\ = 0.313$$

Значення для $\xi_6 = 2,4$ по проміжному стовпцю $\eta_6 = 1,33$
позначаємо X_6 і знаходимо його

	2,4
1,0	0,25 7
$\eta_6 = 1,33$	$X_6 = 0.313$
1,4	0,32 5

$$X_6 = 0.257 + \frac{0.325 - 0.257}{1.4 - 1.0} \cdot (1.33 - 1.0) = 0.313;$$

$$7) \alpha_7 = f\left(\xi_7 = \frac{8,4}{3}; \eta_7 = \frac{4}{3}\right) = f(\xi_7 = 2,8; \eta_7 = 1,33) \\ = 0.250$$

Значення для $\xi_7 = 2,8$ по проміжному стовпцю $\eta_7 = 1,33$
позначаємо X_7 і знаходимо його

	2,8
1,0	0,20 1
$\eta_7 = 1,33$	$X_7 = 0.250$
1,4	0,26 0

$$X_7 = 0.201 + \frac{0.260 - 0.201}{1.4 - 1.0} \cdot (1.33 - 1.0) = 0.250;$$

$$8) \alpha_8 = f\left(\xi_8 = \frac{9,6}{3}; \eta_8 = \frac{4}{3}\right) = f(\xi_8 = 3,2; \eta_8 = 1,33) \\ = 0.201$$

Значення для $\xi_8=3,2$ по проміжному стовпцю $\eta_8 = 1,33$
позначаємо X_8 і знаходимо його

	3,2
1,0	0,16 0
$\eta_8 = 1,33$	$X_8=0.201$
1,4	0,21 0

$$X_8 = 0.201 + \frac{0.260 - 0.201}{1.4 - 1.0} \cdot (1.33 - 1.0) = 0.201;$$

$$9) \alpha_9 = f\left(\xi_9 = \frac{10,8}{3}; \eta_9 = \frac{4}{3}\right) = f(\xi_9 = 3,6; \eta_9 = 1,33) \\ = 0.166$$

Значення для $\xi_9=3,6$ по проміжному стовпцю $\eta_9 = 1,33$
позначаємо X_9 і знаходимо його

	3,6
1,0	0,13 1
$\eta_9 = 1,33$	$X_9=0.166$
1,4	0,17 3

$$X_9 = 0.131 + \frac{0.173 - 0.131}{1.4 - 1.0} \cdot (1.33 - 1.0) = 0.166;$$

$$10) \alpha_{10} = f\left(\xi_{10} = \frac{12,0}{3}; \eta_{10} = \frac{4}{3}\right) = f(\xi_{10} = 4,0; \eta_{10} = 1,33) \\ = 0,139$$

Значення для $\xi_{10}=4,0$ по проміжному стовпцю $\eta_{10} = 1,33$ позначаємо X_{10} і знаходимо його

	4,0
1,0	0,10 8
η_{10} = 1,33	$X_{10}=0,139$
1,4	0,14 5

$$X_{10} = 0,108 + \frac{0,145 - 0,108}{1,4 - 1,0} \cdot (1,33 - 1,0) = 0,139;$$

$$11) \alpha_{11} = f\left(\xi_{11} = \frac{13,2}{3}; \eta_{11} = \frac{4}{3}\right) = f(\xi_{11} = 4,4; \eta_{11} = 1,33) \\ = 0,117$$

Значення для $\xi_{11}=4,4$ по проміжному стовпцю $\eta_{11} = 1,33$ позначаємо X_{11} і знаходимо його

	4,4
1,0	0,09 1
η_{11} = 1,33	$X_{11}=0,117$
1,4	0,12 3

$$X_{11} = 0.091 + \frac{0.123 - 0.091}{1.4 - 1.0} \cdot (1.33 - 1.0) = 0.117;$$

$$12) \alpha_{12} = f\left(\xi_{12} = \frac{14,4}{3}; \eta_{12} = \frac{4}{3}\right) = f(\xi_{12} = 4,8; \eta_{12} = 1,33) \\ = 0.1$$

Значення для $\xi_{12}=4,8$ по проміжному стовпцю $\eta_{12} = 1,33$ позначаємо X_{12} і знаходимо його

	4,8
1,0	0,07 7
η_{12} = 1,33	$X_{12}=0.1$
1,4	0,10 5

$$X_{12} = 0.077 + \frac{0.105 - 0.077}{1.4 - 1.0} \cdot (1.33 - 1.0) = 0.1;$$

4. Визначається вертикальне напруження від зовнішнього навантаження $\sigma_{zp,i}$ на глибині z від підшви фундаменту на межі кожного елементарного шару ґрунту.

$$\sigma_{zp,0} = \alpha_0 \cdot p,$$

$$\text{де, } \alpha_0 = 1$$

$$\sigma_{zp,0} = 1 \cdot 190 = 190 \text{ (кПа)},$$

$$\sigma_{zp,i} = \alpha_i \cdot p,$$

$$1) \sigma_{zp,1} = 0,970 \cdot 190 = 184,3 \text{ (кПа)},$$

$$2) \sigma_{zp,2} = 0,840 \cdot 190 = 159,6 \text{ (кПа)},$$

$$3) \sigma_{zp,3} = 0,669 \cdot 190 = 127,1 \text{ (кПа)},$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

$$4) \sigma_{zp,4} = 0,517 \cdot 190 = 98,2 \text{ (кПа)},$$

$$5) \sigma_{zp,5} = 0,4 \cdot 190 = 76,0 \text{ (кПа)},$$

$$6) \sigma_{zp,6} = 0,313 \cdot 190 = 59,5 \text{ (кПа)},$$

$$7) \sigma_{zp,7} = 0,250 \cdot 190 = 47,5 \text{ (кПа)},$$

$$8) \sigma_{zp,8} = 0,201 \cdot 190 = 38,2 \text{ (кПа)},$$

$$9) \sigma_{zp,9} = 0,166 \cdot 190 = 31,5 \text{ (кПа)},$$

$$10) \sigma_{zp,10} = 0,139 \cdot 190 = 26,4 \text{ (кПа)}.$$

$$11) \sigma_{zp,11} = 0,117 \cdot 190 = 22,2 \text{ (кПа)}.$$

$$12) \sigma_{zp,12} = 0,1 \cdot 190 = 19,0 \text{ (кПа)}.$$

Для більш наочного вигляду подачі інформації данні з вищевказаного розрахунку заносяться до таблиці 3. Розрахунок проводимо паралельно з розрахунком $\sigma'_{zg,i}$ і $\sigma'_{zg,0}$ та з $\sigma_{zy,i}$ і $\sigma_{zy,0} = \sigma'_{zg,0}$.

Таблиця 3.

№	z_i	ξ	α	ξ_k	α_k	$\sigma_{zg,i}$	$\sigma_{zp,i}$	$\sigma_{zy,i}$	h_i	E	E_e	S	$\sigma_{zp,i} - 0,2\sigma_{zg,i}$
0	0	0	1.000				190,0		0.000	11	55		
1	0.6	0.4	0.970				184,3		0.600	11	55		
2	1.2	0.8	0.840				159,6		0.600	11	55		
3	1.8	1.2	0.669				127,1		0.600	11	55		
4	2.4	1.6	0.517				98,2		0.600	11	55		
5	3.0	2.0	0.400				76,0		0.600	11	55		
6	3.6	2.4	0.313				59,5		0.600	11,1	55,5		
7	4.2	2.8	0.250				47,5		0.600	11,1	55,5		
8	4.8	3.2	0.201				38,2		0.600	39,1	195,5		
9	5.4	3.6	0.166				31,5		0.600	39,1	195,5		
10	6.0	4.0	0.139				26,4		0.600	39,1	195,5		

Арк.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

$$5) \sigma_{zg,5} = \sigma_{zg,5/1} + \gamma_2 \cdot h_i = 101,17 + 17,5 \cdot 0,1 = 102,92$$

кПа

$$6) \sigma_{zg,6} = \sigma_{zg,5} + \gamma_2 \cdot h_i = 102,92 + 17,5 \cdot 0,6 = 113,42 \text{ кПа}$$

$$7) \sigma_{zg,7} = \sigma_{zg,6} + \gamma_2 \cdot h_i = 113,42 + 17,5 \cdot 0,6 = 123,92 \text{ кПа}$$

Так як шар ґрунту змінюється в межах елементарного шару, то розраховуємо $\sigma_{zg,8/1}$ – значення напруження від власної ваги в межах переходу з одного шару додругого.

$$\sigma_{zg,8/1} = \sigma_{zg,4} + \gamma_2 \cdot h_i = 123,92 + 17,5 \cdot 0,45 = 131,80$$

кПа

$$8) \sigma_{zg,8} = \sigma_{zg,8/1} + \gamma_2 \cdot h_i = 131,80 + 20,0 \cdot 0,15 = 134,80$$

кПа

$$9) \sigma_{zg,9} = \sigma_{zg,8} + \gamma_2 \cdot h_i = 134,80 + 20,0 \cdot 0,6 = 146,80 \text{ кПа}$$

$$10) \sigma_{zg,10} = \sigma_{zg,9} + \gamma_2 \cdot h_i = 146,80 + 20,0 \cdot 0,6 = 158,80$$

кПа

Так як шар ґрунту змінюється в межах елементарного шару, то розраховуємо $\sigma_{zg,11/1}$ – значення напруження від власної ваги в межах переходу з одного шару додругого.

$$\sigma_{zg,11/1} = \sigma_{zg,10} + \gamma_2 \cdot h_i = 158,80 + 20,0 \cdot 0,25 = 163,80$$

кПа

Так як РГВ знаходиться на глибині 9,05 м (абсолютна відмітка 68,50), то розраховуємо вертикальне напруження від власної ваги ґрунту з урахуванням виважуючої дії води:

						Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де, z – залежить від технології влаштування фундаментів (додаткові розміри низу котловану для проведення опалубочних робіт),

α – кут природного схилу ґрунту,

d – глибина закладання фундаменту від рівня планування.

7. Визначаємо за коефіцієнти $\alpha_{k,i}$ які приймаються згідно табл. Д1 ДБН В.2.1-10-2009 [3] для $B_k=7,73\text{м}$, $L_k=8,73\text{м}$.

$$\alpha_k = f\left(\xi = \frac{2z_k}{B_k}; \eta_k = \frac{L_k}{B_k}\right)$$

$$1) \alpha_{k,1} = f\left(\xi_{k,1} = \frac{1,2}{7,73}; \eta_{k,1} = \frac{8,73}{7,73}\right) = f(\xi_{k,1} = 0,155; \eta_{k,1} = 1,129) = 0,986$$

$$2) \alpha_{k,2} = f\left(\xi_{k,2} = \frac{2,4}{7,73}; \eta_{k,2} = \frac{8,73}{7,73}\right) = f(\xi_{k,2} = 0,310; \eta_{k,2} = 1,129) = 0,972$$

$$3) \alpha_{k,3} = f\left(\xi_{k,3} = \frac{3,6}{7,73}; \eta_{k,3} = \frac{8,73}{7,73}\right) = f(\xi_{k,3} = 0,466; \eta_{k,3} = 1,129) = 0,939$$

$$4) \alpha_{k,4} = f\left(\xi_{k,4} = \frac{4,8}{7,73}; \eta_{k,4} = \frac{8,73}{7,73}\right) = f(\xi_{k,4} = 0,621; \eta_{k,4} = 1,129) = 0,882$$

$$5) \alpha_{k,5} = f\left(\xi_{k,5} = \frac{6,0}{7,73}; \eta_{k,5} = \frac{8,73}{7,73}\right) = f(\xi_{k,5} = 0,776; \eta_{k,5} = 1,129) = 0,824$$

$$6) \alpha_{k,6} = f\left(\xi_{k,6} = \frac{7,2}{7,73}; \eta_{k,6} = \frac{8,73}{7,73}\right) = f(\xi_{k,6} = 0,931; \eta_{k,6} = 1,129) = 0,755$$

						Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$7) \alpha_{k,7} = f\left(\xi_{k,7} = \frac{8,4}{7,73}; \eta_{k,7} = \frac{8,73}{7,73}\right) = f(\xi_{k,7} = 1,087; \eta_{k,7} = 1,129) = 0,683$$

$$8) \alpha_{k,8} = f\left(\xi_{k,8} = \frac{9,6}{7,73}; \eta_{k,8} = \frac{8,73}{7,73}\right) = f(\xi_{k,8} = 1,242; \eta_{k,8} = 1,129) = 0,615$$

$$9) \alpha_{k,9} = f\left(\xi_{k,9} = \frac{10,8}{7,73}; \eta_{k,9} = \frac{8,73}{7,73}\right) = f(\xi_{k,9} = 1,397; \eta_{k,9} = 1,129) = 0,555$$

$$10) \alpha_{k,10} = f\left(\xi_{k,10} = \frac{12,0}{7,73}; \eta_{k,10} = \frac{8,73}{7,73}\right) = f(\xi_{k,10} = 1,552; \eta_{k,10} = 1,129) = 0,495$$

$$11) \alpha_{k,11} = f\left(\xi_{k,11} = \frac{13,2}{7,73}; \eta_{k,11} = \frac{8,73}{7,73}\right) = f(\xi_{k,11} = 1,708; \eta_{k,11} = 1,129) = 0,445$$

$$12) \alpha_{k,12} = f\left(\xi_{k,12} = \frac{14,4}{7,73}; \eta_{k,12} = \frac{8,73}{7,73}\right) = f(\xi_{k,12} = 1,863; \eta_{k,12} = 1,129) = 0,4$$

8. Визначасмо вертикальне напруження від власної ваги ґрунту $\sigma_{z\gamma,0}$ знятого в котловані до рівня підшови фундаменту.

$$\sigma_{z\gamma,0} = \gamma'_{II} \cdot d_{NL}$$

$$\sigma_{zg,0} = \sigma_{z\gamma,0}$$

$$\sigma_{z\gamma,0} = \gamma'_{II} \cdot d_{NL} = 48,97 \text{ кПа}$$

d_{NL} - глибина закладання фундаменту від рівня природного рельєфу

						Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Вертикальне напруження від власної ваги ґрунту $\sigma_{zy,i}$ знятого в котловані до рівня підшови фундаменту, на глибині z від його підшови в прямокутних визначаємо за формулою

$$\sigma_{zy,i} = \alpha_k \sigma_{zy,0}$$

$$1) \sigma_{zy,1} = 0,986 \cdot 48,97 = 48,28 \text{ (кПа)}$$

$$2) \sigma_{zy,2} = 0,972 \cdot 48,97 = 47,60 \text{ (кПа)}$$

$$3) \sigma_{zy,3} = 0,939 \cdot 48,97 = 45,98 \text{ (кПа)}$$

$$4) \sigma_{zy,4} = 0,882 \cdot 48,97 = 43,19 \text{ (кПа)}$$

$$5) \sigma_{zy,5} = 0,824 \cdot 48,97 = 40,35 \text{ (кПа)}$$

$$6) \sigma_{zy,6} = 0,755 \cdot 48,97 = 36,97 \text{ (кПа)}$$

$$7) \sigma_{zy,7} = 0,683 \cdot 48,97 = 33,45 \text{ (кПа)}$$

$$8) \sigma_{zy,8} = 0,615 \cdot 48,97 = 30,12 \text{ (кПа)}$$

$$9) \sigma_{zy,9} = 0,555 \cdot 48,97 = 27,18 \text{ (кПа)}$$

$$10) \sigma_{zy,10} = 0,495 \cdot 48,97 = 24,24 \text{ (кПа)}$$

$$11) \sigma_{zy,11} = 0,445 \cdot 48,97 = 21,79 \text{ (кПа)}$$

$$12) \sigma_{zy,12} = 0,4 \cdot 48,97 = 19,59 \text{ (кПа)}$$

10. Осідання S окремо розташованих фундаментів з використанням розрахункової схеми у вигляді лінійно-деформованого на півпросторі методом пошарового підсумовування розраховують за формулою

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{(\sigma_{zp,i} - \sigma_{zy,i}) \cdot h_i}{E_i} + \beta \sum_{i=1}^n \frac{(\sigma_{zy,i} \cdot h_i}{E_{ei}}$$

						Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оскільки котлован менше ніж 5 м, допускається не враховувати другу складову, Д.4 ДБН В.2.1-10-2009.

$$S_1 = \beta \sum_{i=1}^n \frac{(\sigma_{zp,1} - \sigma_{zy,1}) \cdot h_1}{E_1} = 0,8 \frac{(184,3 - 48,28) \cdot 0,6}{11 \cdot 10^3} = 0,0059$$

$$S_2 = \beta \sum_{i=1}^n \frac{(\sigma_{zp,2} - \sigma_{zy,2}) \cdot h_2}{E_2} = 0,8 \frac{(159,6 - 47,60) \cdot 0,6}{11 \cdot 10^3} = 0,0049$$

$$S_3 = \beta \sum_{i=1}^n \frac{(\sigma_{zp,3} - \sigma_{zy,3}) \cdot h_3}{E_3} = 0,8 \frac{(127,1 - 45,98) \cdot 0,6}{11 \cdot 10^3} = 0,0035$$

$$S_4 = \beta \sum_{i=1}^n \frac{(\sigma_{zp,4} - \sigma_{zy,4}) \cdot h_4}{E_4} = 0,8 \frac{(98,2 - 43,19) \cdot 0,6}{11 \cdot 10^3} = 0,0002$$

$$S_5 = \beta \sum_{i=1}^n \frac{(\sigma_{zp,5} - \sigma_{zy,5}) \cdot h_5}{E_5} = 0,8 \frac{(76,0 - 40,35) \cdot 0,6}{11 \cdot 10^3} = 0,0015$$

$$S_6 = \beta \sum_{i=1}^n \frac{(\sigma_{zp,6} - \sigma_{zy,6}) \cdot h_6}{E_6} = 0,8 \frac{(59,5 - 36,97) \cdot 0,6}{11,1 \cdot 10^3} = 0,0009$$

$$S_7 = \beta \sum_{i=1}^n \frac{(\sigma_{zp,7} - \sigma_{zy,7}) \cdot h_7}{E_7} = 0,8 \frac{(47,5 - 33,45) \cdot 0,6}{11,1 \cdot 10^3} = 0,0006$$

$$S_8 = \beta \sum_{i=1}^n \frac{(\sigma_{zp,8} - \sigma_{zy,8}) \cdot h_8}{E_8} = 0,8 \frac{(38,2 - 30,12) \cdot 0,6}{39,1 \cdot 10^3} = 0,00007$$

$$S_9 = \beta \sum_{i=1}^n \frac{(\sigma_{zp,9} - \sigma_{zy,9}) \cdot h_9}{E_9} = 0,8 \frac{(31,5 - 27,18) \cdot 0,6}{39,1 \cdot 10^3} = 0,00005$$

$$S_{10} = \beta \sum_{i=1}^n \frac{(\sigma_{zp,10} - \sigma_{zy,10}) \cdot h_{10}}{E_{10}} = 0,8 \frac{(26,4 - 24,24) \cdot 0,6}{39,1 \cdot 10^3} = 0,00006$$

$$S_{11} = \beta \sum_{i=1}^n \frac{(\sigma_{zp,11} - \sigma_{zy,11}) \cdot h_{11}}{E_{11}} = 0,8 \frac{(22,2 - 21,79) \cdot 0,6}{14,2 \cdot 10^3} = 0,000001$$

$$S_{12} = \beta \sum_{i=1}^n \frac{(\sigma_{zp,12} - \sigma_{zy,12}) \cdot h_{12}}{E_{12}} = 0,8 \frac{(19,0 - 19,59) \cdot 0,6}{14,2 \cdot 10^3} = 0,00002$$

№	z _i	ξ	α	ξ _k	α _k	σ _{zg} , i	σ _{zp,i}	σ _{zy} , i	h _i	E	E _e	S _i	σ _{zp,i} - 0,2σ _{zg} ,i
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									Арк.
													81

»

0	0	0	1.00	0,000	1,000	48.97	190,0	48,97	0.000	11	55	0,000	180,2
1	0.6	0.4	0.970	0,155	0,986	59.77	184,3	48,28	0.600	11	55	0,59	172,3
2	1.2	0.8	0.840	0,310	0,972	70.57	159,6	47,60	0.600	11	55	0,49	145,5
3	1.8	1.2	0.669	0,466	0,939	81.37	127,1	45,98	0.600	11	55	0,35	110,8
4	2.4	1.6	0.51	0,621	0,882	92.17	98,2	43,19	0.600	11	55	0,02	79,8
5	3.0	2.0	0.400	0,776	0,824	102.92	76,0	40,35	0.600	11	55	0,15	55,4
6	3.6	2.4	0.313	0,931	0,755	113.42	59,5	36,97	0.600	11,1	55,5	0,09	36,8
7	4.2	2.8	0.250	1,087	0,683	123.92	47,5	33,45	0.600	11,1	55,5	0,06	22,7
8	4.8	3.2	0.201	1,242	0,615	134.80	38,2	30,12	0.600	39,1	195,5	0,007	11,24
9	5.4	3.6	0.166	1,397	0,555	146.80	31,5	27,18	0.600	39,1	195,5	0,005	2,1
10	6.0	4.0	0.139	1,552	0,495	158.80	26,4	24,24	0.600	39,1	195,5	0,006	-9,56
11	6.6	4.4	0.117	1,708	0,445	167.50	22,2	21,79	0.600	14,2	71	0,0001	-11,3
12	7.2	4.8	0.100	1,863	0,400	173.85	19,0	19,59	0.600	14,2	71	0,002	-15,8
												1,77	

За отриманими результатами будемо:

А) Графік затухань напружень від зовнішнього навантаження на глибині z відпідосви фундаменту (рис. 5);

Б) Графік вертикальних напружень від власної ваги ґрунту на межі шарурозташованого на глибині z від підосви фундаменту (рис. 5);

В) Графік вертикальних напружень від власної ваги ґрунту, знятого в котловані до рівня підосви фундаменту, на глибині z від його підосви (рис. 5).

Арк.

82

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

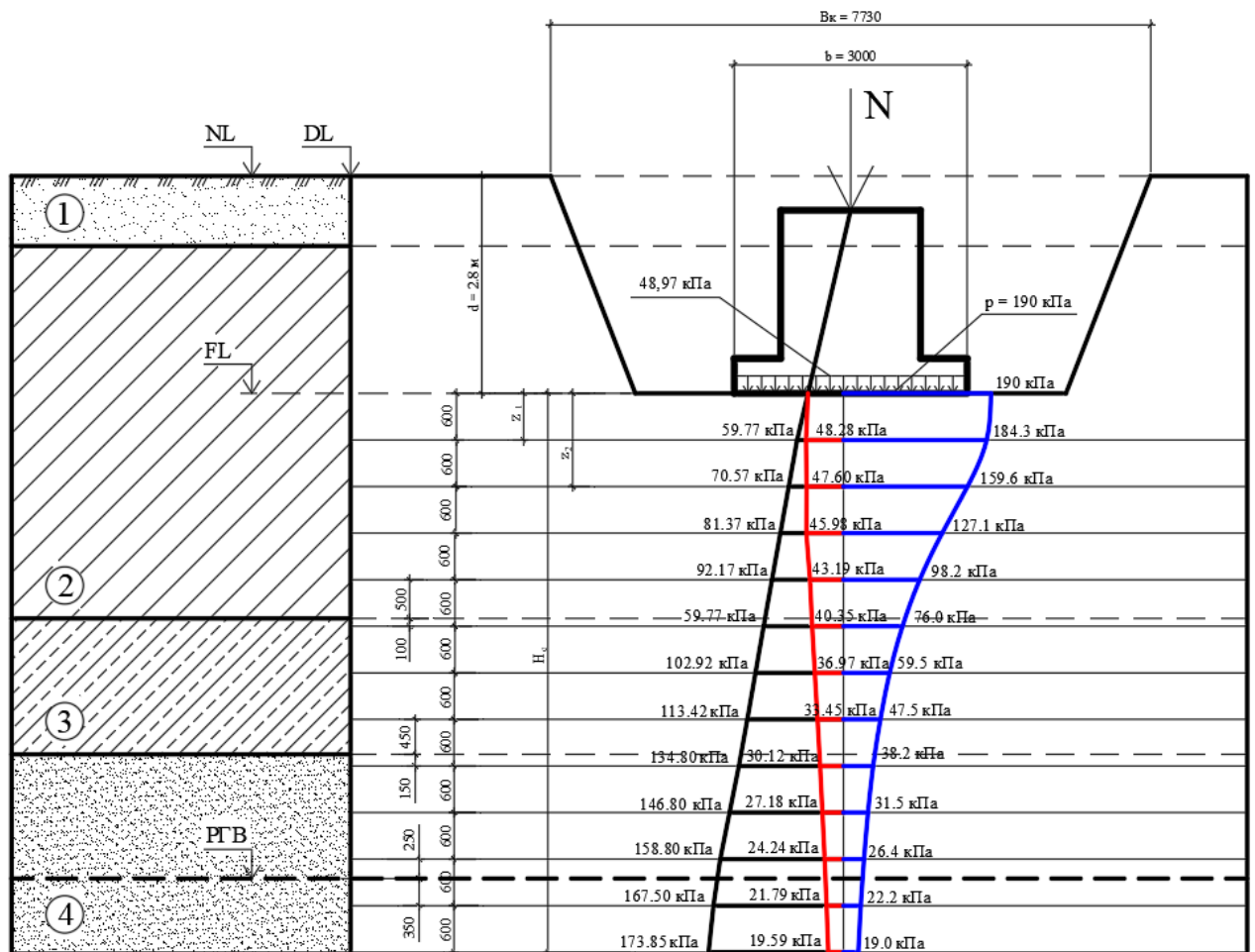


Схема розподілення вертикальних напружень в лінійно-деформованому напівпросторі.

$$S=1.77 \text{ см} \approx 1.8 \text{ см.}$$

Одержана розрахунком величина осідання основи фундаменту порівнюється з граничними деформаціями згідно таблиці А.1 ДБН В.2.1-10-2018.

Відповідь: для будівель з повним залізобетонним каркасом згідно таблиці И.1 гранична осадка основи фундаменту для заданої будівлі дорівнює $S_u = 10 \text{ см}$.

$$\text{Умова } S < S_u \text{ виконується: } 1,8 \text{ см} < 10 \text{ см.}$$

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	83

4.6. Конструювання фундаменту

Конструювання фундаменту за даними розрахунку виконано в графічній частині проекту.

4.7. Розрахунок металевої ферми

4.7.1. Компонування ферми

Для комплектування ферми визначимо вихідні дані.

Прольот ферми – 24 м.

Тип ферми – трапецієподібна з низхідним опорним розкосом.

Тип покрівлі – утеплена покрівля з профнатсилу.

Крок конструкцій – 6,0 м.

Відмітка низу ферми – 7,0 м.

Клас капітальності будівлі – 1.

Геометрична схема ферми Ф-1 із зусиллями в стержнях

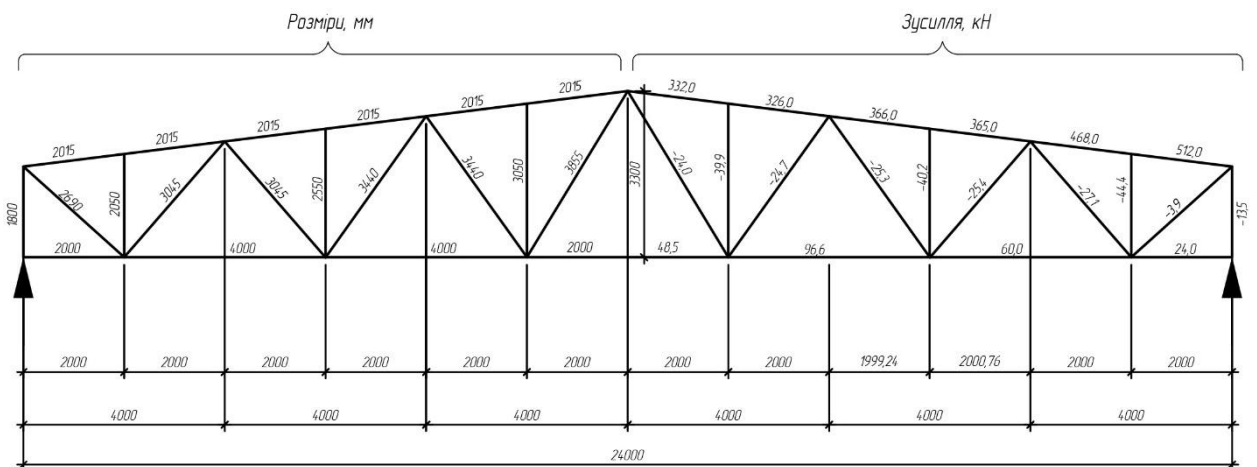


Рис.1. Геометрична схема ферми із зусиллями.

						Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

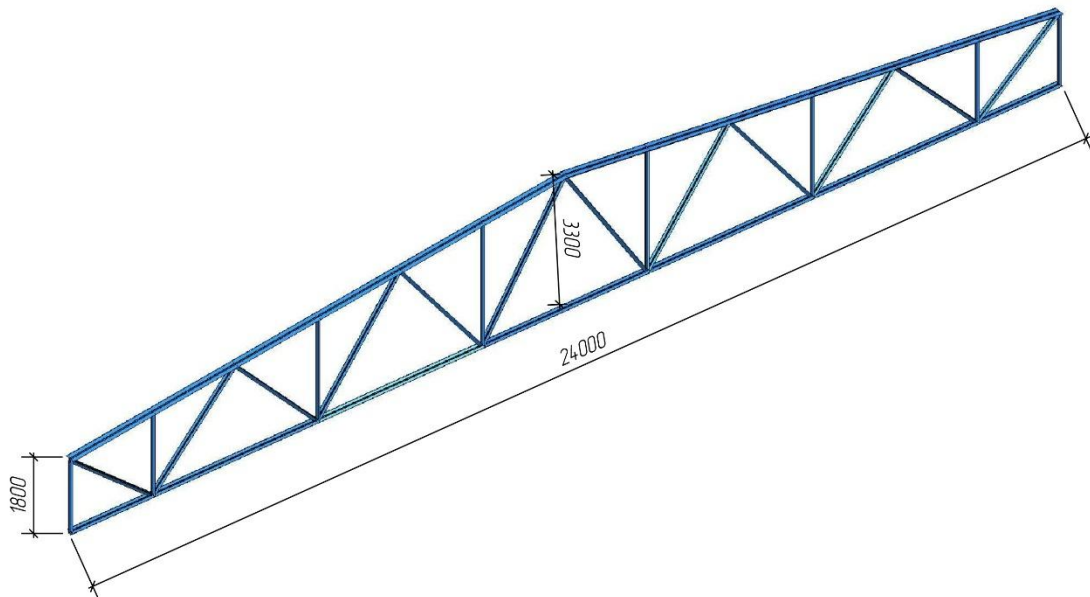


Рис. 2. Загальний вигляд ферми.

Ферма запроектована із спарених кутиків різного профілю. Значення елементів наведені в табл. 1. Всього ферма має 6 панелей. Передбачена трапецієвидна форма, відповідно до завдання. Висота ферми по середині – 3300, по бокам – 1800. Решітка запроектована у відповідності до розрахунку стійкості та економності конструкції.

Таблиця 1. Переріз основних елементів ферми

№ п/п	Елемент	Переріз	Матеріал
1	Верхній пояс	Два кутика 110x7	C255
2	Нижній пояс	Два кутика 90x7	C255
3	Упор	Два кутика 75x5	C255
4	Стійка	Два кутика 50x5	C255

4.8. Статичний розрахунок ферми

При навантаженні 26 кН/м^2 рекомендується [1] використовувати листи товщиною 10-12 мм.

Вибираємо товщина настилу $t_n = 11 \text{ мм}$.

						Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

»

$R_{un} = 370 \text{ МПа} = 37 \text{ кН/см}^2$ - нормативний опір по тимчасовому опору прокату для настилу з прокату листового, ширококутового універсального марки сталі С245 товщиною $2 \text{ мм} < t_n = 11 \text{ мм} < 20 \text{ мм}$ по Таблиці 51 Додатка 1 [2].

$R_y = 240 \text{ МПа} = 24 \text{ кН/см}^2$ - розрахунковий опір для настилу із прокату листового, ширококутового універсального марки сталі С245 товщиною $2 \text{ мм} < t_n = 11 \text{ мм} < 20 \text{ мм}$ по Таблиці 51 Додатка 1 [2].

$R_y = 240 \text{ МПа} = 24 \text{ кН/см}^2$ - розрахунковий опір для прогонів і балок настилу з прокату листового, ширококутового універсального марки сталі С245 товщиною прокату $10 \text{ мм} < t_n < 20 \text{ мм}$, по Таблиці 51 Додатка 1 [2].

$R_y = 240 \text{ МПа} = 24 \text{ кН/см}^2$ - розрахунковий опір елементів ферми з прокату листового, ширококутового універсального марки сталі С245 товщиною прокату $10 \text{ мм} < t_n < 20 \text{ мм}$, по Таблиці 51 Додатка 1 [2].

Розрахунковий опір прокату зсуві по Таблиці 1 [2]

$$R_s = 0.58 \cdot \frac{R_{yn}}{\gamma_m} = 0.58 \cdot R_y = 0.58 \cdot 240 = 139.2 \text{ МПа} = 13.92 \text{ кН/см}^2$$

При $p^n \leq 50 \text{ кН/м}^2$, і граничному відносному прогині не більше $1/150$ міцність шарнірно закріпленого по краях сталевого настилу завжди буде забезпечена, і його треба розраховувати тільки на прогин.

Гранично допустимий прогин

$$\left[\frac{f_u}{l_n} \right] = \frac{1}{150}$$

Граничне відношення прольоту до товщини настилу визначаємо з формули А.Л. Телояна:

$$\frac{l}{t} = \frac{4 \cdot n_0}{15} \left(1 + \frac{72 \cdot E_1}{n_0^4 \cdot q_n} \right); \text{ де}$$

$$n_0 = \left[\frac{l_n}{f_u} \right] = 150$$

E_1 –модуль пружності при відсутності поперечних деформацій, визначається за формулою:

$$E_1 = \frac{E}{1-\nu^2}, \text{ де}$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

»

$E=2.06 \cdot 10^5 (2,1 \cdot 10^6) \text{ МПа} (\text{кг/см}^2)$ - модуль пружності прокатної сталі і сталевих виливків по Таблиці 63 Додатка 3 [2].

$\nu=0.3$ – коефіцієнт Пуасона для сталі,

Тоді

$$E_1 = \frac{2.06 \cdot 10^5}{1 - 0.3^2} = 2.26 \cdot 10^5 \text{ МПа} = 2.26 \cdot 10^4 \text{ кгН/см}^2,$$

$$q_n = p^n = 0.0023 \frac{\text{кгН}}{\text{см}^2}$$

$$\frac{a}{t_n} = \frac{4 \cdot 150}{15} \left(1 + \frac{72 \cdot 2.26 \cdot 10^4}{150^4 \cdot 0.0023} \right) = 95,9$$

$$\frac{a}{t_n} = 95,9 \Rightarrow a = 95,9 \cdot t_n = 95,9 \cdot 11 = 1054,9 \text{ мм}$$

$$n = \frac{12000}{1054,9} = 11,37$$

Округляємо в більшу сторону до парної кількості, щоб балки не спиралися на колону і центр головної балки:

$$n = 12$$

$$a = \frac{12000}{12} = 1000 \text{ мм.}$$

$$q = G \cdot a = 32,235 \cdot 1 = 32,235 \text{ кгН/м}$$

Розрахункові згинальний момент (максимальний) і поперечна сила, необхідний момент опору:

$$M = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{32,235 \cdot 12^2}{8} = 580,23 \text{ кгН} \cdot \text{м} = 58023 \text{ Н} \cdot \text{см},$$

$$Q = \frac{ql}{2} = \frac{32,235 \cdot 12}{2} = 193,4 \text{ кгН},$$

$$W = \frac{M}{\sigma \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{58023}{1.1 \cdot 240 \cdot 1} = 219,8 \text{ см}^3$$

Приймаємо два кутики 110x7, що має наступні номінальні розміри, площа поперечного перерізу, маса і довідкові значення для осей:

$$= 220 \text{ мм}$$

$$s = 5,4 \text{ мм}$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

$$t = 8,7 \text{ мм.};$$

$$m = 24,0 \text{ кг/м};$$

$$I_x = 2550 \text{ см}^4;$$

$$W_x = 232,0 \text{ см}^3;$$

$$S_x = 131 \text{ см}^3.$$

Перевірка на міцність:

$$\frac{M}{c_1 \cdot W_x} = \frac{58023}{1,1 \cdot 232} = 227,4 \text{ кН/см}^2 < R_y \cdot \gamma_c = 240 \cdot 1 = 240 \text{ кН/см}^2$$

⇒ умова виконується

Перевірка на зріз:

$$\tau = \frac{Q \cdot S_x}{I_x \cdot t} = \frac{193,4 \cdot 131}{2550 \cdot 8,7} = 1,14 \text{ кН/см}^2 < R_s \cdot \gamma_c = 13,92 \cdot 1 = 13,92 \text{ кН/см}^2$$

⇒ умова виконується

Перевірка на жорсткість по прогину:

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{q^n \cdot l_n^4}{E \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,26 \cdot 1200^4}{2,06 \cdot 10^4 \cdot 2550} = 8,55 \text{ см}$$

$$f = 8,55 \text{ см} \leq \frac{l}{150} = \frac{1200}{150} = 8 \text{ см}$$

8 см ⇒ умова не виконується, збільшуємо двотавр до 24 і робимо перевірку заново.

Приймаємо два кутики 90х6, який має наступні номінальні розміри, площа поперечного перерізу, маса і довідкові значення для осей:

$$= 240 \text{ мм}$$

$$s = 5,6 \text{ мм}$$

$$t = 9,5 \text{ мм.};$$

$$m = 27,3 \text{ кг/м};$$

$$I_x = 5010 \text{ см}^4;$$

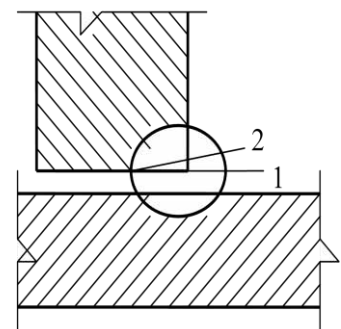


Рис. 3. Схема розрахункових перерізів зварного з'єднання з кутовим швом

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

$$W_x = 289,0 \text{ см}^3;$$

$$S_x = 163 \text{ см}^3.$$

Перевірка на міцність:

$$\frac{M}{c_1 \cdot W_x} = \frac{58023}{1.1 \cdot 289} = 182,5 \text{ кН/см}^2 < R_y \cdot \gamma_c = 240 \cdot 1 = 240 \text{ кН/см}^2$$

⇒ умова виконується

Перевірка на зріз:

$$\tau = \frac{Q \cdot S_x}{I_x \cdot t} = \frac{193,4 \cdot 163}{5010 \cdot 9,5} = 0,66 \text{ кН/см}^2 < R_s \cdot \gamma_c = 13,92 \cdot 1 = 13,92 \text{ кН/см}^2$$

⇒ умова виконується

Перевірка на жорсткість по прогину:

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{q^n \cdot l_n^4}{E \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,26 \cdot 1200^4}{2,06 \cdot 10^4 \cdot 5010} = 3,02 \text{ см}$$

$$f = 3,02 \text{ см} \leq \frac{l}{150} = \frac{1200}{150} = 8 \text{ см} \Rightarrow \text{умова виконується}$$

Прийнятий переріз задовольняє умовам міцності і жорсткості.

Визначаємо витрату металу на 1 м² перекриття:

- настил 69 кг/м²,

- ферма $m/a = 27,3/1 = 27,3 \text{ кг/м}^2$

Витрата сталі складає: 69 + 27,3 = 96,3 кг/м².

Розрахунок зварного з'єднання виконуємо згідно з п. 11 [2].

Зварні з'єднання з кутовими швами при дії поздовжньої і поперечної сил слід розраховувати на зріз (умовний) по двох перерізах (Рис. 2):

а) по металу шва (січення 1)

$$N / (\beta_f k_f l_w) \leq R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c;$$

б) по металу границі сплавлення (січення 2)

$$N / (\beta_z k_z l_w) \leq R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c, \text{ де}$$

$N = H$ – розпір на $l_w = 1 \text{ см.}$, визначається за наближеною формулою (7)[4]:

						Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$H = \gamma_f \cdot \frac{\pi^2}{4} \left[\frac{f_u}{l_n} \right]^2 \cdot E_1 \cdot t_n =$$

$$= 1.2 \cdot \frac{3,14^2}{4} \cdot \left[\frac{1}{150} \right]^2 \cdot 2.26 \cdot 10^4 \cdot 1,1 = 3,27 \text{ кН/см}$$

$k_f=4\text{мм}=0.4 \text{ см}$ – мінімальний катет шва кутового з'єднання при автоматичному зварюванні деталей конструкцій із сталі до 430 МПа при товщині більш товстого із зварюваних елементів $10 < t_f = 11 < 12 \text{ мм}$ згідно п. 12.8 б[2]. Катети кутових швів при найменшій товщині з'єднувальних елементів $t_n=10\text{мм}$ не повинні бути більше $1.2 \cdot t_n = 1.2 \cdot 10 = 12 \text{ мм}$ (п. 12.8 а[2]).

$\beta_f=0.9$ и $\beta_z=1.05$ коефіцієнти, що приймаються при зварюванні елементів із сталі з межею текучоті до 530 МПа (5400 кгс/см^2) при автоматичному і напівавтоматичному зварюванні $d=1.4\text{-}2\text{мм}$, при нижньому положенні шва і катетах шва в межах 3-8 мм по Таблиці 34[2].

$\gamma_{wf}=1$ и $\gamma_{wz}=1$ коефіцієнти умов роботи шва у всіх випадках, крім конструкцій, що зводяться в кліматичних районах І1, І2, І2 і І3.

По Таблиці 55[2] вибираємо для 2, 3 і 4 груп конструкцій у всіх кліматичних районах, крім І1, І2, І2 і І3, для з'єднання сталевих конструкцій марки сталі С245 при зварюванні під флюсом АН-60 марку зварювального дроту Св-08ГАі тип електрода Є46.

$R_{wun} = 450\text{МПа}$ - значення нормативного опору металу шва по Таблиці 4[2].

Тоді розрахунковий опір металу шва зварних з'єднань з кутовими швами при типах електродів Є6(по ГОСТ 2246–70), марці дроту Св-08ГА відповідні сталі зварюваних деталей по Таблиці 3 і Таблиці 56 Додатка 2 [2] буде:

$$R_{wf} = 0.55 \cdot \frac{R_{wun}}{\gamma_{wm}} = 0.55 \cdot \frac{450}{1.25} = 198\text{МПа} = 19.8\text{кН/см}^2$$

Тоді розрахунковий опір металу по межі сплавлення зварних з'єднань з кутовими швами для настилу буде згідно Таблиці 3 [2]:

$$R_{wz} = 0.45 \cdot R_{un} = 0.45 \cdot 370 = 166,5\text{МПа} = 16.6\text{кН/см}^2$$

						Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перевірка параметрів швів:

по металу шва

$$\frac{N}{b_f k_f l_w} = \frac{3,27}{0,9 \cdot 0,4 \cdot 1} \leq 19,8 \cdot 1 \cdot 1;$$

$$9,08 \leq 19,8 \Rightarrow \text{умова виконується}$$

по металу границі сплавлення

$$\frac{N}{b_z k_f l_w} = \frac{3,27}{1,05 \cdot 0,4 \cdot 1} \leq 16,6 \cdot 1 \cdot 1;$$

$$7,79 \leq 16,6 \Rightarrow \text{умова виконується}$$

Приймаємо $k_f = 4\text{мм}$.

Перевірка розрахунків зроблена в ПК Ліра.

Завантаження 1 – Власна вага ферми

Завантаження 2 – Навантаження від покриття

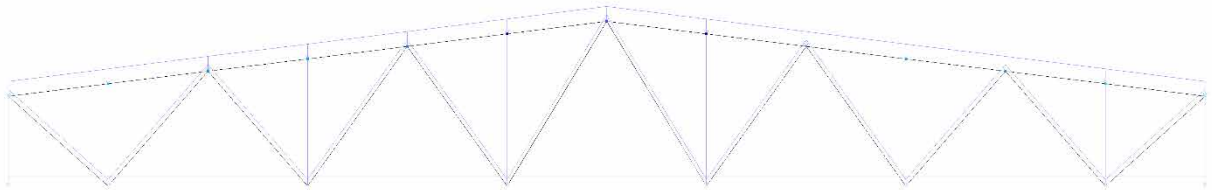


Рис. 4. Мозаїка переміщень по Z для завантаження 1

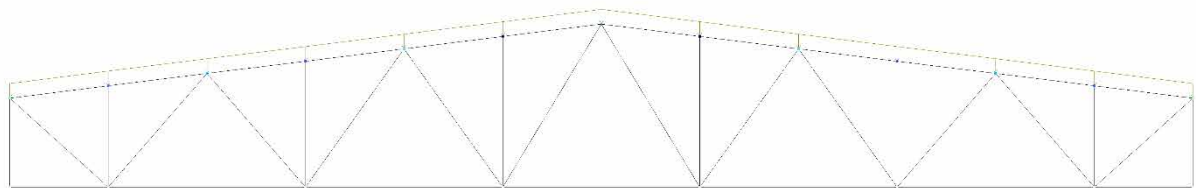
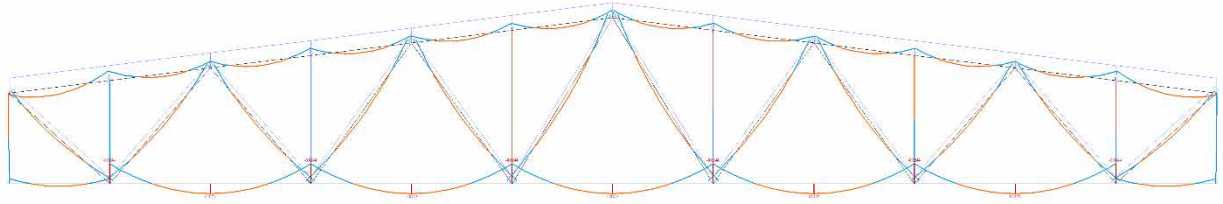
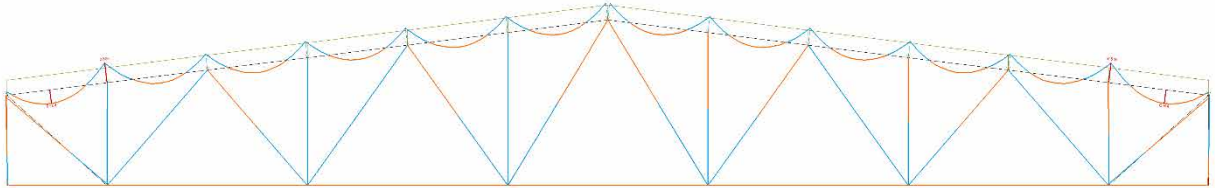


Рис. 5. Мозаїка переміщень по Z для завантаження 2

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		91

Рис. 6. Епюра M_y для завантаження 1Рис. 7. Епюра M_y для завантаження 2

Таблиця. 2 – Звіт переміщень розрахунку.

Завантаження	Вузол	X, мм	Z, мм
1	1	0	0
1	2	-0,04585	-0,94448
1	3	-0,02682	-1,673
1	4	0	-2,1293
1	5	0,02682	-1,673
1	6	0,04585	-0,94448
1	7	0	0
1	8	0,28098	-0,00251
1	9	0,33986	-0,47331
2	1	0	0
2	2	-1,3292	-24,875
2	3	-0,78566	-43,269
2	4	0	-53,707
2	5	0,78566	-43,269

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

»

2	6	1,3292	-24,875
2	7	0	0
2	8	6,9409	-0,14347
2	9	8,5056	-12,655
1	10	0,36139	-0,95157
1	11	0,3701	-1,3274
1	12	0,36502	-1,6936
1	13	0,33923	-1,8969
1	14	0	0,42277
1	15	-0,33923	-1,8969
1	16	-0,36502	-1,6936
1	17	-0,3701	-1,3274
1	18	-0,36139	-0,95157
2	10	8,9588	-25,319
2	11	9,008	-34,752
2	12	8,6824	-44,073
2	13	7,7544	-48,636
2	14	0	1,8561
2	15	-7,7544	-48,636
2	16	-8,6824	-44,073
2	17	-9,008	-34,752
2	18	-8,9588	-25,319
1	19	-0,33986	-0,47331
1	20	-0,28098	-0,00251
2	19	-8,5056	-12,655
2	20	-6,9409	-0,14347
2	1	0	0
2	2	-1,3292	-24,875
2	3	-0,78566	-43,269
2	4	0	-53,707
2	5	0,78566	-43,269
2	6	1,3292	-24,875

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		98

»

2	7	0	0
2	8	6,9409	-0,14347
2	9	8,5056	-12,655
1	10	0,36139	-0,95157
1	11	0,3701	-1,3274
1	12	0,36502	-1,6936
1	13	0,33923	-1,8969
1	14	0	0,42277
1	15	-0,33923	-1,8969
1	16	-0,36502	-1,6936
2	17	-0,3701	-1,3274
2	18	-0,36139	-0,95157
1	19	8,9588	-25,319
1	20	9,008	-34,752

4.9. Підбір перерізів елементів ферми

Підбір перерізів виконано в ПК ліра, враховуючи першу групу граничних станів (1ГС), другу групу граничних станів (2ГС) та місцеву стійкість (МС).

ГР	ЕЛЕМЕНТ	НП	ГРУПА	КРОК	1ГС %	2ГС %	М.С %	Довжина
1 - Переріз: 1.2.2.1 Два кутика 110 x 110 x 7								
1	7	1		1,36	0	0	76	2,02
1	7	2		2,72	0	0	0	2,02
1	8	1		1,36	50	0	76	2,02
1	8	2		1,36	49	0	76	2,02
1	9	1		1,36	50	0	76	2,02
1	9	2		1,36	49	0	76	2,02
1	10	1		1,36	66	0	77	2,02
1	10	2		1,36	65	0	77	2,02
1	11	1		1,36	66	0	78	2,02
1	11	2		1,36	66	0	77	2,02
1	12	1		1,36	64	0	76	2,02
1	12	2		1,36	63	0	76	2,02
1	13	1		1,36	63	0	76	2,02
1	13	2		1,36	64	0	76	2,02
1	14	1		1,36	66	0	77	2,02

									Арк.
									94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

1	14	2		1,36	66	0	78	2,02
1	15	1		1,36	65	0	77	2,02
1	15	2		1,36	66	0	77	2,02
1	16	1		1,36	49	0	76	2,02
1	16	2		1,36	50	0	76	2,02
1	17	1		1,36	49	0	76	2,02
1	17	2		1,36	50	0	76	2,02
1	18	1		2,72	0	0	0	2,02
1	18	2		1,36	0	0	76	2,02
2 - Переріз: 2.2.2.2 Два кутика 90 x 90 x 6								
2	1	1		1,11	30	0	67	4
2	1	2		1,11	30	0	67	4
2	2	1		2,23	12	0	0	4
2	2	2		2,23	12	0	0	4
2	3	1		2,23	18	0	0	4
2	3	2		2,23	18	0	0	4
2	4	1		2,23	18	0	0	4
2	4	2		2,23	18	0	0	4
2	5	1		2,23	12	0	0	4
2	5	2		2,23	12	0	0	4
2	6	1		1,11	30	0	67	4
2	6	2		1,11	30	0	67	4
3 - Переріз: 3.3.3.3 Два кутика 50 x 50 x 5								
3	19	1		0,61	7	0	46	1,8
3	19	2		0,61	7	0	46	1,8
3	20	1		0,61	17	0	46	2,3
3	20	2		0,61	17	0	46	2,3
3	21	1		0,61	26	0	46	2,8
3	21	2		0,61	26	0	46	2,8
3	23	1		0,61	26	0	46	2,8
3	23	2		0,61	26	0	46	2,8
3	24	1		0,61	17	0	46	2,3
3	24	2		0,61	17	0	46	2,3
3	25	1		0,61	7	0	46	1,8
3	25	2		0,61	7	0	46	1,8
4 - Переріз: 4.4.4.4 Два кутика 75 x 75 x 5								
4	26	1		0,86	98	0	82	2,86
4	26	2		0,86	98	0	82	2,86
4	27	1		1,73	59	0	0	2,86
4	27	2		1,73	59	0	0	2,86
4	28	1		0,86	38	0	67	3,24
4	28	2		0,86	38	0	67	3,24
4	29	1		1,73	18	0	0	3,24
4	29	2		1,73	18	0	0	3,24
4	30	1		1,73	5	0	0	3,65
4	30	2		1,73	5	0	0	3,65

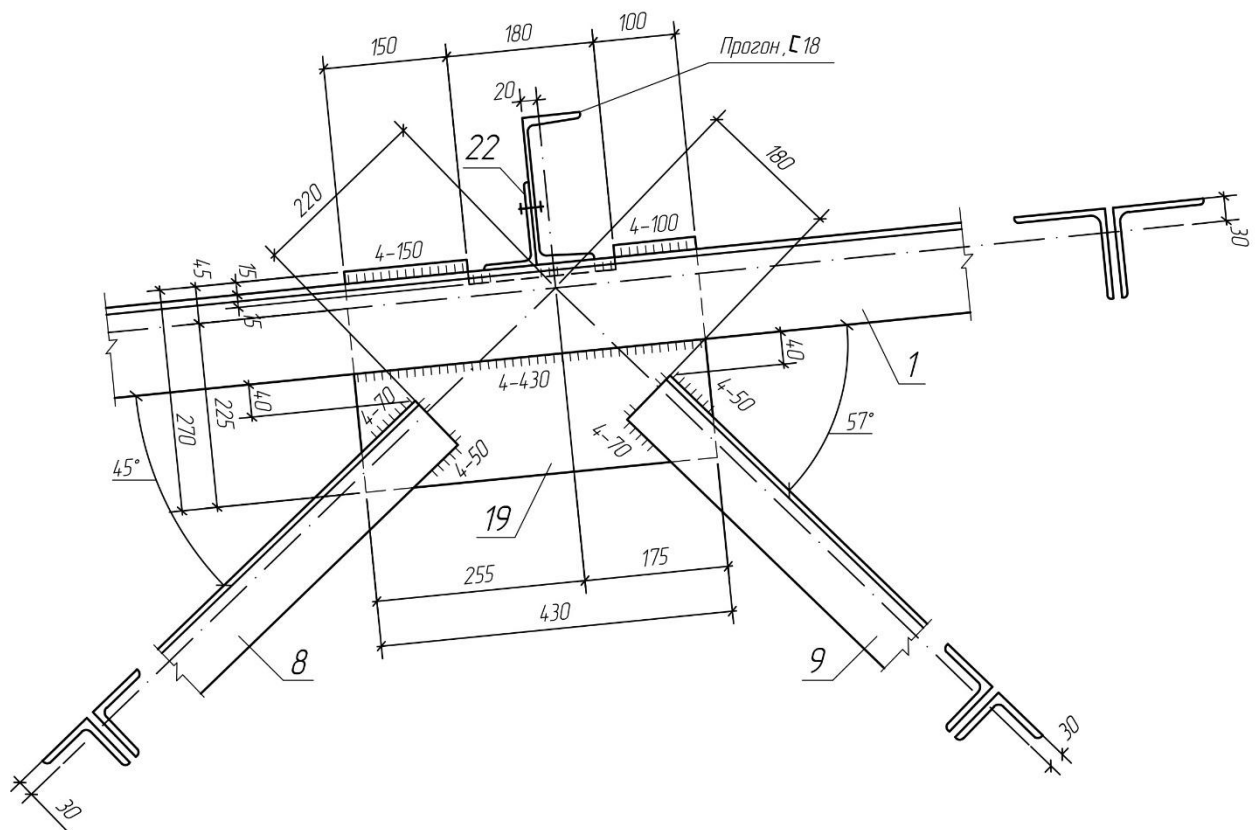
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

4	31	1		0,86	0	0	67	3,65
4	31	2		0,86	0	0	67	3,65
4	32	1		0,86	0	0	67	3,65
4	32	2		0,86	0	0	67	3,65
4	33	1		1,73	5	0	0	3,65
4	33	2		1,73	5	0	0	3,65
4	34	1		1,73	18	0	0	3,24
4	34	2		1,73	18	0	0	3,24
4	35	1		0,86	38	0	67	3,24
4	35	2		0,86	38	0	67	3,24
4	36	1		1,73	59	0	0	2,86
4	36	2		1,73	59	0	0	2,86
4	37	1		0,86	98	0	82	2,86
4	37	2		0,86	98	0	82	2,86

4.10. Проектування вузлів ферми

4.10.1. Проміжний вузол ферми

Матеріал конструкцій: кутики – сталь С255 ($R_y=250$ МПа, $R_{un}=380$ МПа), фасонки – сталь С255 ($R_y=240$ МПа, $R_{un}=380$ МПа). Зварювання виконують напівавтоматичним зварюванням проволокою Св-08А діаметром 1,2 мм ($R_{wf}=180$ МПа; $\beta_f=0,7$; $\beta_z=1$). Товщину фасонки згідно додатку 1.4 приймають рівною 10 мм.



»

Рис. 8. Проміжний вузол ферми

Призначають катети швів по перу та обушку для розкосів - $k_{f,o}=4$ мм, $k_{f,п}=4$ мм. Визначають небезпечний переріз зварного шва:

$$\beta_f R_{wf} = 0,7 \cdot 180 = 126 \text{ МПа} < \beta_z R_{wz} = 1,0 \cdot 171 = 171 \text{ МПа},$$

де, $R_{wf}=180$ МПа - розрахунковий опір металу шва за наплавленням металом для зварювального дроту Св-08А.

$R_{wz}=0,45R_{un}=0,45 \cdot 380=171$ МПа - розрахунковий опір металу за межею сплавлення.

$\beta_f=0,7$, $\beta_z=1$ - коефіцієнти проплавлення відповідно по металу шва та по металу межі сплавлення для напівавтоматичного зварювання проволокою Св-08А діаметром 1,2 мм.

Визначаємо необхідну довжину шва по обушку та перу для розкосу 8.

$$L_{w,o} = \frac{\alpha_o N_8}{n \beta_f k_{f,o} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0,7 \cdot 56,1}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,4 \cdot 180 \cdot 10^{-1} \cdot 1,0 \cdot 1,0} = 4,0 \text{ см}$$

$$L_{w,n} = \frac{\alpha_n N_8}{n \beta_f k_{f,n} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0,3 \cdot 56,1}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,4 \cdot 180 \cdot 10^{-1} \cdot 1,0 \cdot 1,0} = 1,7 \text{ см}$$

тут, $n=2$ кількість кутиків у перерізі (зварних швів);

$\alpha_o=0,7$, $\alpha_n=0,3$ - коефіцієнти розподілу зусилля між швами відповідно по обушку та по перу;

$\gamma_{wf}=1,0$ - коефіцієнт умов роботи зварного шва.

Враховуючи, що мінімальна довжина флангових швів $L_{w,min}=4k_f \geq 40$ мм та додавши 1 см на не провар, отримуємо довжини швів по обушку 6,0 см, по перу - 2,0 см.

Аналогічно визначаємо довжину швів для розкосу 9. За катетів

$k_{f,o}=4$ мм, $k_{f,п}=4$ мм, зусилля $N_9=129,0$ кН та компоновки вузла довжина швів з урахуванням непровару складатиме 2,0 см та 6,0 см відповідно по обушку й по перу.

Скомпонували вузол за підрахованими довжинами зварних швів розкосів, геометрично отримуємо довжину фасонки 430 мм. Довжина швів

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		97

кріплення поясу до фасонки з отриманої геометрії фасонки складе:

- по обушку $L_{w,o}=15-1+10-1=23$ см.

- по перу $L_{w,n}=43-1=42$ см.

Тоді, мінімальні катети швів кріплення фасонки до верхнього поясу

Складатимуть

$$k_{f,o} = \frac{\alpha_o N_8}{n\beta_f k_{f,o} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.7 \cdot 65.2}{2 \cdot 0.7 \cdot 23 \cdot 180 \cdot 10^{-1} \cdot 1.0 \cdot 1.0} = 0.05 \text{ см}$$

$$k_{f,n} = \frac{\alpha_o N_8}{n\beta_f k_{f,o} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.7 \cdot 65.2}{2 \cdot 0.7 \cdot 42 \cdot 180 \cdot 10^{-1} \cdot 1.0 \cdot 1.0} = 0.02 \text{ см}$$

$$N = \sqrt{(N_9 - N_8)^2 + F^2} = 65.2 \text{ кН}$$

Приймаємо мінімальне значення - $k_{f,o}=k_{f,n}=4$ мм.

4.10.2. Опорний вузол ферми

Матеріал конструкцій: кутики – сталь С255 ($R_y=250$ МПа, $R_{un}=380$ МПа), фасонки – сталь С255 ($R_y=240$ МПа, $R_{un}=380$ МПа).

Матеріал опори – залізобетонна колона перерізом 350x350 мм на бетоні класу В15 ($R_b=8,5$ МПа).

Зварювання виконують напівавтоматичним зварюванням проволокою

Св-08А діаметром 1,2 мм ($R_{wf}=180$ МПа; $\beta_f=0,7$; $\beta_z=1$).

Визначаємо катети та довжини зварних швів для приварювання нижнього поясу, опорного розкосу та стійки до фасонки.

Далі визначаємо необхідну площу опорної плити при шарнірному опиранні ферми на залізобетонну колону.

$$A_{пл,нес} = \frac{F_R}{R_{b,loc}} = \frac{171.4}{10.2 \cdot 10^{-1}} = 168.1 \text{ см}^2$$

За конструктивними вимогами (графічно, зважаючи на отвори під 24 анкерні болти) приймають розмір плити у плані 250x250 мм, площа котрої

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		98

»

значно перевищує необхідну - $A=25 \cdot 25=625 \text{ см}^2 \gg A_{\text{пл,необ}}=168,1 \text{ см}^2$, а напруги в бетоні будуть значно меншими за граничні. Відповідно в коригуванні та перевірці прийнятих розмірів плити немає потреби.

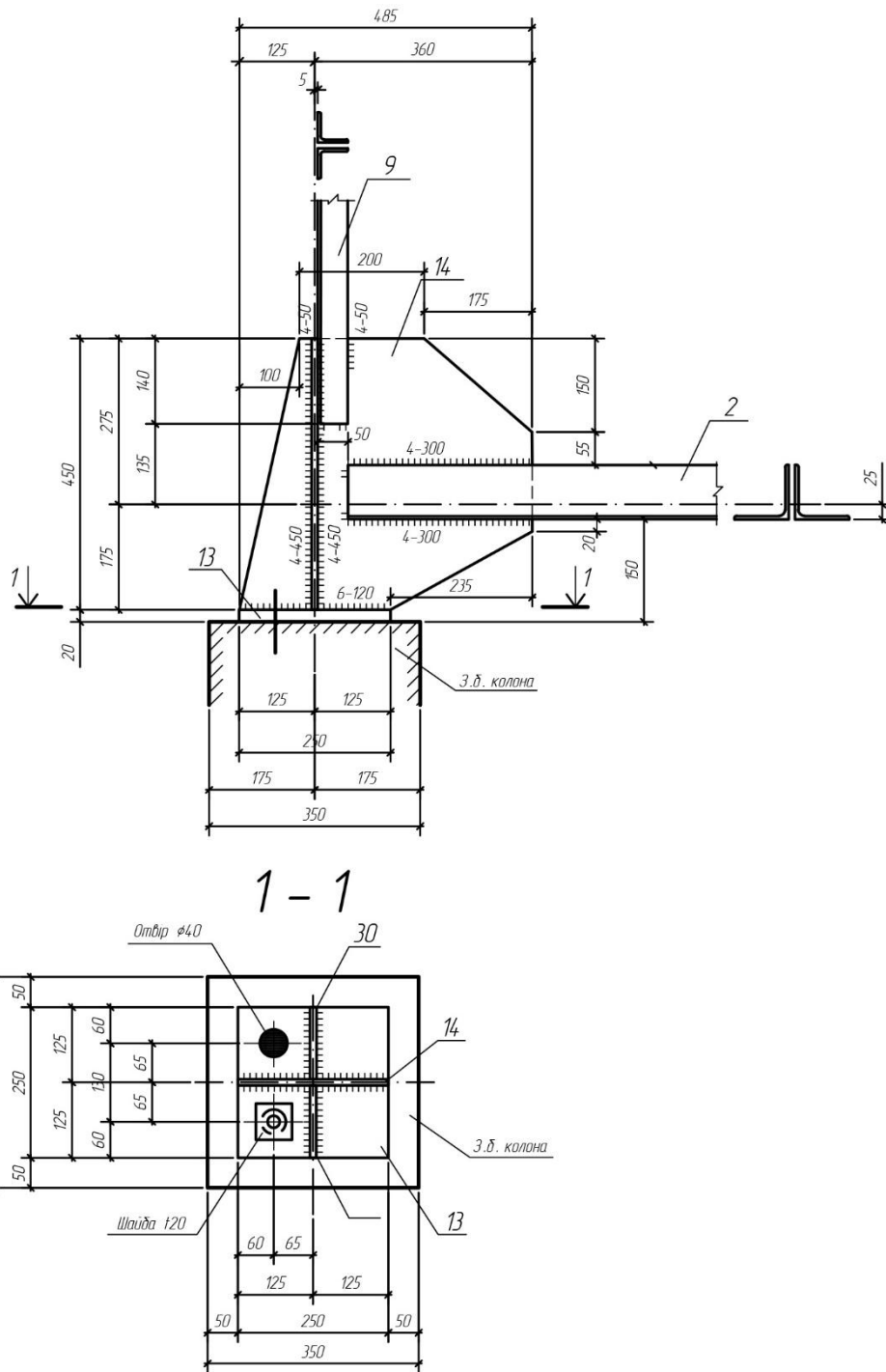


Рис. 9. Опорний вузол ферми.

Товщину плити визначаємо із умови роботи її на згин, подібно до бази колони. Для прийнятого у проекті типу опирання, плита працює як оперта на

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	99

»

два канти. Тоді значення згинаючого моменту для смуги плити шириною 1,0 см складає

$$M = \beta_q a^2 = 0,06 \cdot 0,274 \cdot 17^2 = 4,75 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

$$q = \frac{F_R}{A_{loc}} = \frac{171,4}{25 \cdot 25} = 0,274 \text{ см}$$

Необхідну товщину пластини обчислюємо за формулою

$$t_{пл} = \sqrt{\frac{6M}{R_y}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 4,75}{240 \cdot 10^{-1}}} = 1,09 \text{ см}$$

Приймаємо плиту, товщиною 20 мм.

Перевіряємо зварні шви, якими закріплюють фасонку та опорні ребра до плити за формулою за мінімального катета $k_f = 6 \text{ мм}$.

$$\frac{F_R}{\beta_f k_f \Sigma L_w} \leq R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c = \frac{171,4 \cdot 10}{0,7 \cdot 0,6 \cdot 67} = 60,91 \leq 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180 \text{ МПа}$$

4.10.3. Монтажный стик ферми.

Типовим рішенням гребеневого монтажного стика є з'єднання на вертикальних і горизонтальних накладках, якими об'єднують поясні кутики та фасонки відправних елементів ферми.

Матеріал конструкцій: кутики – сталь С255 ($R_y = 250 \text{ МПа}$, $R_{un} = 380 \text{ МПа}$), фасонки – сталь С255 ($R_y = 240 \text{ МПа}$, $R_{un} = 380 \text{ МПа}$). Заводські шви виконують напівавтоматичним зварюванням проволокою Св-08А діаметром 1,2 мм, монтажні стики - за допомогою ручного зварювання електродами Э42 ($R_{wf} = 180 \text{ МПа}$; $\beta_f = 0,7$; $\beta_z = 1$).

Зусилля, яке повинен сприйняти стик, складає

$$N_c = 1,2 N_5 = 1,2 \cdot 463,0 = 555,6 \text{ кН}$$

Із них на горизонтальну накладку припадає:

$$N_{\Gamma} = \alpha_0 N_c = 0,7 \cdot 555,6 = 388,9 \text{ кН}$$

Ширина горизонтальної накладки (див. рис. 10) дорівнює $b_n = 2L_k + t_{\phi} + 2c = 2 \cdot 11,0 + 1,0 + 2 \cdot 2,0 = 27 \text{ см}$, тоді її товщина з умови міцності

						Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

»

$$t_H = \frac{N_H}{b_H R_y \gamma_c} = \frac{388,9}{27 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 1,0} = 0,60 \text{ см}$$

Накладка не повинна бути тоншою за фасонку, тому приймаємо $t_H = 10$ мм.

Перевіряємо міцність стику спрощено за умовою

$$\sigma_c = \frac{N_c}{A_{ум}} = \frac{555,6}{49} \cdot 10 = 113,4 \text{ МПа} < R_y \gamma_c = 240 \cdot 1,0 = 240 \text{ МПа}$$

$A_{ум}$ - умовна розрахункова площа. Складається із площі перерізу накладки та частини перерізу фасонки висотою $2b_k$ (b_k - ширина полиці кутика поясу):

$$A_{ум} = t_H b_H + t_H 2b_k = 1,0 \cdot 27,0 + 1,0 \cdot 2 \cdot 11,0 = 49 \text{ см}^2$$

Накладку приварюють до полицок поясних кутиків чотирма швами (рис.10). Сумарна довжина швів, при мінімальному для ручного зварювання катеті $k_f = 5$ мм, дорівнює

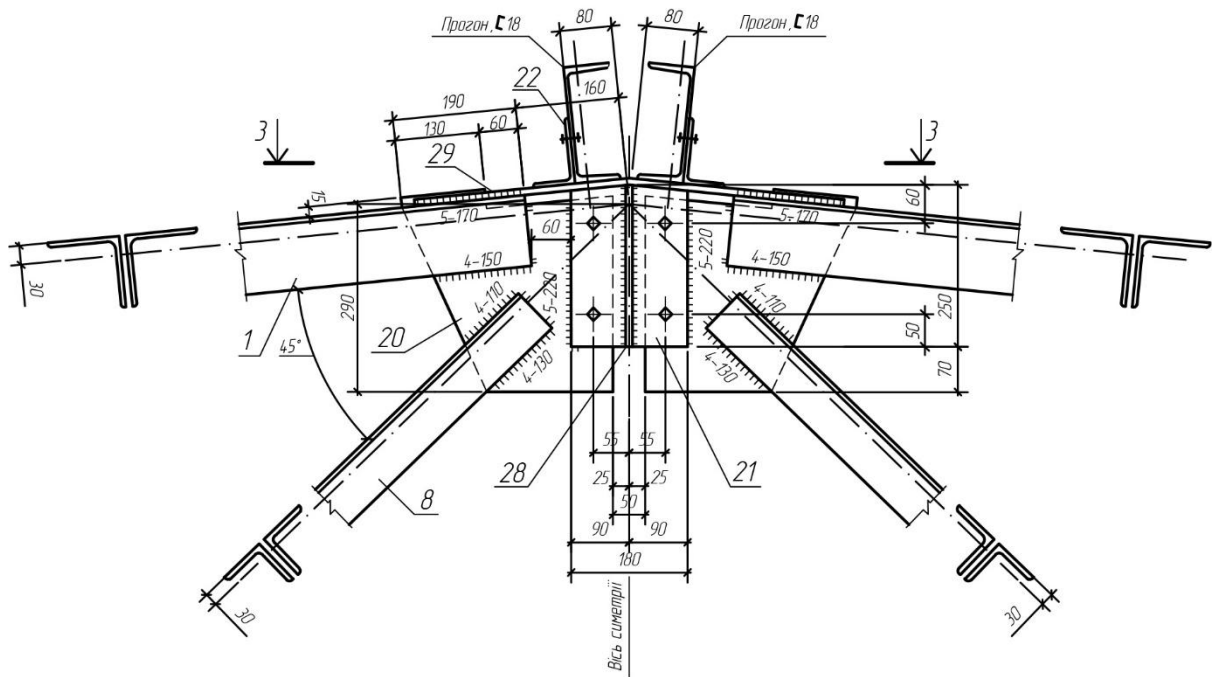
$$L_{w,H} = \frac{N_H}{\beta_f k_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{284,6}{0,7 \cdot 0,5 \cdot 180 \cdot 10^{-1} \cdot 1,0 \cdot 1,0} = 45,2 \text{ см}$$

$$N_H = \sigma_c A_H = 105,4 \cdot 27,0 \cdot 10^{-1} = 284,6 \text{ кН}$$

$$A_H - \text{площа накладки: } A_{ум} = t_H b_H = 1,0 \cdot 27,0 = 27,0 \text{ см}^2$$

Враховуючи непровар, розрахункова довжина швів складатиме $45,2 + 4 \approx 50$ см. Приймаємо 2 шви по 17 см та 2 шви по 8 см (рис. 10) із сумарною довжиною 50 см.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		101



3 - 3

Прогон умовно не показаний

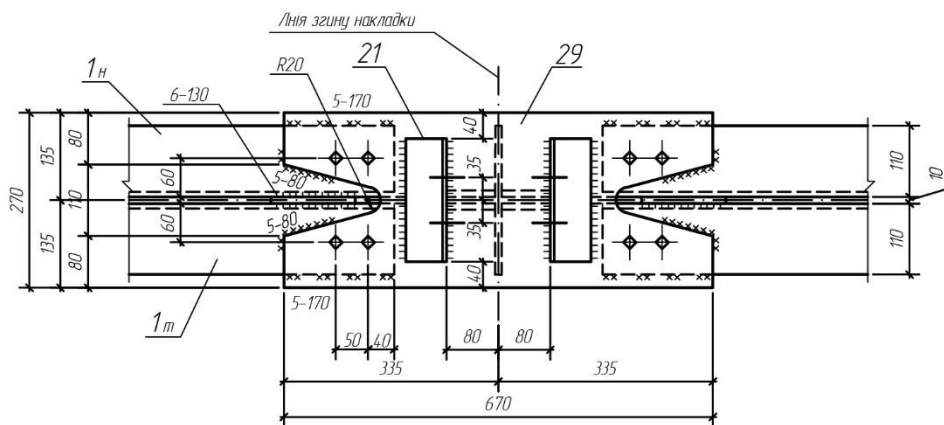


Рис. 10. Верхній монтажний стик ферми

Визначаємо довжину швів, якими фасонка кріпиться до поясних кутиків. Розрахункове зусилля обчислюють як максимальне із двох значень:

$$N_{\phi,1} = N_c - N_n = 555,6 - 284,6 = 271,0 \text{ кН,}$$

$$N_{\phi,2} = N_c / 2 = 555,6 / 2 = 277,8 \text{ кН.}$$

Приймають більше значення – $N_{\phi} = 277,8$ кН. Необхідна довжину шва по обушку ($k_{f,o} = 6$ мм) та перу ($k_{f,n} = 4$ мм)

$$L_{w,0} = \frac{\alpha_o N_{\phi}}{n \beta_f k_{f,o} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0,7 \cdot 277,8}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 180 \cdot 10^{-1} \cdot 1,0 \cdot 1,0} = 12,9 \text{ см}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Арк.

102

$$L_{w,\Pi} = \frac{\alpha_{\Pi} N_{\Phi}}{n \beta_f k_{f,\Pi} R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{0.3 \cdot 277,8}{2 \cdot 0.7 \cdot 0,4 \cdot 180 \cdot 10^{-1} \cdot 1.0 \cdot 1.0} = 8,3 \text{ см}$$

Фактичну довжину швів призначаємо керуючись обчисленими $L_{w,o}$ і $L_{w,\Pi}$, припусками на непровар та габаритами фасонки. Вертикальну накладку також розраховуємо на зусилля $N_B = N_{\Phi} = 277,8$ кН. Висоту накладки приймаємо конструктивно з огляду на розташування монтажних болтів, можливості накладання зварних швів, прийнятної товщини пластини. Зазвичай, основним критерієм висоти накладки є довжина шва, котрим її приварюють до фасонки. Необхідна довжина 27 одного вертикального шва при катеті $k_f = 5$ мм складає

$$L_w = \frac{N_{\Phi}}{n \beta_f k_n R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c} = \frac{277,8}{2 \cdot 0.7 \cdot 0,5 \cdot 180 \cdot 10^{-1} \cdot 1.0 \cdot 1.0} = 22,1 \text{ см}$$

Призначаємо висоту вертикальних накладок (див. Рис 10) рівною 25 см. Тоді товщина накладок із умови їх міцності

$$t_{B,H} = \frac{N_B}{b_{B,H} R_y \gamma_c} = \frac{277,8}{25 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 1.0} = 0,46 \text{ см}$$

Товщина вертикальних накладок також не повинна бути меншою за фасонку, приймають $t_{B,H} = 10$ мм.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		103

Використана література

1. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:201 - Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія
2. ДБН В.1.2-2:200 - Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування.
3. ДБН В.1.2-4:2019 - Система надійності та безпеки в будівництві. Інженерно-технічні заходи цивільного захисту.
4. ДБН В.1.1-7:2016 - Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги.
5. ДБН В.1.2-10:2021 - Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму та вібрації.
6. ДСТУ EN 14351-1:2020 - Вікна та двері. Вимоги.
7. ДСТУ 2293:2014 - Охорона праці. Терміни та визначення основних понять
8. ДБН А.3.1-5:2016 - Організація будівельного виробництва
9. ДСТУ Б А.3.1-22:2013 - Визначення тривалості будівництва об'єктів.
10. Бабич В. І. та ін. Таблиці для проектування будівельних конструкцій. Довідник. – Рівне, 1999. – 506 с.
11. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции. Общий курс — М. : Стройиздат, 1991.
12. Клименко Ф. Є., Барабаш В. М., Стороженко Л.І. Металеві конструкції: / За ред. Ф.Є Клименка : Підручник. – 2-ге видання, випр. і доп. – Львів: Світ, 2002. – 312 с.
13. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування.
14. ДСТУ 8769:2018 Кутики сталеві гарячекатані нерівнополичні. Сортамент
15. Беленя Є.І. «Металеві конструкції». – Будівельник - 560с.

						Арк.
						104
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

»

16. ДСТУ 8540:2015 Прокат листовий горячекатаний. Сортамент

17. ДСТУ 4747:2007 (ГОСТ 103-2006) Прокат сортової сталеної горячекатаний полосовий. Сортамент

18. ДСТУ-Н Б А.2.4-44:203. Настанова з розроблення проектної та робочої документації металевих конструкцій. Креслення конструкцій металевих деталювальних (КМД). Національний стандарт України - Київ: Мінрегіон України, 2013 – 22 с.

						Арк.
						105
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		