

Український державний університет залізничного транспорту
Кафедра будівельних матеріалів, конструкцій та споруд

БУДІВНИЦТВО БУДІВЛІ ВОКЗАЛУ НА ст. ПОПАСНА

пояснювальна записка і розрахунки
до дипломного проєкту бакалавра

ДПБ 111.00.00.000.ПЗ

Розробила студентка групи 101-
ПЦБ-Д21 спеціальності 192
«Будівництво і цивільна
інженерія» (роботу виконано
самостійно, відповідно до
принципів академічної
добросовісності)



(підпис)

Олександра ГАПОНОВА-КОНЯЄВА

Керівник:
професор кафедри, док. техн.
наук, професор



Людмила ТРИКОЗ
(підпис)

Рецензент:
професор кафедри, док. техн.
наук, професор



(підпис)

Андрій ПЛУГІН

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет	будівельний
Кафедра	будівельних матеріалів, конструкцій та споруд
Рівень вищої освіти	перший
Ступінь вищої освіти	бакалавр
Галузь знань	19 Архітектура та будівництво
Спеціальність	192 Будівництво та цивільна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
професор, д-р техн. наук



Дмитро ПЛУГІН

«___» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Гапоновій-Коняєвій Олександрі Павлівні

- 1 Тема проєкту «Будівництво будівлі вокзалу на ст. Попасна»
Керівник Трикоз Людмила Вікторівна, д-р. техн. наук, професор
затверджені розпорядженням по будівельному факультету
від "12" травня 2025 року № 6.
- 2 Строк подання студентом проєкту " 09" червня 2025 року.
- 3 Вихідні дані функціональне призначення будівлі; технологічна послідовність виробництва; будівельна й кліматична характеристика району будівництва; дані інженерно-геологічних вишукувань.
- 4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Архітектурно-будівельний розділ: короткий опис об'ємно-планувальних і конструктивних рішень. 2. Конструктивний розділ: розкладка, розрахунок та конструювання металевої балкової клітини, металевої колони, пальового фундаменту. 3. Технологія та організація будівництва: методи виконання робіт; вибір будівельних машин та механізмів; технологічна карта.
- 5 Перелік графічного матеріалу
Архітектурно-будівельний розділ: план будівлі, найбільш характерний фасад будівлі (головний або боковий), поперечний та/або повздовжній розріз, суміщені плани фундаментів, перекриттів та покрівлі. Конструктивний розділ: схема розташування колон, балок, фундаментів; креслення конструкцій; арматурні вироби (сітки, каркаси); специфікація. Технологія та організація

будівництва: технологічна карта щодо монтажу та зведення конструкцій, будгенплан.

6 Дата видачі завдання " __12__ " __травня__ 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
1	Архітектурно-будівельний розділ	12-22.05.2025	
2	Розрахунково-конструктивний розділ	23-31.05.2025	
3	Технологія та організація будівництва	01-09.06.2025	

Студентка



Олександра ГАПОНОВА-КОНЯЄВА

Керівник



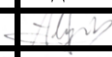
Людмила ТРИКОЗ

2025

Зміст

Вступ

1	Архітектурно-будівельний розділ	4
1.1	Будівельна й кліматична характеристика району	4
1.2	Планування ділянки	6
1.3	Об'ємно-планувальне рішення	7
1.4	Архітектурно-конструктивне рішення будівлі	9
2	Розрахунково-конструктивний розділ	12
2.1	Визначення навантажень на раму каркаса	12
2.2	Компонування та розрахунок каркаса	14
2.3	Розрахунки пальових фундаментів	25
3	Технологія і організація будівництва	31
3.1	Вибір методу провадження робіт	31
3.2	Вибір комплекту машин і механізмів	35
3.3	Визначення тривалості виконання робіт	37
3.4	Технологічна послідовність виконання вертикального занурення залізобетонних паль	39
	Список використаних джерел	55

					ДПБ 111.00.00.000.ПЗ				
Изм	Лист	№ докум	Підпис	Дата					
Виконав	Гапонова-Коняєва				Будівництво будівлі вокзалу на ст. Попасна		Литера	Лист	Листів
Керівник	Трикоз Л.В.						у		
Н конт	Герасименко						УкрДУЗТ		
									
Зав.	Плугін								

ВСТУП

Залізнична інфраструктура відіграє ключову роль у розвитку будівельної галузі України. Вона забезпечує швидке і ефективне транспортування будівельних матеріалів, обладнання та робочої сили до місць будівництва. Завдяки розгалуженій мережі залізниць можливо реалізовувати масштабні інфраструктурні проекти навіть у віддалених регіонах. Вокзали, як важливі об'єкти транспортної інфраструктури, мають стратегічне значення для міст і регіонів. Їх будівництво та реконструкція сприяють підвищенню мобільності населення і розвитку економіки. Сучасні вокзали виконують не лише транспортну, а й соціально-громадську функцію, поєднуючи пасажирські сервіси, торгівлю та логістику. У процесі будівництва вокзалів впроваджуються новітні архітектурні та інженерні рішення. Це сприяє енергоефективності, безпеці та комфорту пасажирів. Розвиток залізничної інфраструктури також позитивно впливає на створення нових робочих місць у будівельній галузі. Завдяки державним і міжнародним інвестиціям реалізуються проекти модернізації залізничних вузлів та вокзалів. Вокзали стають "воротами" міст, формуючи перше враження про регіон. Їх якісне будівництво і дизайн підвищують туристичну привабливість України. Таким чином, залізнична інфраструктура є важливою складовою сталого розвитку будівництва і всієї країни загалом.

1. Архітектурно-будівельний розділ

1.1. Будівельна й кліматична характеристика району

У геоморфологічному відношенні майданчик розміщення вокзального комплексу розташований в межах степової рівнини України. Рельєф території являє собою малохвилясту рівнину. Оцінки поверхні коливаються в межах 146 – 147 метрів.

Клімат району степовий помірно-теплий і характеризується наступними даними : ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія [14]

- середньорічна температура +9,8 °;
- абсолютна мінімальна температура -2,8°;
- абсолютна максимальна + 37 °;
- середня максимальна температура найбільш жаркого місяця + 26,9 °;
- температура найбільш холодної доби забезпеченістю 0,98 - 25 °;
- температура найбільш холодної доби забезпеченістю 0,92 - 22 °;
- температура найбільш холодної п'ятиденки забезпеченістю 0,98- 22 °;
- температура найбільш холодної п'ятиденки забезпеченістю 0,92 - 19 °;
- температура найбільш холодної п'ятиденки забезпеченістю 0,98 - 22 °;
- тривалість періоду із середньою добовою температурою повітря $\leq 8^{\circ}$ із середньою температурою 1° - 165 доби;
- тривалість періоду із середньою добовою температурою повітря $\leq 10^{\circ}$ із середньою температурою $1,9^{\circ}$ - 183 доби;
- середня температура найбільш холодного періоду - - 6 °;
- тривалість періоду із середньодобовою температурою $\leq 0^{\circ}$ - 78 доби;
- кількість опадів за рік - 456 мм, у тому числі рідких і змішаних - 420 мм;
- добовий максимум опадів - 88 мм;
- переважний напрямок вітру – північною і північно-західне із середньорічною швидкістю - 3,4 м/сек;
- тривалість опалювального періоду - 170 доби.

Будівельний майданчик для нового вокзального комплексу розміщено на відстані 25 метрів від існуючої будівлі вокзалу. Відокремлення між об'єктами забезпечується водонапірною баштою, що розташована між ними.

З точки зору геологічної будови, ділянка належить до регіону, де в основі залягають породи докембрійського кристалічного фундаменту, вкриті осадовими утвореннями мезокайнозойського віку. У межах кайнозою найбільше представлені палеогенові відкладення, що формуються із шарів глин, пісків і пісковиків. Особливу будівельну цінність мають неогенові та четвертинні утворення, які включають суглинки та глинисту товщу.

Під час буріння свердловин по периметру запроєктованої будівлі було виявлено такі типи ґрунтів:

Насипні ґрунти — переважно суглинки й глини з включеннями будівельного сміття, потужність шару становить 1,6–2,1 м;

Темно-сіра, замулена глина, у напівтвердому й твердому стані, товщиною 0,3–0,4 м;

Жовто-бурий суглинок із домішками вапнякової дресви, напівтвердий, шар завтовшки близько 0,4 м;

Жовто-бура та зеленувато-бура глина з поодинокими вкрапленнями червоно-бурих супісків і суглинків. У глинах спостерігаються гіпсові включення й залізо-марганцеві нальоти. Потужність цього шару варіюється в межах 2,4–7,7 м;

Сірувато-бура й зеленувато-сіра глина, з консистенцією від м'якопластичної до твердої. Загальна потужність — 4,0–6,2 м.

Підземні води зафіксовані на глибинах 0,8–0,9 м від поверхні. За своїм хімічним складом ці води характеризуються вираженою сульфатною агресивністю до бетону нормальної щільності класу W4.

Інженерно-геодезичні дослідження, що проводилися в межах ділянки, свідчать про те, що ґрунтові умови в межах запроєктованої забудови можна

віднести до категорії несприятливих. Це потребує особливої уваги при виборі типу фундаменту та технології виконання земляних і бетонних робіт.

1.2. Планування ділянки

Згідно з генеральним планом міста, привокзальний комплекс визначено як ключовий елемент забудови центральної міської частини. До нього безпосередньо примикають об'єкти комерційного та культурно-розважального призначення.

Центральна зона міського центру формує композиційне ядро навколо вокзального комплексу та автостанції. На місці нинішньої будівлі залізничного вокзалу планується, відповідно до містобудівного проєкту, створення сучасного торговельно-розважального центру.

Визначальну роль у формуванні архітектурного образу Привокзальної площі відіграє наявна водонапірна вежа. Запланована її реконструкція, оновлення фасаду та інтеграція до загальної архітектурної концепції, яка охоплює новий вокзал, автостанцію та будівлю станції.

Будівництво нового вокзального комплексу запроектовано таким чином, щоб не переривати функціонування транспортного обслуговування пасажирів — як залізничного, так і автомобільного. Нову будівлю вокзалу передбачено звести на іншому місці, приблизно по осі діючої станції, з одночасним тимчасовим збереженням функціонування існуючого вокзалу, де на час зведення нового об'єкта буде також розміщено автостанцію.

Переміщення пасажирського комплексу в межах міської інфраструктури спричиняє трансформацію планувальної структури — змінюються акценти забудови, з'являються нові орієнтири для пішохідних і транспортних потоків.

У місті Попасна, де пасажирська станція, адміністративна зона та міський парк формують просторову структуру центральної частини, перенесення вокзального комплексу ближче до точки перетину

автомобільного та залізничного транспорту створює передумови для впровадження кільцевої схеми організації центру. Ця схема умовно сполучає основні функціональні осередки: адміністративну частину, торгівельний центр, транспортний вузол і центр відпочинку та дозвілля.

Реалізацію запропонованого проєкту передбачено здійснювати поетапно, поділяючи загальний обсяг робіт на окремі складові — об'єкти, пускові комплекси та черги будівництва. Лише повне завершення всієї програми дозволить суттєво змінити архітектурно-планувальний вигляд центральної частини міста й забезпечити зручний рівень транспортного обслуговування для мешканців і гостей, що користуються залізничним та автомобільним сполученням.

ТЕП ділянки

1. $S_{\text{забудови}} = 30600 \text{ м}^2$
2. $S_{\text{буд}} = 4800 \text{ м}^2$
3. $S_{\text{майдан.}} = 15522 \text{ м}^2$
4. $S_{\text{озелен}} = S_{\text{ділянки}} - (S_{\text{забудови}} + S_{\text{покрить}}) = 9000 \text{ м}^2$
5. $\%_{\text{забудови}} = S_{\text{забудови}} / S_{\text{ділянки}} \times 100\% = 66 \%$

1.3 Об'ємно-планувальне рішення

Планувальна структура пасажирського комплексу розроблена за принципом взаємного перетікання функціональних просторів, що характерне для концепції формування міських центрів. Основою композиційного вирішення є двосвітлові операційний та касовий зали, які поєднують усі основні функціональні зони комплексу. [5-6]

На першому рівні з боку лівого крила будівлі передбачено плавний перехід до простору операційного залу, безпосередньо пов'язаного з автостанційною частиною комплексу. Ця зона має візуальний та фізичний

вихід до перону автостанції, забезпечуючи зручне сполучення між залізничними й автомобільними перевезеннями.

На другому рівні операційний зал трансформується в простору залу очікування пасажирів. Тут же розміщено кафетерій та приміщення адміністративного призначення, які безпосередньо примикають до головного простору вокзалу, забезпечуючи зручну організацію внутрішньої логістики.

У зоні, максимально ізольованій від шуму та руху, передбачено розміщення кімнат короткотривалого відпочинку пасажирів з дітьми. Це дозволяє створити комфортні умови для сімейного перебування на вокзалі.

На мансардному поверсі заплановано кімнати для тривалого відпочинку пасажирів, які потребують більш тривалого перебування на території комплексу, зокрема у разі пересадок або затримок рейсів.

Праве крило будівлі на другому поверсі, орієнтоване у бік перонів, відведене для адміністративних підрозділів та технічних служб станції. Це забезпечує ефективне функціонування всіх служб без порушення основного пасажиропотоку, з одночасною можливістю оперативного реагування на потреби перевезень.

У підсумку, на основі виконаних розрахунків, встановлено, що пропускна здатність залізничного вокзалу становить 200 пасажирів, що цілком відповідає вимогам завдання на проектування. Це значення використовується як вихідне для подальших розрахунків площ функціональних приміщень вокзального комплексу.

Щодо автостанції, її проектна місткість визначається відповідно до технічного завдання, а також згідно з чинними нормативами – «Нормами технологічного проектування автовокзалів і пасажирських автостанцій» (ОНТП-АВ-2-80). Відповідно до цих документів, чисельність пасажирів, яку повинна одночасно обслуговувати автостанція, приймається рівною 75 особам.

1.4 Архітектурно-конструктивне рішення будівлі

Конструктивна схема будівлі вокзалу сформована з урахуванням об'ємно-планувального рішення, розміщення технологічного обладнання, техніко-економічної ефективності використання будівельних елементів і з орієнтацією на скорочення термінів зведення об'єкта. 10

Несучі та огорожувальні елементи будівлі запроектовані на основі сучасних підходів і практичного досвіду реалізації аналогічних масштабних цивільних споруд.

Фундаменти передбачено на штучній основі через складні інженерно-геологічні умови ділянки. Як основу застосовано палі згідно з вимогами ДСТ 19804.1-79. Для передачі навантажень використовуються монолітні залізобетонні ростверки. Стіни підвалу сформовані з бетонних блоків відповідно до ДСТ 13579-78.

Каркасна система будівлі запроектована як неповна, що зумовлено складною архітектурною формою як у плані, так і за висотними рішеннями. Колони виконані з монолітного залізобетону із застосуванням опалубки зі сталевих зварних труб. [7-9]

Конструкція перекриттів включає сталеві балки у поєднанні з монолітним залізобетонним настилом, що забезпечує жорсткість диска перекриття в системі каркасу та сприяє загальній стійкості й просторовій стабільності будівлі. Додаткову жорсткість споруді надають несучі цегляні стіни завтовшки 380 мм, запроектовані з використанням силікатної цегли.

У процесі проектування враховано нормативні вимоги ДБН «Будівельна теплотехніка» та нормативні документи Державного комітету України з питань містобудування і архітектури щодо теплоізоляційних характеристик огорожувальних конструкцій.

Покрівля будівлі складається з чотирьох окремих секцій. Перша з них розташована над вестибюлем на висоті 12,8 м і має форму трапеції з

					ДПБ 111.00.00.000.ПЗ	Арк

основами 36 м і 12,0 м та висотою 12,0 м. Для перекриття використані плоскі трикутні ферми прольотами 12,0 м і 6,0 м з нахилом поясів близько 10°, розміщені з інтервалом 6,0 м. Верхні пояси ферм з'єднані прогонами елементами довжиною 6,0 м з кроком 3,0 м, а також системою зв'язків по периметру покриття. Нижні пояси з'єднуються балками з інтервалом 1,5 м та контурними зв'язками.

Стійкість покрівельної конструкції в просторі забезпечується завдяки вертикальним і горизонтальним зв'язкам, що розміщуються на верхніх і нижніх поясах кроквяних ферм. Для виготовлення ферм застосовуються прокатні кутники, прогони та зв'язки виготовляються з гнутих профілів. Балки перекриття, а також обрамлюючі елементи, виконуються з прокатних металевих профілів. На прогонні елементи укладається профільований настил, який служить основою для полегшеного покрівельного покриття.

Дві додаткові секції покриття, розташовані в осях 1-5 і 9-12, перекриваються фермами прольотами 9,0 м і 6,0 м з кроком 6,0 м. Конструктивна схема перекриття цих відсіків аналогічна першій секції.

Нижній рівень ферм розташовано на позначці 8,200 м. Над залом очікування для пасажирів із дітьми в межах осей 1-2 влаштовується покриття на основі прокатних балок з прольотом 7,5 м. Це рішення повністю відповідає за конструктивними характеристиками перекриттю над вестибюлем вокзалу.

Нижній рівень балкових конструкцій, що формують основу для підвісної стелі, також знаходиться на відмітці 8,200 м.

Металеві елементи конструкцій класифікуються як будівельні конструкції 2-ї групи за вимогами до виготовлення та експлуатації. Усі з'єднання, що виконуються на заводі, передбачені зварними, а монтажні – комбінованими, тобто із застосуванням зварювання та болтових з'єднань нормальної точності. Зв'язки, що встановлюються на чорних болтах, потребують подальшого зварювання після монтажу.

					ДПБ 111.00.00.000.ПЗ	Арк

Ручне зварювання, як на заводі, так і при монтажі, має виконуватися з використанням електродів типу Е42А відповідно до вимог ДСТ 9467-75.

Перший етап антикорозійного захисту металоконструкцій передбачає нанесення двошарового покриття грунтовкою ГФ-021 на заводі, після чого виконується остаточне фарбування відповідно до чинних норм ДБН.

12

У процесі зведення та оздоблення будівлі використовуються сучасні матеріали. Основний фасад оформлюється за допомогою алюмінієвих вітражних систем і фасадних касет GASEL, що постачаються компанією ТПК-центр. Тиловий фасад, який виходить на перон, виконується частково у вигляді вітражів і частково з використанням фасадних систем.

Зовнішнє і внутрішнє опорядження

У внутрішньому оздобленні приміщень вокзалу застосовуються сучасні оздоблювальні матеріали виробництва італійської компанії “OIKOS”.

Для облицювання підлог на першому поверсі використовується натуральний граніт, а стелі фарбуються декоративною фарбою “OTTOCENTO” цієї ж фірми.

Стіни службових приміщень вкриваються лакофарбовими матеріалами типу *Multifund* або *Supercolor* виробництва “OIKOS”. Поверхи другого рівня також оздоблюються фарбою “OTTOCENTO”, а підлоги вкриваються керамічною плиткою марки “GRESS NAT”, виготовленою в Польщі.

Колони оформлюються декоративним склом, виготовленим за технологією фюзингу компанією «Техно-Промінь», яка також виконує оздоблення зовнішніх фасадів за допомогою алюмінієвих вітражних конструкцій.

Огородження балконів і галереї виготовляються з металу з хромовим покриттям і скляними вставками.

Для освітлення вокзалу використовуються світильники фірми “Down Light”, які забезпечують якісне й ефективне світлове середовище в інтер’єрах.

					ДПБ 111.00.00.000.ПЗ	Арк

2 Розрахунково-конструктивний розділ

2.1 Визначення навантажень на раму каркаса

Визначення розрахункових навантажень та жорсткісних характеристик конструкцій

Конструкції проектуються з урахуванням дії постійних навантажень — ваги огорожувальних і несучих елементів будівлі; короточасних навантажень, викликаних атмосферними впливами (сніг, вітер), а також від обладнання і людей.

До постійних навантажень покриття і перекриття відносять вагу всіх шарів покрівлі та перекриття, огорожувальних конструкцій (металевого профільованого настилу, монолітного перекриття) і несучих елементів (прогонів, крокв'яних і підкрокв'яних ферм, зв'язків).

Величина розрахункового постійного навантаження на 1 м² покриття та перекриття визначається у вигляді таблиці з урахуванням поверхнево-розподілених навантажень відповідно до типу конструкції покриття і перекриття.

Визначення постійних навантажень

Визначення ваги 1 м² конструкції покриття:

№ п/п	Тип та конструкція покриття	Нормат. навант. кН/м ²	Коеф. надійн. γ_f	Розрах. навант. кН/м ²
1	Захисний шар 0,015x20	0.3	1.3	0.39
2	Мембрана ЕРДМ 0,00154x6	0.01	1.1	0.198
3	Плоский шифер 0,01x18	0.18	1.1	0.198
4	Утеплювач stropRock 0,1x1,6	0.16	1.2	0.192
5	Пароізоляція - 1 шар руберойду	0.05	1.2	0.06
6	Армована ц/п стяжка 0,02x19	0.38	1.3	0.49
7	Профнастил Н57-750-08 78,5x0,0008	0.063	1.05	0.066

8	Відм. +12,7 балки покриття	0.075	1.05	0.08
	Відм. +9,0 ферми покриття	0.05	1.05	0.053
	Всього відм. 12,7:	1.218		1.488
	Всього відм. 9,0:	1.193		1.461

Визначення ваги 1м² конструкції перекриття (відм. +4,8; +9,0):

№ п/п	Тип та конструкція покриття	Нормат. навант. кН/м ²	Коеф. надійн. γ_f	Розрах. навант. кН/м ²
1	Керамічна плитка на клею 0,12х20	0.24	1.1	0.264
2	Прокладочна плівка 0,0015х6	0.01	1.2	0.012
3	Монолітне перекриття 0,108х25	2.7	1.1	2.97
4	Балки перекриття	0.08	1.05	0.084
	Всього:	3.03		3.33

Визначення ваги 1м² пола першого поверху:

№ п/п	Тип та конструкція покриття	Нормат. навант. кН/м ²	Коеф. надійн. γ_f	Розрах. навант. кН/м ²
1	Гранітна плитка на клею 0,02х20	0.4	1.1	0.44
2	Вирівнююча стяжка 0,02х19	0.38	1.3	0.494
3	Бетон В7,5 армований металевою сіткою 0,05х25	1.25	1.1	1.375
4	Гідроізоляція 0,015х10	0.15	1.2	0.18
5	Керамзитовий гравій 0,1х6	0.6	1.1	0.66
6	Гідроізоляція 0,015х10	0.15	1.2	0.18
7	Бетон В12,5 з вологостійким наповнювачем 0,1х25	2.5	1.1	2.75
	Всього:	5.43		6.1

Снігове навантаження [2]

«Нормативне снігове навантаження горизонтальної проекції покриття,
кН/м²:

					ДПБ 111.00.00.000.ПЗ	Арк
						15

$$S_n = S_0 \mu,$$

де S_0 – нормативне значення ваги снігового покриву на 1м^2 горизонтальної поверхні;

μ - коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву землі до снігового навантаження на покриття, $\mu=1$.

$$S_n = 0,5 \times 1 = 0,5 \text{ кН/м}^2$$

Розрахункове навантаження:

$$S = S_n \gamma_f,$$

де $\gamma_f=1,6$ – коефіцієнт надійності для снігового навантаження;

$$S = 0,5 \times 1,6 = 0,8 \text{ кН/м}^2.$$

Корисне навантаження

Приймаємо згідно з ДБН „Нагрузки и воздействия”.

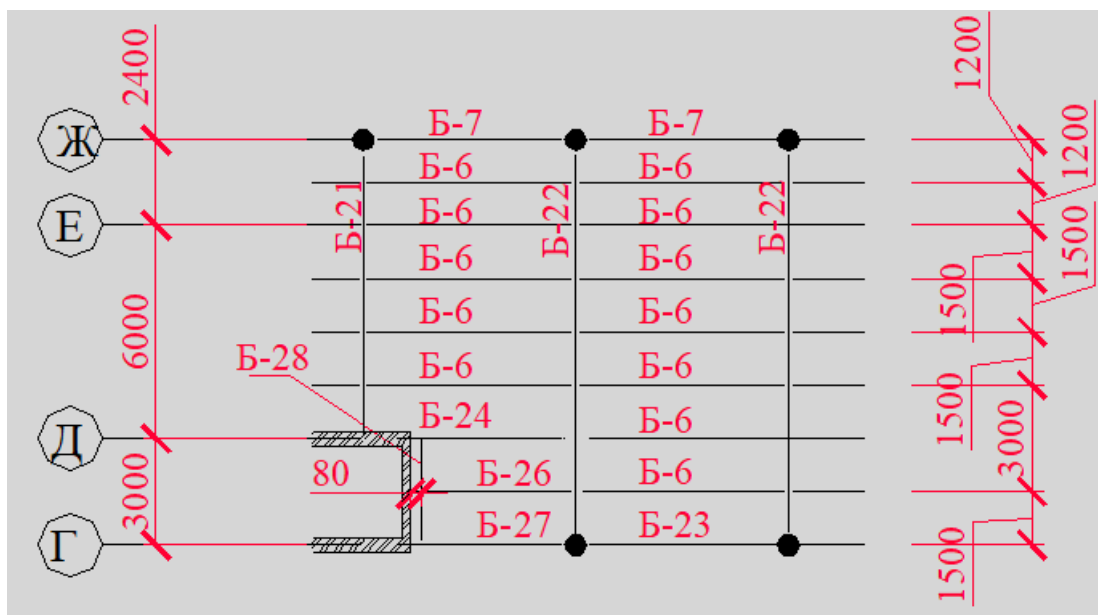
На відмітці 0,00 $g_n=4 \text{ кН/м}^2$; $g=1.2 \times 4=4,8 \text{ кН/м}^2$

На відмітці +4,800 та +9,00 $g_n=3 \text{ кН/м}^2$; $g=1.2 \times 3=3,6 \text{ кН/м}^2$ »

2.2 Компонування та розрахунок каркаса

Вибір схеми балкової клітки з металевим настилом.

Вихідні дані: крок колони у повздовжньому напрямку $A=11,4\text{м}$, у поперечному напрямку $B=6\text{м}$. Матеріал конструкцій: настил – листова сталь С235 марки ВСт3кп2, другорядні балки - прокатні профілі зі сталі С245 марки ВСт3кп2-1, головні балки – прокатні профілі зі сталі С245



Розрахунок другорядної балки.

Розрахунок навантажень ведемо в табличній формі

Вид навантажень.	Нормативная нагрузка, KH / m^2	Коэф.-нт. Надежности γ_f	Расчетная нагрузка, KH / m^2
1	2	3	4
Від покриття, постійні (g)			
1. Шар втоплений в бітумну мастики	0,12	1,3	0,135
2.4-х шаровий руберойдовий килим	0,20	1,3	0,266
3.Утеплитель - жорсткі мінераловатні плити	0,48	1,3	0,624
4.Профнастил по ДСТУ 24045-86	0,200	1,3	0,195
ВСЬОГО:			1,22
тимчасові			
Снігове навантаження (короткочасна)	0,7	1,4	0,98
ВСЬОГО:			0,98
ВСЬОГО: по покриттю			2,20

- 1) Знаходимо поздовжнє рівномірне нормативне навантаження на балку з орієнтовним урахуванням її власної ваги:

$$q_n = (q_{ност} + q_{т.ч} + q_{наст}) \cdot k_{с.с} \cdot a_1 =$$

$$= (2,48 + 13,8 + 0,785) \cdot 1,02 \cdot 1,04 = 18,1026 \approx 18,1 \text{ кН/м},$$

де $k_{в.в.} = 1,02 - 1,23$ - коефіцієнт орієнтовного врахування власної ваги другорядної балки в розмірі 2% від навантаження.

- 2) Знаходимо поздовжнє розрахункове навантаження на балку з орієнтовним урахуванням її власної ваги:

$$q_n = (q_{ном} \cdot \gamma_{fn} + q_{м.ч} \cdot \gamma_{fm} + q_{наст} \cdot \gamma_{fn}) \cdot k_{в.в.} \cdot a_1 =$$

$$= (2,48 \cdot 1,1 + 13,8 \cdot 1,2 + 0,785 \cdot 1,05) \cdot 1,02 \cdot 1,04 =$$

$$= 21,335 \text{ кН/м},$$

де $f_{fm} = 1,2$ і $f_{fn} = 1,1(1,05)$ - коефіцієнт надійності по навантаженнях, приймають за табл.1 в [2].

- 3) Знаходимо момент у прольоті

$$M_{max} = \frac{21,335 \cdot 2,9^2}{8} = 22,428 \text{ кН} \cdot \text{м} = 2242,8 \text{ кН} \cdot \text{см}.$$

- 4) Знаходимо потрібний момент опору з урахуванням розвитку пластичних деформацій матеріалу балки

$$W_{опр} = \frac{M_{max}}{C_{op} R_y \gamma_c} = \frac{224,8}{1,12 \cdot 23 \cdot 1,1} = 79,15 \text{ см}^3.$$

Згідно із сортаментом ДСТУ 8239 – 89 для балки Б1 приймаємо I 22 із геометричними характеристиками: $W_x = 81,7 \text{ см}^3$;

$$I_x = 372 \text{ см}^4; S_x = 46,8 \text{ см}^3;$$

$$q_{в.в.} = 13,7 \text{ кг/м} = 0,137 \text{ кН/м}; A_I = 17,4 \text{ см}^2.$$

- 5) Визначаємо розрахункове навантаження на балку з урахуванням її власної ваги

$$q'_p = (q_{ном} \cdot \gamma_{fn} + q_{м.ч} \cdot \gamma_{fm} + q_{наст} \cdot \gamma_{fn}) \cdot a_1 + q_{в.в.} \cdot \gamma_{fn} =$$

$$= (2,48 \cdot 1,1 + 13,8 \cdot 1,2 + 0,785 \cdot 1,05) \cdot 1,04 + 0,137 \cdot 1,05 =$$

$$= 21,06 \text{ кН/м},$$

- 6) Визначаємо реальний максимальний момент та опорні реакції балки

$$M_{\max}^1 = \frac{21,063 \cdot 2,9^2}{8} \approx 22,14 \text{ кН} \cdot \text{м} = 2214 \text{ кН} \cdot \text{см},$$

$$V_A^1 = V_B^1 = q_p^1 \cdot \frac{l}{2} = 21,06 \cdot \frac{2,9}{2} = 30,54 \text{ кН}.$$

7) Перевіряємо міцність підбраного профілю балки за формулами (1), (5):

$$\tau = \frac{Q \cdot S}{I_x \cdot t_w \cdot \gamma_c} = \frac{30,54 \cdot 46,8}{572 \cdot 0,49 \cdot 1,1} \approx 4,64 \text{ кН/см}^2 < 0,58 \cdot 23 =$$

$$= 13,34 \text{ кН/см}^2;$$

$$\sigma = \frac{M_{\max}^1}{C_1 \cdot W_x \cdot \gamma_c} = \frac{2214}{1,085 \cdot 81,7 \cdot 1,1} = 22,7 \text{ кН/см}^2 < 23 \text{ кН/см}^2,$$

де $C_1 = C$ - тому що в нашому випадку максимальне значення моменту $M_{\max}^1$ знаходиться у центрі прольоту балки, а поперечна сила у цьому місці дорівнює нулю $Q = 0$.

Величину коефіцієнта C знаходимо залежно від величини відношення

$$\frac{A_f}{A_w} = \frac{b_f \cdot t_f}{A_t - 2 \cdot (b_f \cdot t_f)} =$$

$$= \frac{7,3 \cdot 0,75}{17,4 - 2 \cdot (7,3 \cdot 0,75)} = \frac{5,475}{17,4 - 10,95} = \frac{5,475}{6,45} = 0,849,$$

$$C = 1,085.$$

Запас міцності I 22 складає

$$\delta = \frac{23 - 22,7}{23} \cdot 100\% = 1,3\% < [5\%].$$

8) Перевіряємо жорсткість балки Б1

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_1'' \cdot l^3}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{17,88 \cdot 290^3}{2,06 \cdot 10^4 \cdot 572} =$$

$$= \frac{21,804}{4524,74} = \frac{1}{207,5} < \left[\frac{1}{200} \right]$$

або за формулою (20)

$$\frac{f}{l} = \frac{M^p \cdot l}{k \cdot 10E \cdot I_x} = \frac{2214 \cdot 290}{1,15 \cdot 10 \cdot 2,06 \cdot 10^4 \cdot 572} =$$

$$= \frac{6,42}{1355} = \frac{1}{211} < \left[\frac{1}{200} \right],$$

де

$$E = 2,06 \cdot 10^5 \text{ МПа} = 2,06 \cdot 10^5 \cdot 0,1 = 2,06 \cdot 10^4 \text{ кН/см}^2.$$

Розрахунок головної балки.

Граничний вигин головної балки $1/400L$.

Балка ГБ1 завантажена зосередженими силами — реакціями другорядних балок.

$$F_1 = 2V_{B1} = 2[(2,48 \cdot 1,1 + 13,8 \cdot 1,2 + 0,785 \cdot 1,05) \cdot 1,1 +$$

$$+ 0,395 \cdot 1,05] \cdot \frac{6,7}{2} = 2 \cdot 75,503 = 151 \text{ кН.}$$

$$F_2 = 2V_{B1^a} = 2[(2,48 \cdot 1,1 + 13,8 \cdot 1,2 + 0,785 \cdot 1,05) \cdot 1,05 +$$

$$+ 0,395 \cdot 1,05] \cdot \frac{6,7}{2} = 2 \cdot 72,135 = 144,27 \approx 144,3 \text{ кН.}$$

$$F_3 = 2V_{B2^a} = 2[(2,48 \cdot 1,1 + 13,8 \cdot 1,2 + 0,785 \cdot 1,05) \cdot 0,5 +$$

$$+ 0,395 \cdot 1,05] \cdot \frac{6,7}{2} = 2 \cdot 35,078 = 70,156 \approx 70,2 \text{ кН.}$$

Підбір поперечного перерізу балки ГБ1

- 1) Визначаємо реакції, максимальну поперечну силу і момент у прольоті з урахуванням орієнтовної ваги балки

$$V_A = V_B = \frac{\sum F_1 + \sum F_2 + \sum F_3}{2} \cdot k_{6,6} =$$

$$= \frac{13 \cdot 151 + 144,3 + 2 \cdot 70,2}{2} \cdot 1,06 = 1267,76 \text{ кН,}$$

де $k_{в.в.}=1,03 - 1,05$ — коефіцієнт орієнтовного урахування власної ваги головної балки.

$$Q_{\max} = V_A - F_3 \cdot k_{в.в.} = 1267,76 - 70,2 \cdot 1,06 = 1193,35 \text{ кН},$$

$$\begin{aligned} \text{або} \quad V_A = V_B &= \frac{\sum F_1 + \sum F_2}{2} \cdot k_{в.в.} = \\ &= \frac{13 \cdot 151 + 144,3}{2} \cdot 1,06 = 1193,35 \text{ кН}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{\max} &= \left[\left(\frac{V_A}{k_{в.в.}} - F_3 \right) \cdot 8,7 - F_2 \cdot 7,7 - F_1 (6,6 + 5,5 + 4,4 + 3,3 + 2,2 + 1,1) \right] \times \\ &\times k_{в.в.} = \left[\left(\frac{1267,76}{1,06} - 70,2 \right) \cdot 8,7 - 144,27 \cdot 7,7 - 151 \cdot 23,1 \right] \cdot 1,06 = 5195,48 \cdot 1,06 = 5507,2088 \\ \text{кН} \cdot \text{м} &= 550720,88 \text{ кН} \cdot \text{см}. \end{aligned}$$

2) Знаходимо потрібний момент опору з урахуванням розвитку пластичних деформацій матеріалу балки

$$W_{\text{номп}} = \frac{M_{\max}}{C_{op} R_y \gamma_c} = \frac{550720,88}{1,12 \cdot 24 \cdot 1,1} = 18625,57 \text{ см}^3.$$

3) Визначаємо оптимальну висоту балки за формулою (9), орієнтовно прийнявши її висоту

$$h \approx \left(\frac{1}{12} \div \frac{1}{8} \right) \cdot l \approx \frac{1}{11} \cdot 17,4 \approx 1,582 \text{ м}$$

і за емпіричною формулою (10) встановлюємо товщину стінки

$$t_w = 7 + 3h_{(м)} = 7 + 3 \cdot 1,58 = 11,74 \text{ мм}.$$

Приймаємо товщину стінки $t_w = 11 \text{ мм}$

$$h_{\text{онм}} = (1,15 \div 1,2) \sqrt{\frac{W_{\text{номп}}}{t_w}} = 1,2 \sqrt{\frac{18625,57}{1,1}} = 156,15 \text{ мм}.$$

4) За умовою жорсткості формули (8) знаходимо мінімальну висоту балки:

$$h_{\min} = \frac{5}{24} \cdot \frac{C_{op} R_y L^2}{E[f]} \cdot \frac{\sum F^H}{\sum F^P} = 72,5 \cdot \frac{C_{op} R_y L}{E} =$$

$$= 72,5 \cdot \frac{1,12 \cdot 24 \cdot 1740}{2,06 \cdot 10^4} = 164,6 \text{ см},$$

$$\text{де } - \frac{\sum F^H}{\sum F^P} \approx 0,87.$$

5) Із умови роботи стінки на дотичні напруження на опорі визначаємо допустиму товщину стінки за формулою (11)

$$t_{w_{\min}} = \frac{1,5Q^{\max}}{h \cdot R_s} = \frac{1,5 \cdot 1193,35}{160 \cdot 0,58 \cdot 24} = 0,81 \text{ см}.$$

6) Визначаємо мінімально допустиму товщину стінки балки, виходячи з умови не застосування поздовжніх ребер жорсткості для забезпечення місцевої стійкості:

$$t_{w_{\min}} = \frac{h \sqrt{\frac{R_y}{E}}}{5,5} = \frac{160 \sqrt{\frac{24}{2,06 \cdot 10^4}}}{5,5} = \frac{5,46112}{5,5} = 0,993 \text{ см}.$$

Порівнюючи одержані розрахунковим шляхом товщини стінки із прийнятою $t_w = 11$ мм, приходимо до висновку, що вона задовольняє вимогам міцності на дію дотичних напружень і не вимагає підкріплення її поздовжніми ребрами жорсткості для забезпечення місцевої стійкості.

Компонуємо переріз балки .

Згідно із сортаментом листової сталі за ДСТУ 19903 – 74 стінку балки приймаємо з листа 1600x11. Орієнтовно задаємось товщиною поясних листів балки $t_f = 22$ мм ($t_w \leq t_f \leq (2 \div 3)t_w$).

Тоді висота балки буде $h = 1600 + 22 + 22 = 1644$ мм. То-му що прийнята висота балки $h = 1644$ мм $> h_{\text{онм}} = 1561,5$ мм, то орієнтовну площу кожного з поясів балки знаходимо за формулою (12):

$$A_f = \frac{3}{4} \cdot \frac{W_{nomp}}{h_0} = \frac{3}{4} \cdot \frac{18626,57}{164,4 - 2,2} = 86,12 \text{ см}^2.$$

Ширину пояса балки визначаємо в межах рекомендованого відношення

$$b_f = \left(\frac{1}{5} \div \frac{1}{3} \right) \cdot h = \frac{1}{3,6} \cdot 164,4 \approx 45,7 \text{ мм.}$$

Приймаємо, згідно із сортаментом двотавр 50, тоді

$$t_f = \frac{A_f}{b_f} = \frac{86,12}{45,0} = 1,9138 \text{ см приймаємо товщину пояса балки } t_f = 20 \text{ мм,}$$

тобто пояс балки беремо із смуги - 450x20.

- 7) Перевіряємо місцеву стійкість стиснутого поясу балки в пружно-пластичній стадії роботи за формулою (15)

$$\begin{aligned} \frac{b_{ef}}{t_f} &= 0,11 \cdot \frac{h_0}{t_w} = 0,11 \cdot \frac{164 - 2}{1,1} = 16,2 < 0,5 \sqrt{\frac{E}{R_y}} = \\ &= 0,5 \sqrt{\frac{2,06 \cdot 10^4}{24}} = 14,65. \end{aligned}$$

Таким чином відношення $\frac{b_{ef}}{t_f}$ треба призначати не більше величини 14,65.

Визначаємо звис поясу балки за формулою (16)

$$b_{ef} = \frac{b_f - t_w}{2} = \frac{45 - 1,1}{2} = 21,95 \text{ см}$$

і знаходимо фактичне відношення

$$\frac{b_{ef}}{t_f} = \frac{21,95}{2} = 10,975 \approx 11 < 14,65.$$

- 8) Визначаємо геометричні характеристики поперечного перерізу балки

$$I_x = \frac{t_w \cdot h_w^3}{12} + 2A_f \left(\frac{h_0}{2} \right)^2 + 2 \frac{b_f \cdot t_f^3}{12} =$$

$$= \frac{1,1 \cdot 160^3}{12} + 2 \cdot (45 \cdot 2) \cdot 81^2 + 2 \cdot \frac{45 \cdot 2^3}{12} =$$

$$= 1556506,66 \text{ см}^4,$$

$$W_x = \frac{I_x}{h/2} = \frac{1556506,66}{82} = 18981,788 \approx 1898,18 \text{ см}^3,$$

$$A_t = 2A_f + A_w = 2 \cdot (45 \cdot 2) + 160 \cdot 1,1 = 456 \text{ см}^2.$$

Знаходимо власну вагу одного прогонного метра балки з урахуванням конструктивного коефіцієнта $\psi = 1,2$:

$$q_{6,6} = \psi \cdot p_{cm} \cdot A_t \cdot 100 = 1,2 \cdot 0,00785 \text{ кг/см}^3 \times$$

$$\times 356 \text{ см}^2 \times 100 = 335,35 \text{ кг/м} = 3,35 \text{ кН/м}.$$

9) Визначаємо реальний максимальний момент, реакції та максимальну поперечну силу балки з урахуванням її власної ваги:

$$V_A = V_B = \frac{\sum F_1 + \sum F_2 + \sum F_3}{2} + q_{6,6} \cdot \gamma_{fi} \cdot \frac{L}{2} =$$

$$= \frac{13 \cdot 151 + 144,3 + 2 \cdot 70,2}{2} + 3,35 \cdot 1,05 \cdot \frac{17,4}{2} =$$

$$= 1229,6 \text{ кН},$$

$$Q_{\max} = V_A^1 - F_3 = 1229,6 - 70,2 = 1159,4 \text{ кН},$$

$$M_{\max}^1 = (V_A^1 - F_3) \cdot 8,7 - F_2 \cdot 7,7 - F_1(6,6 + 5,5 + 4,4 +$$

$$+ 3,3 + 2,2 + 1,1) - q_{6,6} \cdot \gamma_{fn} \cdot \frac{L}{2} \cdot \frac{L}{4} =$$

$$= 1159,4 \cdot 8,7 - 144,27 \cdot 7,7 - 151 \cdot 23,1 - 3,35 \cdot 1,05 \cdot \frac{17,4}{2} \times \times \frac{17,4}{4} = 5354,68 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$= 535468 \text{ кН} \cdot \text{см}.$$

10) Перевіряємо міцність підбраного поперечного перерізу балки за формулами (1), (19):

$$\sigma = \frac{M_{\max}^1}{C_1 \cdot W_x \cdot \gamma_c} = \frac{535468}{1,188 \cdot 18981,8 \cdot 1,1} =$$

$$= 22,92 \text{ кН/см}^2 < 24 \text{ кГ/см}^2,$$

де $C_1 = C$ - величину C знаходимо залежно від величини відношення

$$\frac{A_f}{A_w} = \frac{2 \cdot 45}{1,1 \cdot 160} = \frac{90}{176} = 0,511$$

$$C = 1,1188.$$

Визначаємо запас міцності

$$\delta = \frac{24 - 22,92}{24} \cdot 100\% = 4,5\% < [5\%]$$

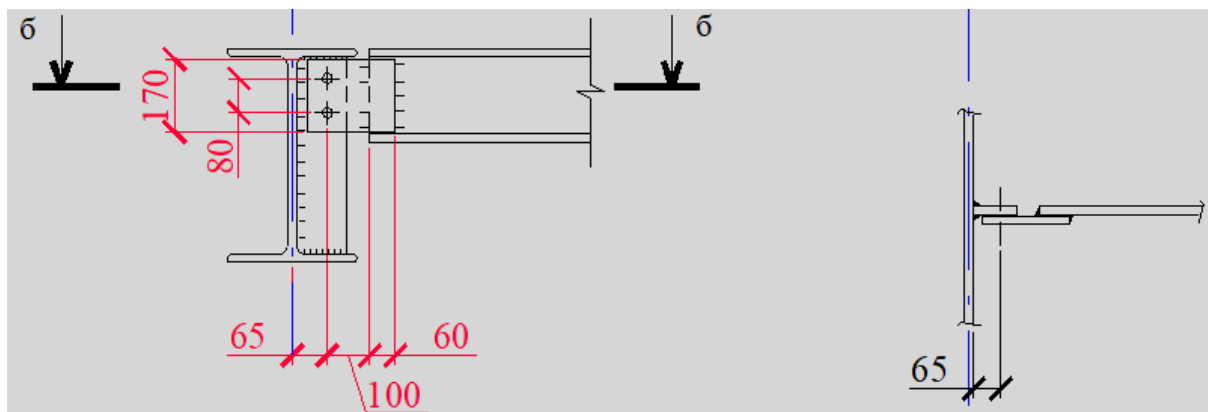
$$\tau = \frac{1,5Q_{\max}}{t_w \cdot h_w \cdot \gamma_c} = \frac{1,5 \cdot 1159,4}{1,1 \cdot 160 \cdot 1,1} = 8,98 \approx 9 < 0,58 \cdot 24 =$$

$$= 13,92 \text{ кН/см}^2.$$

11) Перевіряємо пружність балки за формулою (20)

$$\frac{f}{l} = \frac{M_{\max}^p \cdot l}{k \cdot 10E \cdot I_x} = \frac{535468,0 \cdot 1740}{1,16 \cdot 10 \cdot 2,06 \cdot 10^4 \cdot 1556506,66} =$$

$$= \frac{9,317}{3687,364} = \frac{1}{399,2} < \left[\frac{1}{400} \right].$$



Проектування позацентрово-стисненої колони із трубобетону.

У трубобетонних конструкціях ефективно використовують унікальні властивості матеріалів, що дозволяє значно економити сталь і цемент, зменшувати поперечний переріз елементів та, відповідно, знижувати їхню

вагу і транспортні витрати.

Металева труба – оболонка трубобетону – одночасно виконує роль повздовжнього і поперечного армування, сприймаючи навантаження у будь-якому напрямку й під будь-яким кутом.

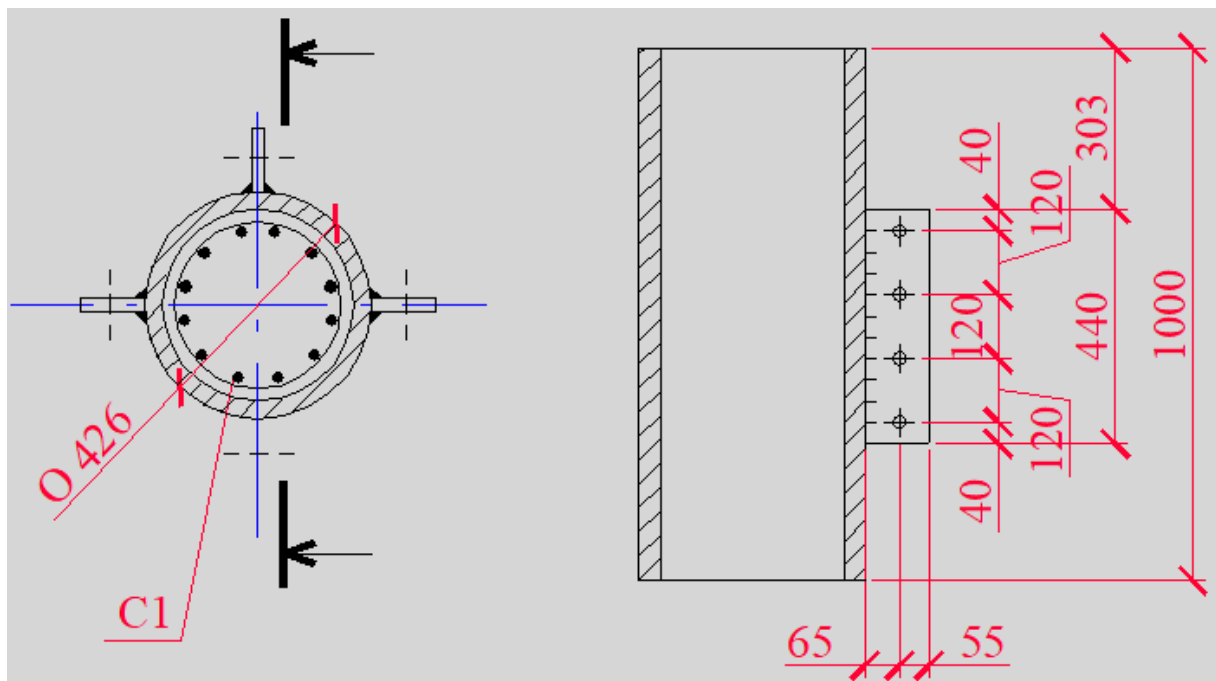
Бічний тиск труби стримує розвиток мікротріщин у бетонному осерді, яке при всебічному тиску здатне витримувати напруження, значно вищі за призмову міцність. Крім того, сталева труба, заповнена бетоном, суттєво захищена від втрати місцевої та загальної стійкості.

Трубобетонні конструкції характеризуються високою надійністю в експлуатації: у граничному стані вони не втрачають несучу здатність миттєво, як залізобетонні, а довгий час можуть витримувати навантаження, допускаючи значні деформації.

Порівняно із залізобетонними, трубобетонні конструкції мають більшу індустриальність при виробництві та монтажі. Вони відносно легкі, зручні для транспортування, стійкі до механічних пошкоджень і мають привабливий зовнішній вигляд. При їхньому виготовленні не застосовують опалубку, арматурні каркаси чи закладні деталі.

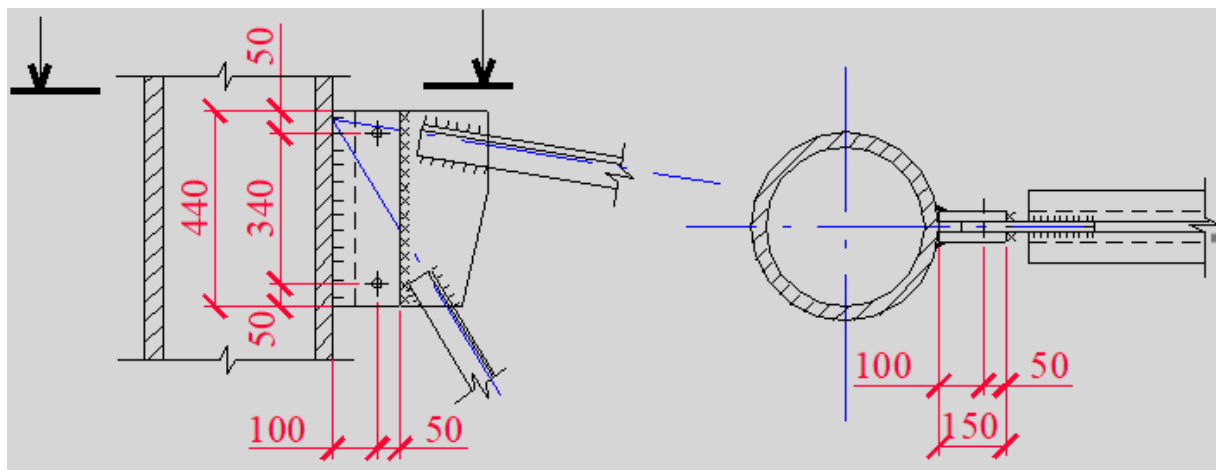
Щодо вибору розрахункової схеми та визначення навантажень на колону, вузол з'єднання колони з фундаментом прийнято жорстким, а з головними балками – шарнірним. Отже, розрахункова схема колони відповідає позацентрово-стисненому стержню з жорстким закріпленням знизу і шарнірним – зверху.

Навантаження на колону включає корисне навантаження та власну вагу перекриття і покриття. Розрахунок з'єднань колони Виконується розрахунок вузлового з'єднання колони з головною балкою Б-22..



Приймаємо 4 болта

Розрахунок вузлового з'єднання колони з фермою Ф-1



2.3 Розрахунки пальових фундаментів

Геологічна будова та гідрогеологічні умови будівельного майданчику

Номер шару	Найменування ґрунту	Номер свердловини та товщина шару, м		
		1	2	3
1	Насипний ґрунт: суглинок і глина з включенням	1.6	1.9	2.1

	будівельного сміття			
2	Глина темно - сіра	0.3	0.32	0.4
3	Суглинок жовто - бурий	0.4	0.44	0.4
4	Глина жовто - бура	2.4	5.6	7.7
5	Глина сірувато - бура	4	5.3	6.2
	Рівень ґрунтових вод	0.8	0.8	0.9

Характеристики властивостей ґрунтів

1.1.1.1.1 Назва	Умовне позначення	Одиниці виміру	Номер шару				
			1	2	3	4	5
1.2 Щільність	ρ	т/м ³	1.7	1.8	1.87	1.79	1.9
Щільність частинок	ρ_s	т/м ³	2.6	2.73	2.68	2.7	2.7
Природна вологість	W		0.18	0.26	0.18	0.25	0.25
Вологість на межі текучості	W _l		0.22	0.4	0.35	0.41	0.39
Вологість на межі розкачування	W _p		0.17	0.22	0.23	0.19	0.21
Модуль деформації	E	МПа	7	15	20	12	12
Коефіцієнт фільтрації	K _ф	см/с	0.07	0.00 000 8	0.00 002	0.00 000 9	0.00 003
Кут внутрішнього тертя	ϕ	град.	19	16	21	14	15
Питоме щеплення	C	кПа	18	41	21	37	40

Оцінка інженерно - геологічних умов

«Шар №1: насипний ґрунт (суглинок і глина з включенням будівельного сміття)

1) коефіцієнт пористості

$$e = (\rho_s / \rho) (1 + W) - 1 = (2.6 / 1.7) (1 + 0.18) - 1 = 0.805$$

2) ступінь вологості

$$S_r = \rho_s W / (\rho_w e) = 2.6 \times 0.18 / (1 \times 0.805) = 0.58$$

3) число пластичності:

$$I_p = W_L - W_P = 0.22 - 0.17 = 0.05$$

4) густина ґрунту в сухому стані:

$$\rho_d = \rho / (1 + W) = 1,7 / 1 + 0,18 = 1,44$$

5) показник текучості:

$$I_L = (W - W_P) / (W_L - W_P) = 0,18 - 0,17 / 0,05 = 0,2$$

6) повна вологомисткість ґрунту:

$$W_{sat} = e \rho_w / \rho_s = 0,805 \times 1 / 2,7 = 0,298$$

7) коефіцієнт пористості при вологості $W = W_L$

$$e_L = \rho_s W_L / \rho = 2,6 \times 0,22 / 1,7 = 0,33$$

8) показник просадочності:

$$I_{ss} = (e_L - e) / (1 + e) = (0,33 - 0,805) / (1 + 0,26) = -0,263$$

Шар відноситься до суглинку напівтвердого, просадочний.

Шар №2: глина темно-сіра.

1) коефіцієнт пористості

$$e = (\rho_s / \rho) (1 + W) - 1 = (2,73 / 1,8) (1 + 0,26) - 1 = 0,911$$

2) ступінь вологості

$$S_r = \rho_s W / (\rho_w e) = 2,73 \times 0,26 / (1 \times 0,911) = 0,779$$

3) число пластичності:

$$I_p = W_L - W_P = 0,4 - 0,22 = 0,18$$

4) густина ґрунту в сухому стані:

$$\rho_d = \rho / (1 + W) = 1,8 / 1 + 0,26 = 1,43$$

5) показник текучості:

$$I_L = (W - W_P) / (W_L - W_P) = 0,26 - 0,22 / 0,18 = 0,22$$

6) повна вологомисткість ґрунту:

$$W_{sat} = e \rho_w / \rho_s = 0,911 \times 1 / 2,73 = 0,33$$

7) коефіцієнт пористості при вологості $W = W_L$

$$e_L = \rho_s W_L / \rho = 2,73 \times 0,4 / 1,8 = 0,6$$

8) показник просадочності:

$$I_{ss} = (e_L - e) / (1 + e) = (0,6 - 0,911) / (1 + 0,911) = -0,16$$

Шар відноситься до глин напівтвердих, просадочні.

8) показник просадочності:

$$I_{ss} = (e_L - e) / (1 + e) = (0,554 - 0,776) / (1 + 0,776) = -0,125 \gg [15]$$

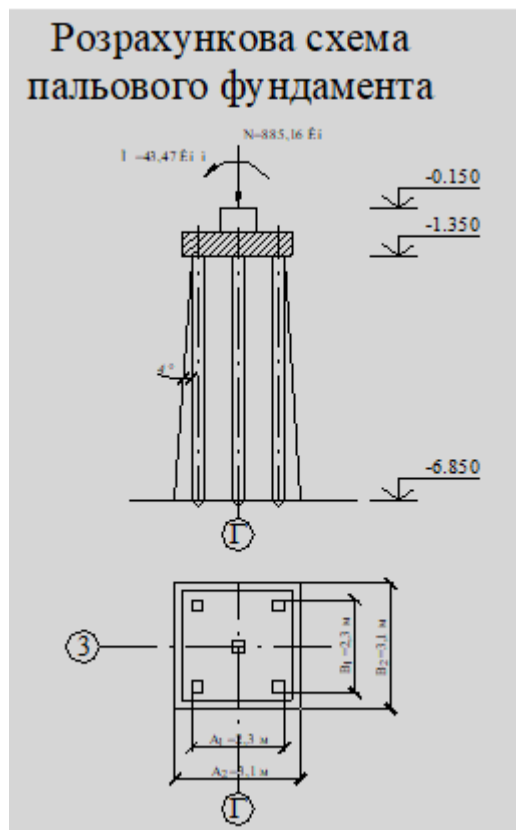
Шар відноситься до глин напівтвердих.

Розрахунок пальового фундаменту

Пальові фундаменти є одним із основних типів фундаментів, які забезпечують надійну роботу споруди в цілому, значно знижують обсяг земляних робіт, підвищують збірність будівництва та зменшують частку ручної праці під час зведення фундаментів.

Розрахунок пальових фундаментів і їх основ здійснюється за граничними станами двох груп:

1. за несучою здатністю ґрунту основи паль і за міцністю конструкцій паль та пальових ростверків;
2. за осадкою основ пальових фундаментів під впливом вертикальних навантажень.



Розрахунковий опір ґрунту основи на рівні підшви умовного фундаменту:

Результати розрахунків, а також параметри для цих розрахунків зведені

в таблицю

z, м	h+z, м	$\sigma_{zg}=\gamma(h+z)$, кПа	$0,2\sigma_{zg}$, кПа		α	$\sigma_{zp}=\alpha(P-\sigma_{zg})$, кПа	σ_{zi} , кПа
1	2	3	4	5	6	7	8
0	6	99,7	19,94	0	1	103,1	101,45
0,5	6,5	109,2	21,84	0,32	0,968	99,8	
1	7	118,7	23,74	0,66	0,856	88,25	94
1,5	7,5	128,2	25,64	0,97	0,717	73,9	81,1
2	8	137,7	27,54	1,29	0,57	58,76	66,33
2,5	8,5	147,2	29,44	1,61	0,446	45,98	52,37
3	9	156,7	31,34	1,93	0,356	36,7	41,34
3,5	9,5	166,2	33,24	2,26	0,285	29,4	33,05

Розрахунок несучої здатності палі . . Розрахункові навантаження на пальовий фундамент: $N = 810,0$ кН;

Підставою фундаментів служить пісок дрібний, зеленувато-бурий середньої густини. Глибина закладання підошви ростверку $d = 1,5$ м.

Попередньо приймаємо, що пальовий фундамент виконується зі збірних забивних залізобетонних паль призматичної форми довжиною 6,0 м з розмірами поперечного перерізу 0,3х0,3 м. (рис. 3).

Несучу здатність паль відповідно до вимог СНіП знаходимо з виразу

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cr} RA + u_i \sum \gamma_{cf} f_i h_i)$$

де γ_c - коефіцієнт умов роботи палі у ґрунті, рівний 1.0;

γ_{cr}, γ_{cf} - Коефіцієнти умов роботи ґрунту відповідно під нижнім кінцем і на бічній поверхні палі, що приймаються за табл.3 СНіП, рівні 1.0;

R - розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі, кПа, що приймається за табл. 1 СНіП рівним 4300 кПа;

A - площа спирання палі на ґрунт, м² дорівнює 0.09 м²

u_i - Зовнішній периметр поперечного перерізу палі, 1.2 м;

f_i - розрахунковий опір i - го шару ґрунту основи на бічній поверхні палі, кПа;

h_i - товщина i - го шару ґрунту основи, що стикається з бічною поверхнею палі, м. Розрахункове навантаження на палю визначають, виходячи з умови :

$$F_d = 1 - [4300.0,09 + 1,2 - (45 \times 2,0 + 54 \times 2,0 + 59 \times 1,6)] = 737,9 \text{ кН.}$$

Розрахункове навантаження на палю

$$F = 737,9 / 1,4 = 527,1 \text{ кН.}$$

Кількість паль у пальовому фундаменті

$$N = 810,0 / 527,1 = 1,53.$$

Приймаємо пальовий фундамент із 2 паль.

$$\text{Навантаження на колону } N = 1890 \text{ кН}$$

Кількість паль у пальовому фундаменті під колону:

$$N = 1890,0 / 527,1 = 4,58.$$

Приймаємо пальовий фундамент із 5 паль.

3 Технологія і організація будівництва

3.1 Вибір методу провадження робіт

Будівництво залізничного вокзалу, який поєднується з автостанцією та станційним будинком, заплановане на станції Попасна. Будівельний майданчик має рівнинний рельєф, що створює сприятливі умови для організації та технологічного процесу виконання внутрішньо- та зовнішньомайданчикових підготовчих робіт. Розвантаження матеріалів, доставлених залізницею, буде здійснюватися на тупикових коліях станції Попасна, звідки будівельні вантажі транспортуватимуться на майданчик по існуючих і тимчасових дорогах. Постачання матеріалів також планується з місцевих будівельних підприємств.

Водопостачання будмайданчика забезпечується через підключення до діючої водопровідної мережі. Джерелом тепла для будівництва обрана квартальна котельня, до теплової мережі якої буде підключено будівельний об'єкт. Електропостачання здійснюється від центральної лінії електропередач. Зазначені інженерні мережі використовуються лише в період будівництва. Нормативну тривалість будівництва визначено відповідно до ДБН «Норми тривалості будівництва і заделу у будівництві підприємств, будівель і споруд». Розрахункова тривалість будівництва визначається під час складання календарного плану. Нормативний термін виконання робіт на даному об'єкті становить 14 місяців. [6]

Методи виконання робіт.

№ п/ п	Назва робіт	Вибір робочого механізму	Описання методів виконання робіт
1	Планування площі буд. майданчику та зрізка родючого шару ґрунту	Бульдозер ДЗ-130	Робота виконується в одну зміну протягом двох днів. Бульдозер переміщує ґрунт човниковим методом.
2	Розробка ґрунту екскаватором	Екскаватор ЕО-4121А	Екскаватор обладнаний прямою лопатою ємкістю ковша 0,65м ³ . Розробка

			грунту виконується лобовою проходкою. Транспорт подається під завантаження збоку виробітки, завдяки чому зменшується кут повороту стріли екскаватору. Після розробки котловану екскаватором землекопи виконують ручну доробку ґрунту.
4	Занурення паль, вирубка бетону із арматурного каркасу паль	Копрова установка СП-51 на базі екскаватора із дизель молотом СП-48А	Палю подають та піднімають за допомогою крана. Після занурення палі до проектної відмітки, забивку палі виконують „залогами” по 10 ударів в кожному. Роботи виконуються згідно розробленої технологічної карти.
5	Влаштування бетонної підготовки, влаштування монолітного залізобетонного ростверку, монтаж фундаментних балок	МКГ-25	В основі всіх підземних конструкцій виконують підготовку із бетону В7,5 100мм. Монолітні роботи виконуються з використанням збірно-розбірної опалубки з централізованою доставкою на будівництво товарного бетону авто

			бетонозмішувачем. Вертикальна гідроізоляція виконується гарячим бітумом за два рази.
6	Зворотня засипка, ущільнення ґрунту пневмотрамбовками ручна засипка, горизонтальна гідроізоляція	Бульдозер Д-130	Ущільнення здійснюється по периметру котловану після засипки ґрунту бульдозером. Шар ущільнюючого ґрунту дорівнює 40см. Паралельно з ущільненням виконується ручна засипка. Горизонтальна гідроізоляція виконується з двох шарів толю по периметру фундаментних блоків.
7	Монтаж колон. Виконання цегляної кладки при влаштуванні несучих стін та перегородок, монтаж перемичок, монтаж вітражів, влаштування монолітного перекриття та покриття.	Кран КС-3577 Електрозварювальний прилад АДД-4001 Кран залізничний	Цегляна кладка несучих стін та перегородок будівлі ведеться із звичайної глиняної цегли товщиною 380 і 120мм. Металевий каркас монтується по схемі „з коліс”. Ручне монтажне зварювання виконується електродами Э-42 . Встановлення зв’язків на чорних болтах вимагає послідувочої обварки цих з’єднань .
8	Влаштування покрівлі	Щогловий підіймач	Улаштування рулонного килиму, утеплювача, цементної стяжки та пароізоляції: підійомник вантажопідйомністю 1,5т
9	Влаштування сходишкових маршів		Сходишкові марші збираються з привезених на об’єкт складових.

ДПБ 111.00.00.000.ПЗ

Арк

10	Влаштування підготовки, стяжки, теплоізоляції, підлоги	Віброрейка СО-47 Бетононасос	Бетон для даного виду робіт виготовляється на об'єкті класу В-20;
11	Влаштування підлоги з керамічної плитки, паркету,	Віброрейка СО-47 Паркетно-шліфувальна машина СО-115 Станок для різки паркету СО-70 Мозаїчно шліфувальна машина СО-17	Роботи по влаштуванню паркетної підлоги та керамічної плитки виконують після штукатурних робіт. Після влаштування паркетних дошок необхідно виконати шліфування перед покриттям лаком.
12	Водне фарбування, стін фарбою.	Малярна станція СО-115-А	Водне фарбування стелі здійснюється після підготовки поверхні, зачеканки швів і отворів. Фарбування стін виконується по затертій поверхні.
13	Утеплення стін, Влаштування фасадних касет	підйомник	Утеплення стін виконується плитним утеплювачем Fastrock. Після цього йде монтаж фасадних касет Liberta

Роботи підземного циклу починаються з планування будівельного майданчика та розбирання асфальтобетонного покриття бульдозером. Розробка ґрунту екскаватором проводиться з подальшим транспортуванням і складуванням у відвал, куди також вивозять родючий шар ґрунту. Після завершення розробки котловану виконують ручне доопрацювання ґрунту. Потім проводять вертикальне занурення залізобетонних паль із наступною вирубкою бетону навколо арматурного каркаса. Роботи з влаштування бетонної підготовки, монолітних залізобетонних ростверків і вертикальної

гідроізоляції виконуються по захватках, що дозволяє скоротити терміни будівництва і забезпечити безперервність процесу. Далі здійснюють механізовану засипку ґрунту в котлован, його ущільнення пневмотрамбовками, ручну засипку і влаштування горизонтальної гідроізоляції з двох шарів толю.

Після завершення підземних робіт починаються роботи надземного циклу, до яких належать монтаж колон із трубобетону, балок перекриття, влаштування монолітного перекриття, монтаж сходів, балок покриття, а також кроквяних і підкроквяних ферм. Базы металевих колон встановлюють у проектне положення за допомогою сталевих підкладок між опорною плитою і верхом фундаменту. Підливку під бази виконують тільки після точного вивірювання конструкцій каркасу та затягування анкерних болтів. Кріплення листів профнастилу до балок перекриття здійснюється анкерами А1 електрозварюванням через одну хвилю, а між собою — заклепками діаметром 6 мм із кроком 500 мм. Обрізання листів профнастилу проводиться безпосередньо на місці монтажу. Монтаж каркасів і сіток здійснюють після закріплення листів настилу на опорах і між собою, а також після приварювання закладних елементів.

Всі сталеві конструкції повинні бути пофарбовані та огрунтовані на заводі-виробнику. Паралельно з цим ведеться цегляна кладка зовнішніх несучих стін і перегородок. Після монтажу профільованого настилу виконуються роботи з влаштування рулонної покрівлі. Наступним етапом є монтаж вікон і дверей разом із вітражами. Роботи з укладання керамічної та гранітної підлоги виконуються після встановлення гіпсових перегородок.

Всі оздоблювальні роботи розпочинаються після скління вікон. Перед шпаклюванням необхідно прокласти електропроводку. Паралельно з монтажем перегородок із гіпсокартону виконуються роботи з облаштування систем опалення, вентиляції, водопостачання, каналізації та газопостачання. Після цього виконують облицювання стін керамічною плиткою, фарбування

					ДПБ 111.00.00.000.ПЗ	Арк

водними фарбами та фарбування стін.

До зовнішніх оздоблювальних робіт належать монтаж плитного утеплювача на зовнішні стіни та встановлення фасадних касет Liberta, які починають після монтажу каркасу і цегляної кладки стін. Після цього здійснюють роботи з влаштування вимощення.

3.2 Вибір комплекту машин і механізмів

«На вибір типу екскаватора впливають обсяг виробітку та тип земляного спорудження

Вибираємо комплект машин для розробки котлованів.

37

Вибір проводиться в два етапи:

I. Вибирається тип екскаватора (пряма лопата, зворотна лопата)

II. Вибирається марка екскаватора

Оптимальна глибина розробки екскаватора $H_{\text{опт}} = 0,65 - 0,75$ від максимальної глибини розробки $H_{\text{мах}}$.

$$H_{\text{мах}} = 3,0 \text{ м, тоді } H_{\text{опт}} = 0,7 \cdot 3 = 2,1 \text{ м}$$

Вибираємо екскаватор ЭО4121А “пряма лопата” з характеристиками:

- ◆ Місткість ковша - $0,65-1 \text{ м}^3$
- ◆ Найбільша глибина копання нижче стоянки – $3,6 \text{ м}$
- ◆ Найбільший радіус копання $R_{\text{мах}} = 9 \text{ м}$
- ◆ Найменший радіус копання $R_{\text{мін}} = 4,12 \text{ м}$
- ◆ Найбільша висота вивантаження – $5,03 \text{ м}$
- ◆ Маса екскаватора - $19,2 \text{ т}$

Вибір оптимального типу і кількості автосамосвалів для відвезення ґрунту у відвал при розробці екскаватором “зворотна лопата”. Приймаємо два автосамосвала марки КРАЗ - 222, вантажопідйомністю 10т і ємністю кузова 8 м^3 .

Для розробки недобору застосовуються бульдозери з пристроєм, що підчещає. Припустима величина недобору - 15 м^3 .

Розробка ґрунту здійснюється лобовими і бічними проходками.

$$H_{\text{забоя}} = H_{\text{к}} - \text{НЕДОБІР} = 2,4 - 0,15 = 2,25 \text{ м}$$

$$\text{Екскаватор "ПЛ" - ЭО 4121А с } V_{\text{КОВША}} = 0,65 \text{ м}^3$$

$$a_{\text{max}} = 9 \text{ м}$$

$$R_0 - \text{оптимальний радіус резання, } R_0 = 0,8 \bullet R_{\text{max}} = 0,8 \bullet 9 = 7,2 \text{ м}$$

$$B = (1,5 - 1,7) \bullet R_{\text{max}} = 1,6 \bullet 9 = 14,4 \text{ м}$$

Монтажні роботи виконуються автокраном марки КС-3577. »

3.3 Визначення тривалості виконання робіт

Об'єкт має складну форму в плані.

38

Визначення тривалості виконання будівельних робіт — це комплексний процес, який є одним із ключових етапів планування будівництва будь-якого об'єкта.

Ця процедура передбачає розрахунок часу, необхідного для повного завершення будівельних операцій із врахуванням усіх факторів, що впливають на хід робіт. Визначення тривалості має велике значення для організації будівельного процесу, управління ресурсами, контролю за дотриманням строків і своєчасного завершення проекту.

На першому етапі визначається нормативна тривалість будівельних робіт. Вона базується на чинних будівельних нормах, стандартах і рекомендаціях, які враховують тип споруди, складність конструкцій, обсяги робіт і технології, що застосовуються. Ці нормативні дані можуть бути взяті з державних будівельних норм (ДБН), технічних регламентів та галузевих методик, які регламентують середні терміни виконання типових будівельних операцій.

Далі формується детальний календарний план робіт. Це робочий документ, у якому описано послідовність виконання всіх будівельних процесів, терміни початку і завершення кожного етапу, взаємозв'язки між

різними роботами та ресурси, які будуть задіяні. В календарному плані враховуються особливості будівельного майданчика, погодні умови, сезонність робіт, наявність матеріалів і техніки, кількість робітників та їхня кваліфікація. Такий підхід дозволяє максимально оптимізувати використання ресурсів та уникнути простоїв.

Також при визначенні тривалості будівельних робіт враховують організаційні аспекти: режим роботи (одна або кілька змін), графік поставки матеріалів, умови логістики, можливі обмеження на будівельні роботи (наприклад, санітарні норми, особливості експлуатації сусідніх об'єктів). При плануванні беруть до уваги й потенційні ризики, які можуть спричинити затримки, наприклад, погодні умови, технічні неполадки або зміни 39 проектної документації.

Важливим елементом є координація між різними підрозділами й підрядниками, що виконують роботи, для забезпечення паралельного і послідовного виконання операцій. Правильне визначення тривалості робіт допомагає забезпечити своєчасну здачу об'єкта в експлуатацію, уникнути зайвих витрат, пов'язаних із затримками, та підвищити ефективність управління будівництвом.

Таким чином, визначення тривалості виконання будівельних робіт — це багатокomпонентний процес, який включає нормативне планування, детальний розподіл робіт у часі, оцінку ресурсів і ризиків, що в кінцевому результаті дозволяє ефективно організувати і контролювати хід будівництва від початку до кінця.

1. Витрати праці на будівництво:

$T_n = 12439,72$ люд.-дн.; $T_{пр} = 12186$ люд.-дн.

2. Тривалість будівництва:

По нормі- 14міс. ; прийнято- 11,99 міс.

3. Показники витрат праці:

					ДПБ 111.00.00.000.ПЗ	Арк

а) продуктивність праці: $\Pi_{\text{пр}} = T_{\text{н}} / T_{\text{пр}} \times 100\% = 12439,72 / 12186 \times 100\% = 102\%$;

б) питома трудомісткість: $T_{\text{пит}} = T_{\text{пр}} / V_{\text{буд}} = 12186 / 36095,6 = 0,3$;

4. Коеф. Нерівномірності руху робітників:

$\alpha = P_{\text{макс}} / P_{\text{ср}} = 60 / 38 = 1,57$, де $P_{\text{ср}} = 12486 / 324 = 38$ чол.;

5. Коеф. змінності $K_{\text{зм}} = 78 \times 2 + 592 \times 1 / 78 + 592 = 1,12$

6. Коеф. суміщення робочих процесів

$K_{\text{сум}} = 670 / 324 = 2,06$.

7. Аналіз тривалості будівництва:

$11,99 / 14 = 0,86$

40

3.4 Технологічна послідовність виконання вертикального занурення залізобетонних паль

Ця технологічна карта розроблена для організації праці робочих ланок, задіяних при вертикальному зануренні залізобетонних паль самохідною копровою установкою на базі екскаватора. Проектовані палі мають марку Сб-30 з такими характеристиками:

переріз палі 300 x 300 мм;

максимальна довжина 6,0 м;

маса палі 1,35 т;

несуча здатність палі 39,5 т.

Забивні залізобетонні палі встановлюються в ґрунт без попередньої виїмки ґрунту і не заповнюються бетонним розчином. Вони мають ненапружену повздовжню арматуру та поперечне армування. За формою поперечного перерізу палі є прямокутними, а за формою повздовжнього перерізу — призматичними. Конструктивно палі цільні, із загостреним нижнім кінцем.

Запропоновані методи та засоби праці дозволяють виконувати роботи з

					ДПБ 111.00.00.000.ПЗ	Арк

- такелажник 4-го розряду – 1 чоловік;
- такелажник 2-го розряду – 1 чоловік.

- копровик 5-го розряду – 1 чоловік;
- копровик 3-го розряду – 1 чоловік.

- розвантаження інвентарю;
- розвантаження залізобетонних паль;
- подача паль до копрової установки;
- вертикальне занурення паль;
- завантаження інвентарю і пристосувань.

Таблиця 1.

Найменування	Технологічна потреба	Призначення
Копрова установка СП051 на базі екскаватора з дизель-молотом СП-48А	1	Вертикальне занурення паль у ґрунт
Кран пневмоколісний КС-5363А	1	Навантажо-розвантажувальні роботи, подача паль до копра.
Тягач КамАЗ-5410	1	Транспортування залізобетонних паль.
Траверса	1	Строповка паль при розвантажуванні.
Строп СККІ-9,0 6000	2	Строповка палі при підйомі на копрову установку.
Лом сталевий будівельний ЛМ	3	Направлення палі при розвантажуванні

Ключ пальовий	1	
Кувалда кувальна гостроноса	2	Влаштування наголовника
Висок сталевий будівельний ОТ200	2	Перевірка вертикальності.
Канат пеньковий d=20мм	10м	Утримання палі.
Рулетка вимірювальна металева	1	Заміри відмов.
Кисть малярна	1	Розмітка паль по довжині.
Фарби будівельні	6	Розмітка паль по довжині.

Організація пальових робіт та праці робітників передбачає виконання низки підготовчих заходів перед початком занурення паль:

зрізання рослинного шару ґрунту та розбирання асфальтобетонного покриття;

42

- планування будівельного майданчика;
- розмітка місць для занурення паль;
- встановлення тимчасового освітлення;
- підготовка та перевірка необхідного інвентарю і пристосувань.

Транспортування залізобетонних паль до будівельного майданчика здійснюється тягачем КамАЗ-5410 з універсальним напівпричепом-плитовозом УПЛ-1412, що має вантажопідйомність 14 тонн.

Розвантаження паль з автотранспорту, їх розміщення та подача до копрової установки виконуються пневмоколісним краном вантажопідйомністю 25 тонн із застосуванням двогілкового стропа. Палі доставляються на об'єкт відповідно до тижнево-добового графіку та складуються у визначених на схемі місцях. Копровик 3-го розряду здійснює розмітку паль по довжині з кроком 1 м фарбою.

Занурення паль відбувається самохідною копровою установкою СП-51 на базі екскаватора, обладнаною дизель-молотом СП-48А з масою ударної частини 3500 кг. Встановлений та випробуваний копер підводиться до першої палі для занурення. Спершу забиваються контрольні палі відповідно

					ДПБ 111.00.00.000.ПЗ	Арк

до робочого проекту. Після їх перевірки починається занурення рядових паль. Палью підтягують до копра, на верхній кінець її одягають наголовник і стропують такелажники 2-го розряду. Молот піднімають у верхнє положення і закріплюють. Перехід палі з горизонтального у вертикальне положення здійснюють плавно, без ривків і ударів, утримуючи її відтяжкою для уникнення зіткнення з копром.

Паля встановлюється вістрям у ґрунт, копровщик перевіряє її вертикальність та суміщення з молотом, після чого молот повільно опускають. Перші удари молота виконують при невеликій висоті підйому, щоб забезпечити правильний напрямок і уникнути вигину. Після занурення палі на 1 м забивку продовжують із нормальною висотою підйому молота до досягнення проектної відмови. Всі виміри відмов та інші умови роботи 43
вносяться у журнал забивки паль.

Розвантаження, розкладка та подача паль до копрової установки виконуються ланкою такелажників, а занурення паль ведеться ланкою копровщиків у дві зміни протягом 13 днів.

Вказівки по охороні праці

Занурення залізобетонних паль виконується відповідно до вимог чинних нормативів ДБН. Територія, на якій здійснюються пальові роботи, повинна бути огорожена, щоб унеможливити потрапляння сторонніх осіб у зону потенційного падіння матеріалів, інструментів або елементів обладнання.

Усі працівники, які перебувають на будівельному майданчику, зобов'язані носити захисні каски. Робітники та інженерно-технічний персонал без засобів індивідуального захисту, зокрема касок, до виконання робіт не допускаються. Перебування сторонніх осіб або працівників у нетверезому стані на території будівництва суворо заборонено.

					ДПБ 111.00.00.000.ПЗ	Арк

Небезпечні зони поблизу рухомих механізмів визначаються радіусом не менше 5 метрів від робочих органів техніки. Майданчики, призначені для вантажно-розвантажувальних операцій, мають бути сплановані з ухилом не більше 5°. Під час проведення вантажних робіт забороняється піднімати вантажі у нестійкому положенні або зміщувати стропувальні пристрої на піднятому вантажі.

Перед виконанням навантаження або вивантаження паль необхідно оглянути монтажні петлі, очистити їх від залишків розчину і бетону, при потребі — виправити без пошкодження конструкції.

Монтаж, демонтаж і переміщення копрової установки слід проводити згідно з технологічною картою, під керівництвом уповноважених осіб, які відповідають за безпечне виконання цих операцій. Проведення таких робіт заборонене при швидкості вітру 15 м/с і більше. Перед підйомом копра всі його конструктивні елементи повинні бути надійно закріплені, інструменти та сторонні предмети прибрані. Під час підйому копра, зібраного горизонтально, необхідно зупинити всі інші роботи в межах зони, що дорівнює довжині конструкції плюс 5 метрів. 44

Перед початком кожної зміни технічний стан копра, зокрема надійність з'єднань та справність зв'язків, підлягає перевірці. Кожна копровая установка має бути оснащена звуковою сигналізацією, яку необхідно подавати перед її запуском. Для безпечного використання на копрі має бути встановлений обмежувач висоти підйому обладнання або вантажозахоплювального пристрою. Також на фермі або рамі копра має бути вказана гранична маса молота та палі, які дозволено використовувати. Обов'язковим є встановлення обмежувача вантажопідйомності.

Подача паль до копра повинна здійснюватись тільки у прямому напрямку в зоні візуального контролю машиніста копра — через відвідний блок, який закріплено в основі установки. Переміщення копра допускається

лише по підготовленій поверхні з опущеним молотом. Стан шляху для переміщення копра перевіряється перед кожною зміною. Після завершення роботи копер має бути зафіксований протиугінним пристроєм.

Підйом палейного молота і палі виконується поетапно — одночасне піднімання обох елементів категорично заборонене.

Основні вимоги до якості і технічній прийомці робіт

Виконання та приймання робіт із забивання залізобетонних паль слід здійснювати відповідно до вимог чинних будівельних норм (ДБН). Приймання пальових робіт проводиться на підставі наступних документів: проєктної документації на улаштування пальових фундаментів, паспортів на палі від підприємств-виробників, актів лабораторних досліджень і випробувань контрольних зразків бетону, актів про виконання антикорозійного захисту паль, актів геодезичної розбивки осей фундаментів, виконавчих схем розміщення паль із фіксацією їхніх просторових відхилень по плану та висоті, звітних документів та журналів забивки паль, а також результатів динамічних та статичних випробувань.

Після завершення робіт з забивання паль проводиться приймання кожної палі, що оформлюється відповідним актом, який підтверджує відповідність їхнього розташування, глибини занурення та стану конструкції до проєктних вимог.

Нормативні допуски при улаштуванні паль визначаються такими значеннями:

Відхилення від проєктного положення в плані для пальових куців і стрічок (у два або три ряди):

для крайніх паль – не більше 0,2 діаметра палі (0,2d);

для ряду паль – у поперечному напрямку від осі – не більше 0,3 діаметра палі (0,3d).

					ДПБ 111.00.00.000.ПЗ	Арк

Допустимий ухил паль (відхилення від вертикального положення) не повинен перевищувати 2 % від довжини палі.

Найбільше допустиме відхилення від проєктної відмітки верха палі встановлюється в межах:

при наявності монолітного ростверку – ± 30 мм.

Дотримання вказаних нормативних допусків є обов'язковим для забезпечення надійності фундаментної конструкції та довговічності споруди в цілому. Усі відхилення, які перевищують встановлені межі, повинні бути обґрунтовані та погоджені з проєктною організацією.

Підрахунок техніко – економічних показників.

«1. Обсяг робіт:

46

$$V = V^H = V^П = 404 \text{ палі}$$

2. Загальні працевитрати:

по нормі: $Q^H = 84,4 \text{ л.-дн.}$

прийнято: $Q^П = 81,0 \text{ л.-дн.}$

3. Питома працємісткість:

по нормі: $g^H = Q^H/V = 84,4 / 404 = 0,21 \text{ л.-дн/паля}$

прийнято: $g^П = 81,0 / 404 = 0,2 \text{ л.-дн/паля}$

4. Виробіток робітника за зміну:

по нормі: $B^H = V/Q^H = 404 / 84,4 = 4,79 \text{ паля/л.-дн}$

прийнято: $B^П = V/Q^П = 404 / 81 = 4,99 \text{ паля/л.-дн}$

5. Продуктивність праці:

по нормі: $\Pi^H = 100 \%$

прийнято: $\Pi^П = (Q^H/Q^П) \times 100 \% = (84,4 / 81,0) \times 100 \% = 104\% \gg$

					ДПБ 111.00.00.000.ПЗ	Арк

Проектування будівельного генерального плану.

Проектування будівельного генерального плану є ключовим етапом організації будівельного майданчика та забезпечення раціонального виконання будівельно-монтажних робіт. Основу розробки генплану складають принципи, що передбачають ефективне розміщення будівельних механізмів, організацію під'їзних шляхів, розподіл зон для складування матеріалів та оптимальне їх розташування. Також враховується забезпечення об'єкта енергоресурсами з розробкою відповідних трас комунікацій. Важливим аспектом є створення належних санітарно-побутових умов для працівників.

Усі вищезгадані заходи мають відповідати вимогам техніки безпеки та протипожежного захисту. На будівельному генеральному плані 47 відображаються місця стоянки крана, траєкторії його руху та дотримання норм безпеки при експлуатації. Прокладання доріг для транспортування здійснюється з урахуванням можливості розвантаження матеріалів за допомогою вантажопідйомного обладнання. Побутовий комплекс розміщується у доступному місці з дотриманням усіх необхідних санітарних та безпекових норм.

У зоні дії крана облаштовуються майданчики для складування матеріалів. Тимчасове підключення до електромережі й водопроводу здійснюється від наявних комунікацій, з попереднім розрахунком потужності трансформатора та діаметра водогону. Весь периметр будівельного майданчика оточується захисною огорожею з організацією контрольованого в'їзду і виїзду транспорту, що забезпечує безпеку та порядок на території будівництва.

Розрахунок побутових тимчасових приміщень адміністративно-побутового призначення.

					ДПБ 111.00.00.000.ПЗ	Арк

Розрахунок площ тимчасових будівель і споруд проводиться по максимальній кількості робітників на будівельному майданчику і нормативній площі на одного робітника, який користується даним приміщенням.

Кількість робітників визначається по формулі:

$$N_{\max} = (N_{\text{ов}} + N_{\text{ітр}} + N_{\text{нв}} + N_{\text{с}} + N_{\text{моп}}) \times k, \text{ де}$$

$N_{\max}$ - загальна кількість робітників працюючих на будівельному майданчику;

$N_{\text{нв}}$ - кількість робітників неосновного виробництва

$N_{\text{ов}}$ - кількість робітників основного виробництва (згідно графіку руху робочих);

$N_{\text{ітр}}$ - кількість інженерно-технічних робітників;

$N_{\text{моп}}$ - кількість молодшого обслуговуючого персоналу;

$N_{\text{с}}$ - кількість службовців;

48

k -коефіцієнт враховуючий відпустки та захворювання і дорівнює 1.05-1.06. Згідно календарного плану кількість працюючих складає $N_{\text{роб}}=60$ чол.

$$N_{\text{ітр}} = 60 \times 0,09 = 6 \text{ чол.}$$

$$N_{\text{нв}} = 60 \times 0,2 = 12 \text{ чол.}$$

$$N_{\text{моп}} = 60 \times 0,02 = 2 \text{ чол.}$$

$$N_{\text{с}} = 60 \times 0,03 = 1 \text{ чол.}$$

$$\text{Тоді: } N_{\text{заг}} = (60 + 6 + 12 + 2 + 1) \times 1,05 = 85 \text{ чол.}$$

Необхідну площу тимчасових будинків $-S(\text{м}^2)$ визначають за формулою:

$S = N_{\max} \times n \times k$, де n - норма площі на одного працюючого; k - коеф. використання площі в період будівництва (1,0-0,4)

Визначення площ приміщень та вибір видів і типів тимчасових будівель

					ДПБ 111.00.00.000.ПЗ	Арк

№ п/п	Назва приміщення	N _{max} чол.	n м ² /чол	к	F _p м ²	F _п м ²	Прийнято: вид, тип тимчасової будівлі
1.	Контора виконроба	5	4	1	20	16,2	Контейнер типу С 1660
2.	Бригадний будинок	60	1	1	60	3х18,4	3 контейнери типу С 1660
3.	Столова	85	0,5	0,5	12	19,9	Пересувні на шасі на 28 посад місць
4.	Гардеробна	60	0,5	0,4	22,96	22,5	Пересувні типу ВС-50А
5.	Душова	85	0,5	0,3	11,2	22,5	Пересувні типу ВД-4 на 4 душа
6.	Диспетчерська	3	5	1	8,6	22,5	Пересувні типу ВС-50А
7.	Туалети	85	0,1	1	8,5	-	Непересувні на чол, і жін відділи

Приймається без розрахунку

№ п/ п	Назва приміщення	Тип тимчасової будівлі	Розміри	Прийнята площа
1.	Кімната відпочинку	Вагончик пересувний	2,5 х 7,96	19,9
2.	Інструментальна	Контейнер № 3848	2,5 х 3,49	8,7
3.	Майстерня сантехніків	Контейнер № 3848	2,5 х 3,48	8,7
4.	Майстерня електриків	Контейнер № 3848	2,5 х 3,48	8,7
5.	Приміщення для відкритого складу	Контейнер № 3848	2,5 х 3,49	8,7
6.	Прохідна	3 інв. щитів	2 х 3	6

Розрахунок складських приміщень і площадок.

Для правильної організації складського хазяйства на будівельному майданчику необхідно мати:

- відкриті площадки для зберігання матеріалів, виробів та конструкцій, на які не впливають коливання температури і вологість;

- навіси для збереження матеріалів, на які не впливають коливання температури, але впливає вологість;
- закриті опалювані та не опалювані склади.

Матеріали при збереженні на будмайданчику необхідно укласти таким чином:

- цегла в поддонах – не більш ніж 2 яруса;
- фундаментні блоки – в штабель висотою не більш 2,6м;
- колони – в штабель в 2 яруса;

- ♦ плити покриття та перекриття - в штабель висотою не більше 2,5м;
- ♦ рулонні матеріали – вертикально в рядок на прокладках;
- ♦ теплоізоляційні матеріали - в штабель висотою до 1,2м;

Між штабелями на складах необхідні проходи шириною не менше ніж 1м та проїзди, ширина яких залежить від габариту транспортних засобів, обслуговуючих склади.

Складські приміщення повинні бути захищені від атмосферних опадів.

Розрахунок проводиться в табличній формі.

Корисна площа складу визначається як:

$$S_{N.I.} = \hat{E}_3 \frac{\dot{I}_{\text{сá}}}{N_{\text{сá}}} (\text{м}^2)$$

Кількість матеріалу, що підлягає збереженню на даному складі

$$\dot{I}_{\text{сá}} = \frac{\dot{I}_3 \times N_3}{T} \hat{E}_1 \hat{E}_2,$$

Розрахунок необхідних площ для зберігання матеріалів виконується окремо для кожної групи матеріалів. У процесі проектування складів і майданчиків необхідно вирішити такі основні завдання:

визначити M_z – загальну масу матеріалів за видами їх зберігання, керуючись відомістю потреб у матеріалах;

встановити Тдн – тривалість витрати матеріалів відповідно до Організаційно-календарного плану (ОКП);

підібрати Nзб – норму зберігання матеріалу на 1 м² складу та Nз – норму запасу у днях;

врахувати відповідні коефіцієнти, а саме: K1 – коефіцієнт нерівномірності постачання матеріалів (у межах 1,05–1,1), K2 – коефіцієнт нерівномірності їх використання (1,2–1,3), K3 – коефіцієнт на проходи між штабелями (1,4–2,0);

обчислити Sc.п. – загальну площу складу, для чого спочатку визначається Mзб – обсяг матеріалу, що підлягає зберігання (тобто запас).

Забезпечення будівництва електроенергією

Проектування електропостачання будівельного майданчика передбачає визначення споживачів електроенергії, вибір джерел живлення та підбір трансформаторного обладнання.

Загальна потреба в електроенергії визначається на основі періоду її 51 максимального споживання в години пікового навантаження. Електроенергія на будівельному майданчику використовується для живлення силового обладнання, задоволення виробничо-технічних потреб, а також зовнішнього і внутрішнього освітлення.

Загальний обсяг споживання електроенергії формується з трьох основних складових:

електроенергії, необхідної для зовнішнього та внутрішнього освітлення будмайданчика;

електроенергії, що використовується на технічні процеси;

електроенергії, що споживається електродвигунами.

Потреба в електроенергії для електродвигунів визначається шляхом підсумовування потужностей усіх двигунів, встановлених на будівельних машинах та обладнанні, згідно з відповідним графіком їх експлуатації.

Сумарна потужність електроенергії визначається по формулі:

$$P_{\text{ТР}} = \alpha \left(\frac{\sum P_{\text{С}} \cdot k_1}{\cos \varphi_1} + \frac{\sum P_{\text{Т}} \cdot k_2}{\cos \varphi_2} + \sum P_{\text{ОС}} \cdot k_3 + \sum P_{\text{НО}} \cdot k_4 \right), \text{ де}$$

$P_{\text{ТР}}$ - необхідна потужність в кВт;

α - коефіцієнт витрат потужності у сітях в межах (1,05-1,1);

$\sum P_{\text{н}}$ - сума потужності установлених електродвигунів;

$\sum P_{\text{Т}}$ - сума потужності на виробничо-технологічні потреби;

$\sum P_{\text{ВО}}$ - сума потужності внутрішнього освітлення;

$\sum P_{\text{НО}}$ - сума потужності зовнішнього освітлення;

$k_1, k_2, k_3, k_4,$ - коефіцієнт попиту відповідних груп;

$\cos \varphi_1, \cos \varphi_2$

- середній к-ент потужності по групах споживачів, приймається для

52

електродвигунів 0,7, для виробничих потреб 0,8;

$k_1 = 0.6$ - при числі електродвигунів до 5 шт;

$k_1 = 0.5$ - при числі електродвигунів 6-8 шт;

$k_1 = 0.4$ - при числі електродвигунів більше 8 шт;

Розраховуємо потужність установки для виробничих потреб

$$P_{\text{С}} = \frac{\sum P_{\text{С}} \cdot k_{\text{С}}}{\cos \varphi},$$

де $\cos \varphi$ - коеф. потужності, що залежить від завантаження

$k_{\text{С}}$ - коеф. попиту електроенергії.

Потужність установок для виробничих потреб

Механізми	Од. вим.	Кількість	Загальна потужність, кВт
бетонозмішувач	шт.	1	77,6
Малярна станція СО-115А	шт.	1	37
Підйомник ТМ300	шт.	1	2,8
зварювальний апарат АДД-4001	шт.	2	4
Вібратор	шт.	2	2,4

Силова електроенергія $P_c = ((77,6+37+2,8+8+4,8)0,45)/0,65 = 90,138$ кВт

Виробничо-технологічна електроенергія: $P_T = N_c \times V_p$, де N_c - норма витрат на розігрівання бітумів та мастик, що дорівнює 17кВт; V_p - об'єм робіт, що потребують затрат електроенергії, $V_p=10,12$ т

$$P_T = 17 \times 10,12 \times 1,03 = 177,2 \text{ кВт}$$

Потужність зовнішнього освітлення:

53

$$P_{но} = ((0,4 \times 2346 + 2,5 \times 147) \times 1) / 1000 = 1,3 \text{ кВт}$$

Кількість прожекторів для аварійного освітлення (Р-лампи-1000ват):

$$n = (r \times E \times S) / P_{пр} = (0,2 \times 2 \times 9950) / 1000 = 3,98$$

приймаємо 4 ліхтарів.

Потужність внутрішнього освітлення:

Потужність для внутрішнього освітлення визначається як сумарна потужність усіх споживачів, які приведені в таблиці

Споживачі ел. енергії	Од. вим.	Кіль - кість	Норма освітленості, Вт / м ²	Потужність, Вт
Контора	1 м ²	16,2	15	243
Душеві		22,5	3,0	67,5
Бригадні будинки		55,2	12	662,4
Столова		19,9	13	258,7

Туалет		8,5	3,0	25,5
Гардеробна		22,5	15	337,5
Диспетчерська		22,5	10	225
Прохідна		6	15	90
Всього:				1909,6

Таким чином $P_{\text{во}} = (1909,6 \times 0,9) / 1000 = 1,72 \text{ кВт}$

Визначаємо сумарну потужність електроенергії для майданчику, вибираємо трансформаторну підстанцію:

$$P_{\text{тр}} = 90,138 \times 0,6 / 0,8 + 177,2 \times 0,5 / 0,8 + 1,3 \times 0,4 + 1,72 \times 0,6 = 179,9 \text{ кВт}$$

Приймаємо трансформаторну підстанцію ДГУ-300 (потужністю 375 кВт, габаритними розмірами: довжина 6,45м, ширина 2,13м).

Розрахунок забезпечення будівництва тимчасовим водопостачанням .

Тимчасове водопостачання на будівельний майданчик призначено для забезпечення виробничих, побутових та протипожежних потреб.

Вода на будівельному майданчику витрачається на виробничі, господарсько-побутові і протипожежні цілі.

Витрата води на виробничі потреби.

54

Визначаємо на основі календарного графіка.

Для виготовлення цементних розчинів для проведення робіт по цегляній кладці необхідно 2591,6 л

По максимальній потребі знаходимо секундну витрату води:

$$Q_{\text{дп}} = Q_{\text{мах}} \times k_1 / (t_1 \times 3600)$$

де $k=1,6$, $t=8$ часів.

Витрата $Q_{\text{дп}} = 2591,6 \times 1,6 / (8 \times 3600) = 0,14 \frac{\text{л}}{\text{сек}}$ води на господарсько-побутові потреби.

					ДПБ 111.00.00.000.ПЗ	Арк

$$Q_{г-п} = N_{п} B_{в} K_{г} / T_{зм} \times 1000 = 60 \times 20 \times 1,5 / 8 \times 1000 = 0,225; \text{ м}^3/\text{Год.} = 0,063 \text{ л/сек.}$$

де $N_{п} = 60$ - число працюючих в максимальну зміну, чол.;

$B_{в} = 20$ – норма витрати води на 1 чол в день, л.

Секундна витрата води на госп-побутові потреби

На душові установки:

$$Q_{душ} = \sum Q_{душ} \cdot \frac{k_2}{t_2 \cdot 3600}$$

$$Q_{\max} = 60 \times 30 = 1800 \text{ л/см;}$$

Секундна витрата води на душові потреби з урахуванням того, що 40% чол які роблять в зміну викосривують душові.

$$Q_{душ} = 1800 \times 0,4 \times 1 / (8 \times 3600) = 0,025 \text{ л/сек;}$$

Витрата на госп-побутові потреби складається з витрати води на приготування їжи, та санвузли, визначається за формулою:

$$Q_{госп} = Q_{хгосп-побут} + Q_{душ} = 0,063 + 0,025 = 0,088 \text{ л/сек.}$$

55

Витрата на пожежегасіння

Кількість води на пожежегасіння варто приймати 10 л/сек, тобто передбачається одночасна дія двох струй з гідрантів по 5 л/сек кожний.

Приймаємо діаметр водопровода 100 мм.

Сумарна витрата води визначається:

Так як пожегідранти для пожежегасіння проектується на постійну лінію водопроводу, то ми їх не враховуємо для тимчасової:

$$Q_{заг} = 0,5 (Q_{п} + Q_{госп}) = 0,5 (0,14 + 0,088) = 0,114 \text{ л/сек.}$$

Діаметр труби для тимчасового водопроводу розраховують по формулі:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{гв}} \cdot 1000}{1.5 \cdot \pi}} = 9,83 \text{ м}$$

Приймаємо трубу діаметром 20 мм.

					ДПБ 111.00.00.000.ПЗ	Арк

Список використаних джерел

1. ДБН В.2.6-98:2009 "Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення"
2. ДБН В.1.2-2:2006 "Навантаження і впливи. Норми проектування"
3. ДБН А.1.1-94:2010 "Проектування будівельних конструкцій за Єврокодами. Основні положення"
4. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування
5. ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення"
6. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва
7. ДБН А.2.2-3-2004. Склад, порядок оформлення, узгодження та затвердження проектної документації для будівництва. – Чинний від 2004–07–01. – Київ : Держбуд України, 2004. – 35 с.
8. ДБН В.1.2-14:2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. – Чинний від 2009–12–01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 37 с.
9. ДБН В.2.2-28:2010 «Будинки адміністративного та побутового призначення». Чинний від 2010–12–30. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 31 с. https://ukrstone.org/files/DBN/DBN_V.2.2-28-2010.pdf
10. ДБН В.2.6-33:2008. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації. – Чинний від 2009–07–01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 21 с.
11. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення проектування. – Чинний від 2011–06–01. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 97 с.
12. ДБН В.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування. Зміна №1. – Чинний від 2009–07–01. – Київ, 2011. – 86 с.

13. ДСТУ 5 А.2.4-4-95. Основні вимоги до робочої документації. Видання офіційне. Введений наказом Держкоммістбудування України № 65 від 06.04.1995р.

14. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія

15. Конструкції будинків та споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. ДБН В.2.6-98:2009 / Міністерство регіонального розвитку та будівництва України. – К. : Мінрегіонбуд України, 2011. – 71 с.

16. Конструкції будинків та споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. ДСТУ Б В.2.6-156:2010 / Міністерство регіонального розвитку та будівництва України. – К. : Мінрегіонбуд України, 2011. – 118 с.

17. Голышев А.Б. Проектирование железобетонных конструкций : Справочное пособие / А.Б. Голышев, В.Я. Бачинский, В.П. Полищук и др. ; под. ред. А.Б. Голышева. – К. : Будівельник, 2000. – 544 с. : ил.

18. Павліков А.М. Розрахунок міцності нормальних перерізів балкових елементів за нелінійною деформаційною моделлю (на основі ДБН В.2.6-98:2009) : навчальний посібник / А.М. Павліков, О.В. Гарькава. За ред. А.М. Павлікова. – Полтава : ПолтНТУ, 2013. – 83 с.

19. Основи та фундаменти будівель і споруд. Основні положення проектування. [Зі змінами №1 і №2]. ДБН В.2.1-10-2009 / Міністерство регіонального розвитку та будівництва України. – К. : Мінрегіонбуд України, 2012. – 161 с.

20. Павліков А.М. Проектування монолітних ребристих перекриттів : навчальний посібник / А.М. Павліков, О.В. Бойко. За ред. А.М. Павлікова. – Полтава : ПолтНТУ, 2015. – 84 с.

21. Система обеспечения надежности и безопасности строительных объектов. Нагрузки и воздействия. ДБН В.1.2-2:2006. – К. : Минстрой Украины, 2006. – 78 с.

22. Залізобетонні конструкції : Підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] / П.Ф. Вахненко, А.М. Павліков, О.В. Горик, В.П. Вахненко. – К.: Вища шк., 2005. – 508 с.

23. Баженов В.А. Нелінійне деформування, стійкість та закритична поведінка анізотропних оболонок : монографія / В.А. Баженов, М.П. Семенюк, В.М. Трач. – Київ, Каравела, 2010. – 352 с.

24. Сучасні будівельні матеріали і конструктивні системи для зведення доступного житла та об'єктів інфраструктури / К.К. Пушкарьова, А.М. Бамбура, Л.Й. Дворкін та ін. – К. : Вік-принт, 2015. – 280 с.

25. Практичний розрахунок елементів залізобетонних конструкцій за ДБН В.2.6-98:2009 у порівнянні з розрахунками за СНиП 2.03.01-84* і EN 1992-1-1 (Eurocode 2) / В.М. Бабаєв, А.М. Бамбура, О.М. Пустовойтова та ін. ; за заг. ред. В.С. Шмуклера. – Харків : Золоті сторінки, 2015. – 208 с.

26. Барашиков А.Я. Будівельні конструкції / А.Я. Барашиков, В.М. Колякова // Підручник для студентів вищих навчальних закладів. – К. : Видавничий дім «Слово», 2011. – 256 с.

27. Будівельні конструкції : навчальний посібник / Ю.Л. Винников, С.Ф. Пічугін, О.О. Довженко, А.О. Дмитренко. – Полтава : ТОВ «АСМІ», 2015. – 400 с.

28. Механіка ґрунтів. Основи та фундаменти : Підручник / В.Б. Швець, І.П. Бойко, Ю.Л. Винников, М.Л. Зоценко та ін. ; – Дніпропетровськ : «Пороги», 2014. – 232 с.