

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Факультет (ННІ) Конструювання та дизайну
Кафедра будівництва

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
рішенням кафедри будівництва
(протокол № __, від __.06.2026р.)
завідувач кафедри будівництва,
д.т.н., професор
_____ Ігор ЯКОВЕНКО
." " _____ 2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: **«Проектування адміністративно-виробничого корпусу у місті
Ірпінь»**

Спеціальність 192 – будівництво та цивільна інженерія
(код і назва)

Гарант освітньої програми

_____ кандидат технічних наук, доцент _____ Євген ДМИТРЕНКО _____
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи:

_____ К.Т.Н., доц. _____ Катерина ОМЕЛЬЧЕНКО _____
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

допускається до захисту/не допускається до захисту»

Виконав: студент

_____ Ілля ДЕРЕВ'ЯК _____
«підпис» (ПІБ студента)

Рецензент:

_____ _____ _____
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

_____ «підпис»

_____ «оцінка»

м. Київ 2026 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет (ННІ) Конструювання та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

завідувач кафедри будівництва,

Д.Т.Н., професор Ігор ЯКОВЕНКО
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ІПБ)

«25» березня 2026р.

З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ

Дерев'яку Іллі Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(код і назва) (назва)

Програма підготовки освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи затверджена наказом проректора з науково-педагогічної роботи та цифрової трансформації НУБіП України від «24» березня 2026 р. № 839 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2026, червень, 01
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи: геологічні умови майданчика будівництва, природно-кліматичні умови відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010, навантаження та вплив згідно ДБН В.1.2-2:2006.

Бакалаврська кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки, 6 листів формату А1 та використаних джерел літератури 26 найменувань.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

Розділ 1. Архітектурна частина

Розділ 2. Розрахунково-конструктивний розділ

Розділ 3. Основи і фундаменти

Розділ 4. Технологія будівельного виробництва

Розділ 5. Організація будівельного виробництва

Розділ 6. Охорона праці

Висновки

Список використаної літератури

Додатки

Перелік графічного матеріалу (обов'язкові креслення):

Аркуш 1, 2	<i>Архітектурна частина: фасад, розрізи, вузли, план.</i>
Аркуш 3.	<i>Розрахунково-конструктивна частина: сталева рама, база колони, вузли, специфікація</i>
Аркуш 4.	<i>Розрахунково-конструктивна частина. Сталева ферма покриття. Вузли з'єднань.</i>
Аркуш 5.	<i>Організаційно-будівельна частина. Будгенплан.</i>
Аркуш 6.	<i>Технологічно-будівельна частина. Техкарта на монтаж сталевий вежі</i>
Аркуш 7.	<i>Організаційно-будівельна частина. Календарний графік. Відомість витрат. Графік руху робочої сили.</i>

Строки виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи

Найменування етапу дипломного проєкту	Строк виконання етапу	Відмітка про виконання
<i>Збір, аналіз та обґрунтування вихідних матеріалів для проєкту</i>	<i>25.03.26– 06.04.26</i>	
<i>Написання та наповнення частин пояснювальної записки</i>	<i>06.04.26 – 04.05.26</i>	
<i>Виконання графічної частини дипломного проєкту</i>	<i>04.05.26–29.05.26</i>	

Дата видачі завдання «25» березня 2026 р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

_____ К.Т.Н., доцент _____ Катерина ОМЕЛЬЧЕНКО _____
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

(ПИБ)

Завдання прийняв до виконання _____ **Ілля ДЕРЕВ'ЯК**
(підпис) (ПІБ студента)

(підпис)

(ПИБ студента)

ЗМІСТ

1. Архітектурна частина.....	6
1.1. Загальні відомості.....	6
1.2. Адміністративно -технічний корпус.....	6
1.3. Витяжна башня.....	8
1.3. Конструктивні рішення.....	8
1.4. Технологічні рішення.....	11
2. Розрахунково-конструктивна частина.....	13
2.1. Розрахунок вежі.....	13
2.2. Розрахунок фундаменту під вежу.....	23
2.3. Розрахунок металевої конструкції.....	26
3. Основи та фундаменти.....	39
3.1. Загальні відомості.....	39
3.2. Геологічні умови	41
3.3. Розрахунок фундаменту для підземної труби.....	51
4. Технологія будівництва.....	54
4.1. Склад комплексного технологічного процесу.....	54
4.2. Бетонування.....	57
4.3. Демонтаж опалубки.....	58
5. Організація будівництва.....	59
5.1. Будівельний генеральний план.....	59
5.2. Організація будівництва.....	59
5.3. Зведення будинку.....	60
5.4. Земляні роботи.....	63
5.5. Прокладання інженерних мереж.....	64
5.6. Вказівки по контролю за якістю спорудження будівлі.....	65
5.7. Геодезичне забезпечення будівництва.....	67
5.8. Розрахунок площ складів.....	68
6. Охорона праці.....	69
6.1. Перелік виробничих чинників, що діють у робочій зоні.....	69

6.2. Технічні та організаційні заходи для зменшення рівня впливу небезпечних та шкідливих виробничих чинників.....	71
6.3. Заходи по пожежній та вибуховій безпеці.....	73
Висновки.....	76
Список літератури.....	77
Додатки.....	80

1. АРХІТЕКТУРНА ЧАСТИНА

1.1 Загальні відомості

Архітектурне проектування будівель і споруд та їх комплексів здійснюють у відповідності з функціональними вимогами, фізичними законами і законами архітектурної естетики для забезпечення архітектурно-художньої виразності будівлі. В архітектурі органічно поєднують функціональні, конструктивні та естетичні риси. Засобами архітектури є простір і штучно створене архітектурне середовище, яке в будівлях має форми конструктивних оболонок, що захищають людей від негативних впливів зовнішнього середовища.

Вимоги до архітектурних об'єктів включають велику кількість складових – це функціональне призначення споруди, її естетична значимість, конструктивне рішення, матеріали конструктивних елементів, технологія та умови будівництва, а також взаємодія з навколишнім середовищем. Витворами архітектури є будівлі, окремі фрагменти міської забудови і просторова організація міст у цілому, інженерні споруди, а також споруди зовнішнього благоустрою. Архітектура формує матеріальне середовище життєдіяльності людей у відповідності з матеріально-технічними і економічними можливостями суспільства та його потребами.

У відповідності з сучасними вимогами до проектування будівельної частини промислових підприємств під час виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи використовувалися наступні джерела [3, 4, 5, 14 та ін.]

1.2 Загальні вимоги до будівель і їх елементів

Будь-яка будівля та інженерна споруда повинна відповідати вимогам: функціональної доцільності, конструктивної надійності, санітарно-технічним вимогам з урахуванням природнокліматичних та місцевих умов, архітектурно-художньої виразності й економічності будівництва та експлуатації [5].

Вимоги функціональної доцільності проектного рішення – це максимальна відповідність приміщень будівлі тим функціональним процесам, для яких вона призначена. Будь-яка будівля є матеріально-організованим середовищем перебування людини для здійснення нею різноманітних процесів: життєдіяльності, побуту, праці, відпочинку тощо.

Конструктивна надійність будівлі забезпечується її міцністю, вертикальною стійкістю, просторовою жорсткістю, довговічністю та вогнестійкістю. Будівля повинна надійно захищати людей та обладнання від несприятливих силових та несилових впливів [7].

Надійність – це здатність конструкції, будівель та споруд безвідмовно виконувати задані функції упродовж розрахункового періоду експлуатації: гарантувати безпеку та комфортабельність людей, що проживають або працюють в будівлях та спорудах, забезпечувати заданий технологічний процес, нормальну роботу машин та обладнання протягом запроектованого строку служби. В даний час надійність характеризується двома коефіцієнтами: відношенням фактичного строку служби будівель без капітального ремонту до запроектованого строку служби; відношенням теоретичних експлуатаційних витрат до фактичних за період до капітального ремонту [7].

Надійність конструкцій, будівель і споруд забезпечується якістю вихідних матеріалів, виготовлення конструкцій, виконання проектних і будівельно-монтажних робіт, здійснення захисних заходів у відповідності зі ступенем агресивності середовища, культурою експлуатації будівель, своєчасним проведенням ремонтних робіт. Надійність будівель підвищується за умови забезпечення загальної міцності, просторової жорсткості та стійкості будівель, з підвищенням міцності з'єднання конструкцій та їх елементів.

Несуча здатність – це здатність сприймати силові навантаження та впливи без руйнування й істотних залишкових деформацій.

Стійкість – це здатність зберігати рівновагу від перекидання чи зсуву при силових навантаженнях і впливах.

1.3. Генеральний план

Проектом передбачається будівництво у м. Ірпінь Київської області адміністративно-технічного корпусу та прибудованою витяжною металевою вежею, що відводять минулі очищення, але зберігаючи певну ступінь агресивності газові й газоповітряні суміші вологістю більш 80-90% утримуючі конденсат і, як правило, що не мають високої температури.

Рельєф ділянки спокійний, абсолютна відмітка – 160,0 м у Балтійській системі висот [2].

1.4 Вихідні дані для проектування

Місце будівництва будівлі – м. Ірпінь Київської області

Проект розроблений відповідно до кліматичних умов будівельного майданчика [1]:

- нормативне снігове навантаження для V снігового району (ДБН В.1.2-2:2006 “Навантаження і впливи”);
- швидкісний тиск вітру для II вітрового району згідно ДБН В.1.2-2:2006;
- розрахункова температура найбільш холодної п’ятирічки мінус 6°C (забезпеченість 0,92).

Коефіцієнт надійності за призначенням прийнято 0,95; що відповідає II класу відповідальності будівель і споруд [7].

1.5 Загальна характеристика будівельного об’єкту

Проектування будівлі адміністративно-технічного корпусу здійснювалося у м. Ірпінь Київської області. Робочим проектом передбачалося введення в дію комплексу будівель в одну чергу.

За відносну відмітку “0,000” прийнято абсолютну відмітку 160,000 в Балтійській системі координат [2]. Глибина промерзання ґрунту 1,2м. Ґрунт не агресивний, рельєф ділянки спокійний. Кліматичні умови за проектними

даними: вітровий тиск – 35 кг/м²; снігове навантаження - 70 кг/м²; розрахункова зимова температура повітря - 6°C. Згідно діючих нормативних даних в теперішній час (ДБН В.1.2-2:2006, Навантаження і впливи) снігове навантаження становить 114 кг/м²; вітрове навантаження 75 кг/м².

Загальна площа виробничого цеху становить 6012м², площа забудови 7109 м², будівельний об'єм становить 47930 м³.

На території підприємства розміщені головний одноповерховий корпус з вбудованими службово-побутовими приміщеннями і 2-х поверхового адміністративно-побутового корпусу; витяжна вежа висотою 45м. та 5,4м в плані. Витяжна вежа являє собою спорудження баштового типу, що характеризуються чітким поділом інженерних і технологічних функцій, що й полягають зі сталевोї несучої конструкції й одного або декількох газовідводящих стовбурів. Несучою конструкцією, як правило, є ґратчаста вежа, а газовідводящі стовбури — елемент технологічних комунікацій.

Загальна характеристика об'єкту

Будівля будується як виробничий корпус. Вона поділена на два зали – це дільниця обробки виробів та лерний і пічний зал.

За класифікацією будівля промислова, виробничого призначення з адміністративно-побутовим корпусом. Будівля відноситься до II групи капітальності, II ступеня вогнестійкості, II- го класу будівель [3, 4].

Виробничий цех збудовано за каркасною конструктивною системою, як повний каркас, за рамною-зв'язковою конструктивною схемою. Будівля опалювальна. Рельєф будівельної ділянки спокійний.

Будівля, що проектується функціонально розподілена на дві зони та має вбудовані службово-побутові приміщення. Будівля являє собою одноповерховий, прямокутний у плані корпус з розмірами у вісях 138х24 м та висотою до низу стропильних конструкцій покриття 6,6м. та 12,0м.

Службова вбудова в осях 1-2, А-Д запроектована 2-х поверховою розмірами в плані 6х24м. Висота поверхів 3,0 м.

Металеві колони каркасу двотаврого перерізу розташовані в осях 1-18 мають висоту 6,6м. А в осях 18-24 розташовані двохгілкові металеві колони двотаврого перерізу висотою 12м. Колони мають жорстке закріплення у стаканах.

Вздовж цифрових осей в нижній частині будівлі на колони вкладаються металеві трикутні ферми. А у високій частині вкладаються полігональні ферми.

По верху металевих ферм влаштовується покрівля по профільному металевому листу.

Фундаменти виконано з монолітного залізобетону. Низ на відмітці - 1,8м та -4,8м.

Зовнішні стіни виконані з сендівч-панелей заводського виготовлення із заповненням мінераловатними плитами товщиною 100 мм.

Покрівля рулонна, з малим ухилом та внутрішнім водостоком. Утеплювач мінераловатний, двoshаровий.

Адміністратино-побутовий корпус

Адміністративна споруда представляє собою двоповерхову будівлю, є вбудовано-прибудованою спорудою до будівлі складу.

За своїм функціональним навантаженням адміністративна будівля повинна забезпечувати комплекс приміщеннями для співробітників цеху, чоловічими та жіночими роздягальнями, душовими та санвузлами для співробітників цеху та адміністративного корпусу.

За відмітку 0.000 прийнято рівень чистої підлоги складу. Рівень чистої підлоги другого поверху знаходиться на відмітці +3,000.

За конструктивною структурою будівля є цегляна на цементно-пісчаному розчині. Зовнішні стіни цегляні товщиною 380мм, внутрішні стіни цегляні - 380мм. Перегородки виконано з цегли 120 мм. Фундамент стрічковий з опиранням на стакани. Перекриття виконано із залізобетонних пустотних плит. Зовнішні стіни додатково утеплені плитами з базальтової вати "Rockwool". Віконні та зовнішні дверні блоки виконано з

металопластикового профілю із трьокамерними склопакетами. Будівля відноситься до II-го ступіню вогнестійкості.

Витяжна вежа

Витяжна вежа висотою 45м. та 5,4м в плані. Витяжна вежа являє собою спорудження баштового типу, що характеризуються чітким поділом інженерних і технологічних функцій, що й полягають зі сталевій несучій конструкції й одного або декількох газовідводящих стовбурів. Несучою конструкцією, як правило, є ґратчаста вежа, а газовідводящий стовбур — елемент технологічних комунікацій.

Газовідводящий стовбур являє собою металеву трубу діаметром 500мм.

Силует ґратчастої вежі з одним переломом поясів по висоті. Решітки вежі прийняті хрестовоподібні. Переріз елементів складається із кутиків. Основою значення діафрагм жорсткості виконують площадки, необхідні для обслуговування споруди в процесі його експлуатації. На даній вежі розташовано сім таких площадок. Підйом на них здійснюються по металевій драбині.

1.6. Опорядження будівлі

Зовнішнє опорядження будівлі – гальванізовано пофарбований профлист синього та білого кольору. Внутрішнє опорядження складу – білий гальванізований профлист.

Опорядження приміщень(крім санвузлів) – водоемульсійне пофарбування. Опорядження санвузлів та душових – керамічна плитка.

1.7 Протипожежні заходи

Згідно вимог “ ДБН В 2.2-2013* «Складські будівлі» та ДБН В.25–56:2014 [22], проєктом передбачаються наступні протипожежні заходи:

- проєктом передбачається одноповерхова споруда 2 ступеню вогнетривкості;
- замість протипожежних стін, для вирішення архітектурно-планувальних рішень, проєктом передбачається застосування автоматичних дренчерних завіс;

- підвищення вогнетривкості металевих колон до 2 год за рахунок облицювання 4 шарами вогнетривкого гіпсокартону;
- підвищення вогнетривкості до 0,75 год. металевих балок покриття, перекриття, в'язів за рахунок покриття вогнезахисною сумішшю “Ендотерм ХТ-150”;
- встановлення шахт димовидалення на покрівлі споруди;
- застосування негорючих утеплювачів зовнішніх стін та покрівлі;
- загальна ширина евакуаційних виходів передбачена із розрахунку 1м ширини виходу на 165 осіб для будинків 2-го ступеня вогнетривкості;
- для евакуації людей з другого поверху передбачені звичайні сходові клітини 1 типу;
- ширина сходових маршів прийнята 1,2 м;
- уклін маршів сходів не перевищує 1:2;
- сходові клітини забезпечені природним освітленням і мають вихід безпосередньо назовні;
- ширина дверей на виході зі сходових клітин прийнята не менше ширини сходового маршу;
- по периметру споруди, за виключенням головного фасаду, передбачені зовнішні пожежні драбини на відстані не більше 150 м одна від одної;
- ширина коридору прийнята 1,8 м;
- двері на шляхах евакуації відчиняються в напрямку виходів зі споруди;
- висота дверей на шляхах евакуації не менше 2,1 м;
- з кожного приміщення з кількістю осіб більше 50 передбачено евакуаційні виходи;
- навколо споруди запроектовано круговий об'їзд для пожежних машин на відстані 5 м від стін комплексу.

2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розрахунок поперечної рами експериментального цеху

Збирання навантажень. Постійне навантаження

Поверхнєве навантаження від маси покриття визначаємо в табличній формі.

Таблиця 2.1

Навантаження від маси конструкцій покриття

Елемент покрівлі	Нормативне навантаження, кН/м ²	Коефіцієнт надійності за навантажен-	Розрахункове навантаження, кН/м ²
Захисний шар гравію, втопленого в бітумну мастику $t = 10 \text{ мм}, \gamma = 2000 \text{ кг/м}^3$	0,2	1,3	0,26
Гідроізоляція (4 шари	0,16	1,3	0,21
Утеплювач: жорсткі мінераловатні плити $(t = 100 \text{ мм}, \rho = 200 \text{ кг/м}^3)$	0,2	1,3	0,26
Пароізоляція (один шар пергаміну)	0,05	1,3	0,06
Сталевий профільований настил	0,08	1,05	0,08
Наскрізнi прогони	0,09	1,05	0,1
Наскрізнi ригелі (ферми)	0,30	1,05	0,31
В'язі по покриттю	0,05	1,05	0,05
Всього	$g_n = 1,13$	—	$g = 1,33$
З врахуванням коефіцієнта надійності за призначенням $\gamma_n = 0,95$	$g_n = 1,07$	—	$g_{m,пок} = 1,26$

Погонне навантаження на ригель рами по осі 3 визначаємо по формулі:

$$g_{m,n} = \left(\frac{g_{m,пок}}{\cos \alpha} + g_{m,p} + g_{m,e} + g_{m,n.л.} + g_{m,к.л.} \right) \cdot B \cdot \gamma_n, \text{ де } \cos \alpha = 1$$

$$g_{m,p} = 0,25 \text{кН} / \text{м}^2; g_{m,e} = 0,05 \text{кН} / \text{м}^2; g_{m,к.л.} = 0,1 \text{кН} / \text{м}^2; g_{m,л.п.} = 0,412 \text{кН} / \text{м}^2.$$

$$g_{m,n} = \left(\frac{1,26}{1} + 0,25 + 0,05 + 0,1 + 0,412 \right) \cdot 12 \cdot 0,95 = 23,62 (\text{кН} / \text{м})$$

Тиск на колону від постійного навантаження на ригелі визначаємо за формулою:

$$F_{\phi.n.} = g_{m,n} \cdot l / 2 = 23,62 \cdot \frac{24}{2} = 283,44 \text{кН}$$

Зосереджений момент, прикладений до верху колони від постійного навантаження на ригелі:

$M_{\phi.n.} = F_{\phi.n.} \cdot e_{\phi}$, де e_{ϕ} - ексцентриситет навантаження (відстань від центра опорного вузла ферми до геометричної осі верхньої частини колони).

$$e_{\phi} = 250 + 10 = 260 \text{мм} = 0,26 \text{м}$$

$$M_{\phi.n.} = 283,44 \cdot 0,26 = 73,69 \text{кН} \cdot \text{м}$$

Навантаження від власної маси східчастої колони:

$$F_k = g_k \cdot \frac{H_{\text{кол}}}{20} \cdot B \cdot \frac{l}{2} \cdot \gamma_{fm} \cdot \gamma_n, \quad \text{де } g_k - \text{характеристичне значення}$$

рівномірно розподіленого навантаження від власної маси колон.

$$g_k = 0,5 \text{кН} / \text{м}^2$$

$$H_{\text{кол}} = l_1 + l_2 = 11150 + 6250 = 17400 \text{мм}, \quad \gamma_{fm} = 1,05; \gamma_n = 0,95$$

$$F_k = 0,5 \cdot \frac{17,4}{20} \cdot 12 \cdot \frac{24}{2} \cdot 1,05 \cdot 0,95 = 62,48 \text{кН}$$

Навантаження від маси відповідно нижньої та верхньої частин колони:

$$F_{k1} = 0,8 F_k = 0,8 \cdot 62,48 = 49,98 \text{кН}$$

$$F_{k2} = 0,2 F_k = 0,2 \cdot 62,48 = 12,5 \text{кН}$$

Навантаження від маси стін та віконних рам із заскленням відповідно у нижній та верхній частинах:

$$F_{cm1} = [g_{cm} (H_n - H_{p\phi1}) \gamma_{fm,cm} + g_{p\phi1} H_{p\phi1} \gamma_{fm,p\phi}] \cdot B \cdot \gamma_n$$

$$F_{cm2} = [g_{cm} (H_e - H_{p\phi2}) \gamma_{fm,cm} + g_{p\phi2} H_{p\phi2} \gamma_{fm,p\phi}] \cdot B \cdot \gamma_n$$

З розрізу визначаємо:

$$H_{p\phi 1} = 6\text{м}; H_{p\phi 2} = 2,4\text{м}$$

$$H_n = 10800\text{мм} = 10,8\text{м}$$

$$H_e = 8700\text{мм} = 8,7\text{м}$$

$g_{cm}, g_{p\phi}$ - характеристичне значення від поверхневої маси відповідно стін і віконних рам із засклінням (відповідно $2\text{кН} / \text{м}^2$ і $0,35\text{кН} / \text{м}^2$)

$\gamma_{fm,cm}, \gamma_{fm,p\phi}$ - коефіцієнт надійності за граничним значенням навантаження від мас стіни і маси віконних рам із засклінням (відповідно 1,2 та 1,1).

Маємо:

$$F_{cm1} = [2(10,8 - 6)1,2 + 0,35 \cdot 6 \cdot 1,1] \cdot 12 \cdot 0,95 = 135,77\text{кН}$$

$$F_{cm2} = [2(8,7 - 2,4)1,2 + 0,35 \cdot 2,4 \cdot 1,1] \cdot 12 \cdot 0,95 = 182,9\text{кН}$$

Снігове навантаження

При статичному розрахунку за розрахунковими схемами з умовним суцільним ригелем навантаження від снігу, як і від власної ваги, приймають рівномірно розподіленим по довжині прольоту і визначають за формулою:

$$S_{m,s} = \gamma_{fm} S_0 C$$

де γ_{fm} - коефіцієнт надійності за граничним значенням снігового навантаження. Приймаємо $\gamma_{fm} = 1.14$;

S_0 - характеристичне значення снігового навантаження (в Па), що визначається згідно ДБН В.1.2-2:2006 [1]; $S_0 = 1.6\text{кПа}$.

C - коефіцієнт, що визначається за формулою:

$$C = \mu \cdot C_e \cdot C_{alt} = 1 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,8$$

де μ - коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву на поверхні ґрунту до снігового навантаження на покрівлю, який дорівнює $\mu = 1$ при $\alpha \leq 25^\circ$; $\mu = 0$ при $\alpha > 60^\circ$;

C_e - коефіцієнт, що враховує режим експлуатації покрівлі. $C_e = 0,8$ (дані ДБН В.1.2-2:2006) [1];

C_{alt} - коефіцієнт географічної висоти, що визначається за формулами

$$C_{alt} = 1,4H + 0,3 \text{ (при } H \geq 0,5 \text{ км); } C_{alt} = 1 \text{ (при } H < 0,5 \text{ км)}.$$

Розрахункове навантаження на 1м² горизонтальної проекції покриття визначаємо формулою:

$$S_{m,s} = 1.14 \cdot 1.6 \cdot 0,8 = 1.19 \text{ кН / м}^2,$$

Розрахункове рівномірно розподілене навантаження на ригель з урахуванням $\gamma_n = 0.95$

$$q_s = S_m \cdot B \cdot \gamma_n = 1,19 \cdot 12 \cdot 0,95 = 13,57 \text{ кН}$$

Тиск на колону від снігового навантаження :

$$F_{\phi,s} = q_{m,s} l / 2 = 13,57 \cdot 12 / 2 = 162,84 \text{ кН}.$$

Зосереджений момент через зміщення осей верхньої та нижньої частин:

$$M_{\phi,s} = F_{\phi,s} \cdot e_{\phi} = 162,84 \cdot 0.26 = 43,394 \text{ кН*м}.$$

Вітрове навантаження

Вітрове навантаження збільшується із збільшенням висоти, але для спрощення розрахунку його замінюють еквівалентним(за моментом в опорному перерізі стояка рами) рівномірно розподіленим, прикладеним до стояка рами. Граничне розрахункове рівномірно розподілене навантаження від активного тиску та підсосу в даній роботі визначаємо відповідно за формулами(при відсутності поздовжнього фахверку) [1]:

$$q_w = \gamma_n \cdot W_m \cdot B$$

$$q'_w = q_w \cdot C'_{aer} / C_{aer}$$

Граничне розрахункове значення вітрового навантаження W_m визначаємо за формулою:

$$W_m = \gamma_{fm} \cdot W_0 \cdot c$$

де γ_{fm} – коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням вітрового навантаження(на 100 років-1,14);

W_0 – характеристичне значення вітрового тиску (для Києва-450 Па=0,45 кН);

Коефіцієнт C визначається за формулою

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

де C_{aer} - аеродинамічний коефіцієнт, змінна величина;

C_h - коефіцієнт висоти споруди, $C_h=1,259$;

C_{alt} - коефіцієнт географічної висоти, $C_{alt}=1$;

C_{rel} - коефіцієнт рельєфу; $C_{rel}=1$;

C_{dir} - коефіцієнт напрямку; $C_{dir}=1$;

C_d - коефіцієнт динамічності. $C_d=0.9$;

Аеродинамічні коефіцієнти прийняті $C_{aer}=0.6$ для пасивного навантаження; $C_{aer}=0.8$ для активного навантаження.

$$C = 0.8 \cdot 1.259 \cdot 0.9 = 0.906$$

$$W_m = 1.14 \cdot 0.45 \cdot 0.906 = 0.444 \text{ кН / м}^2$$

Знаходимо значення граничного розрахункового рівномірно розподіленого навантаження:

$$q_w = 0.95 \cdot 0.444 \cdot 12 = 5.06 \text{ кН / м}$$

Для підсосу:

$$q'_w = 5.06 \cdot \frac{0.6}{0.8} = 3.795 \text{ кН / м}$$

Вітрове навантаження, яке діє на висоті від низу ферми до найбільш високої точки ліхтаря, прикладаємо до поперечної рами на рівні ригеля рами у вигляді сили від активного тиску і сили від підсосу. Сила від активного тиску обчислюється за формулою:

$$F_w = \frac{(k'_{2-3} - k''_{2-3})}{2} H_{ш} \cdot \gamma_{fm} \cdot W_0 \cdot C_{aer} \cdot C_d \cdot B \cdot \gamma_n, \text{ де}$$

$k'_{2-3}; k''_{2-3}$ - ординати епюри коефіцієнта C_h , які визначаються згідно малюнка в залежності від ординат $k_1; k_2$, що відповідають висоті над поверхнею землі 10, 20 м і дорівнюють для місцевості типу II відповідно 1,2 та 1,55 (згідно зі зміною до ДБН В 1.2-2:2006) [1].

1001 - стратегическое планирование

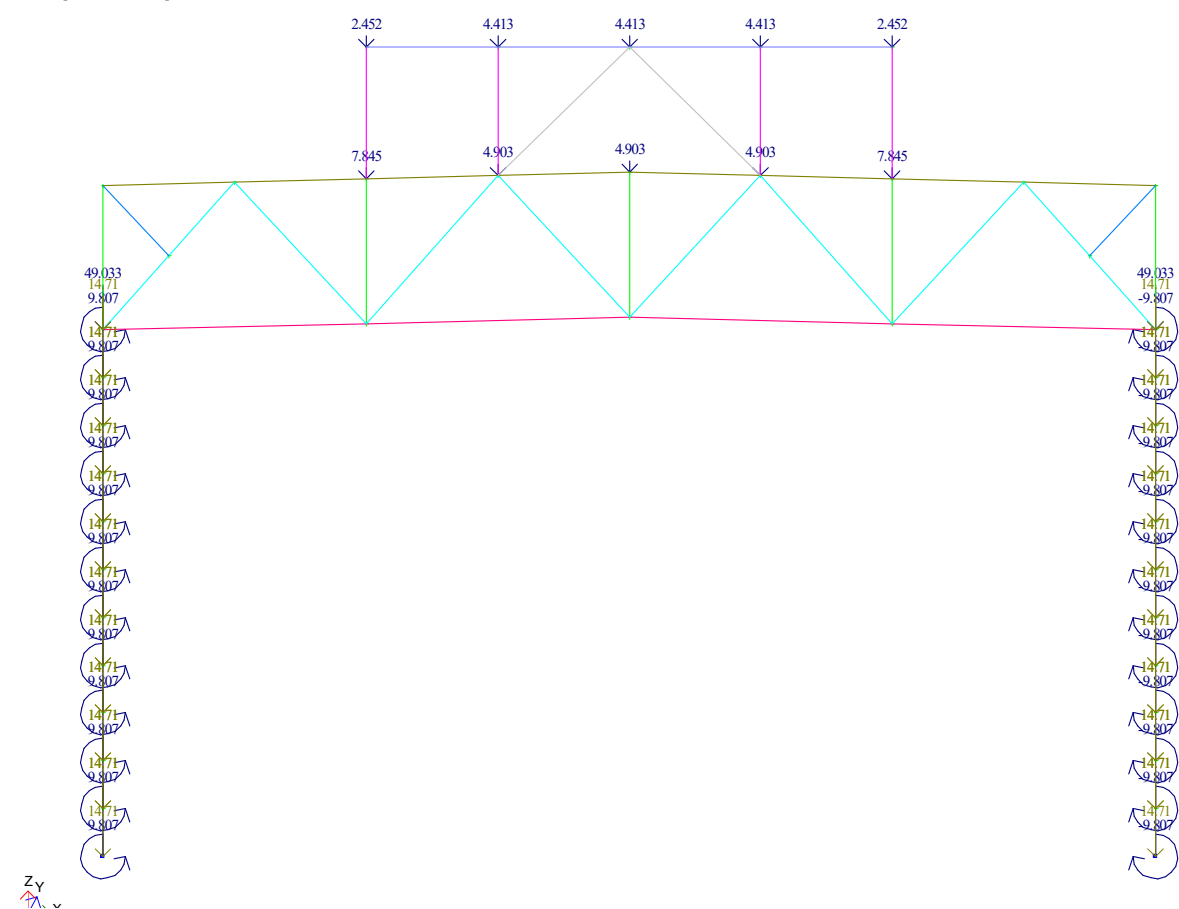


Рис. 2.2 Огороджуючі конструкції

Пост - кровля

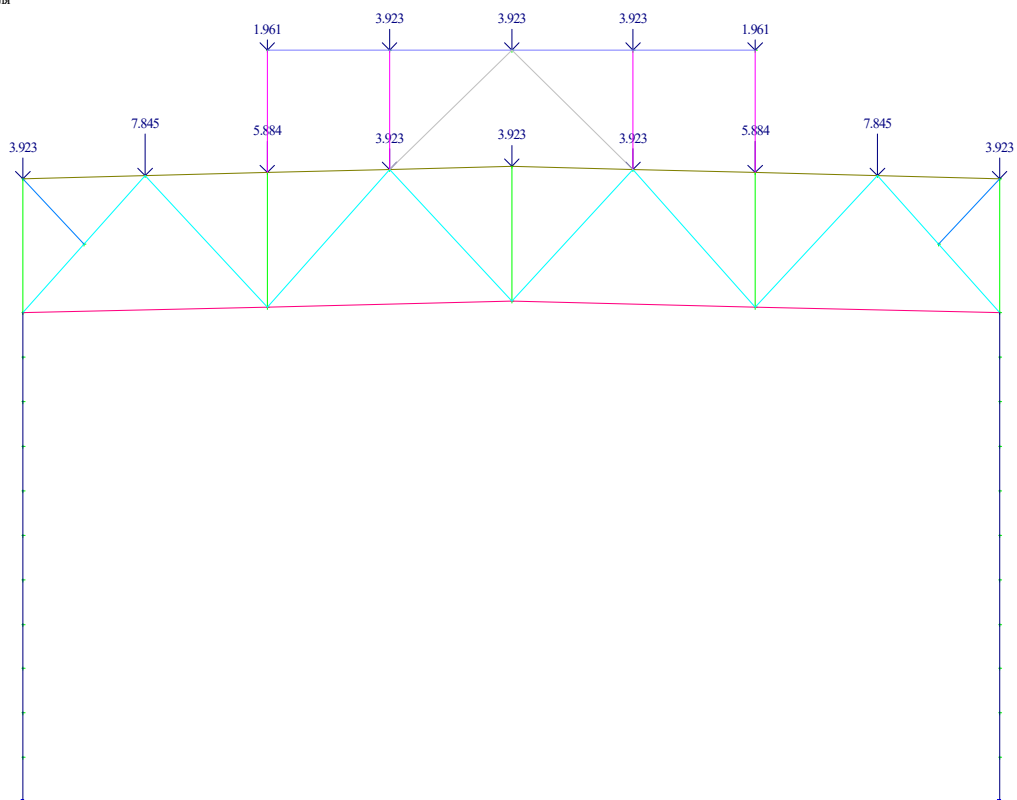
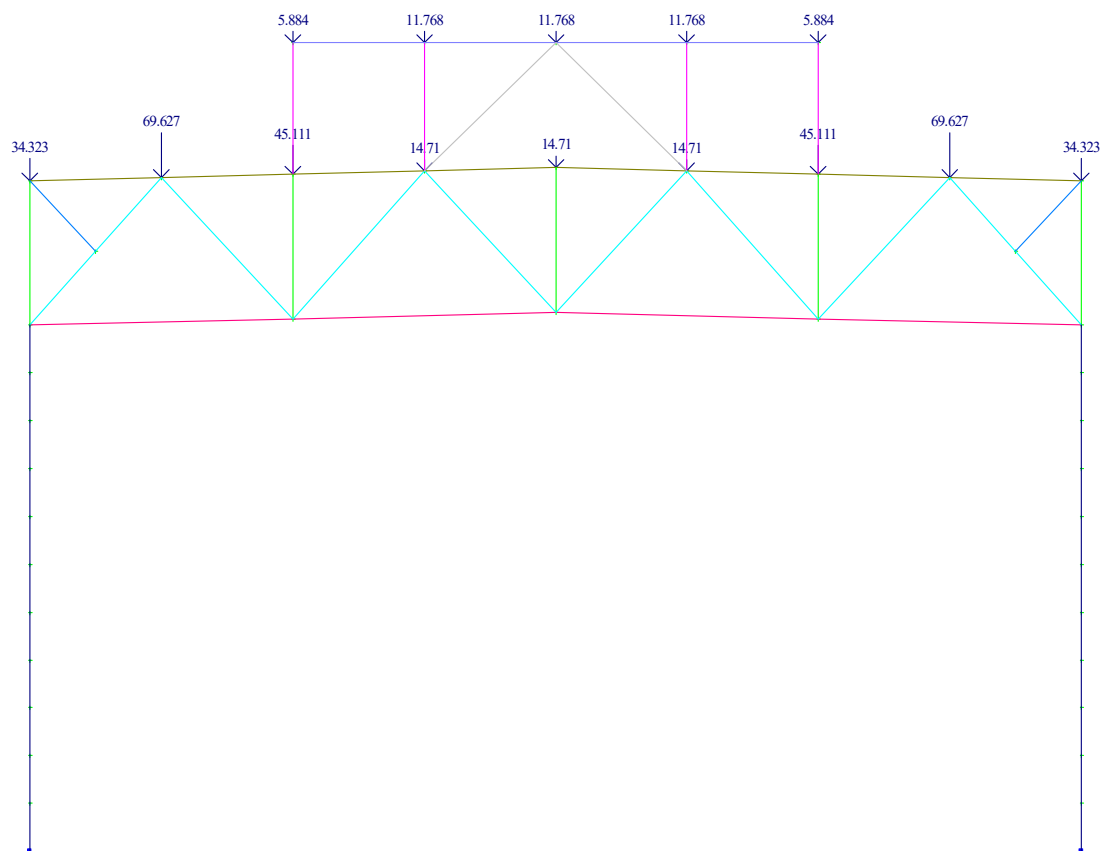


Рис. 2.3 Кровля

Кратковрем - полный снег



7...

Рис. 2.4 Снігове навантаження

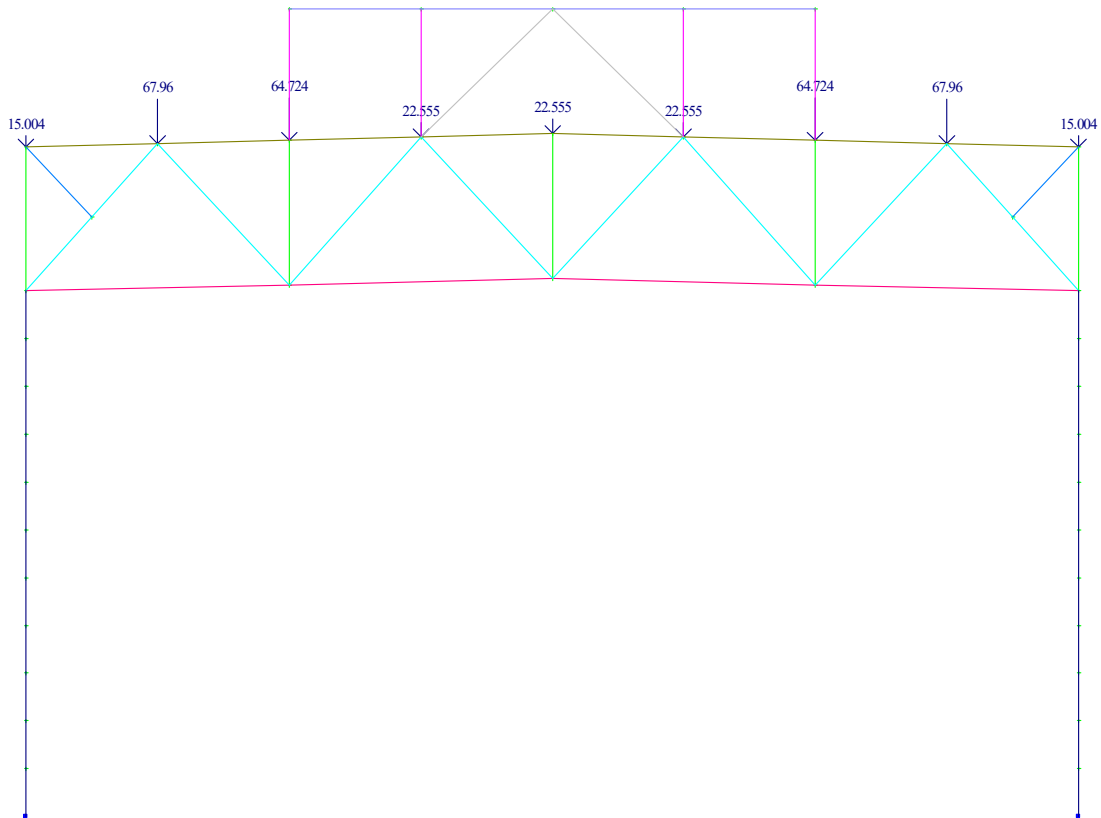


Рис. 2.5 Снігові мішки

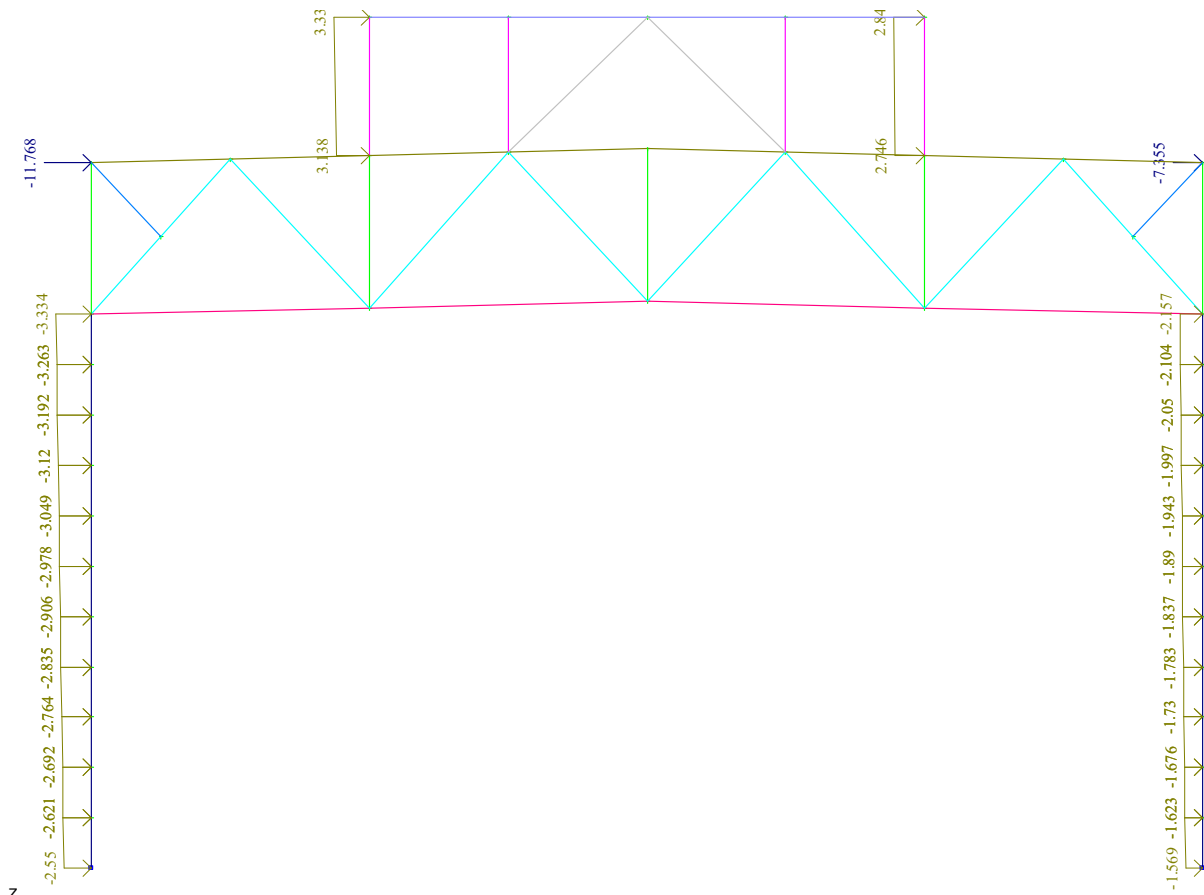


Рис. 2.6 Вітер (зліва)

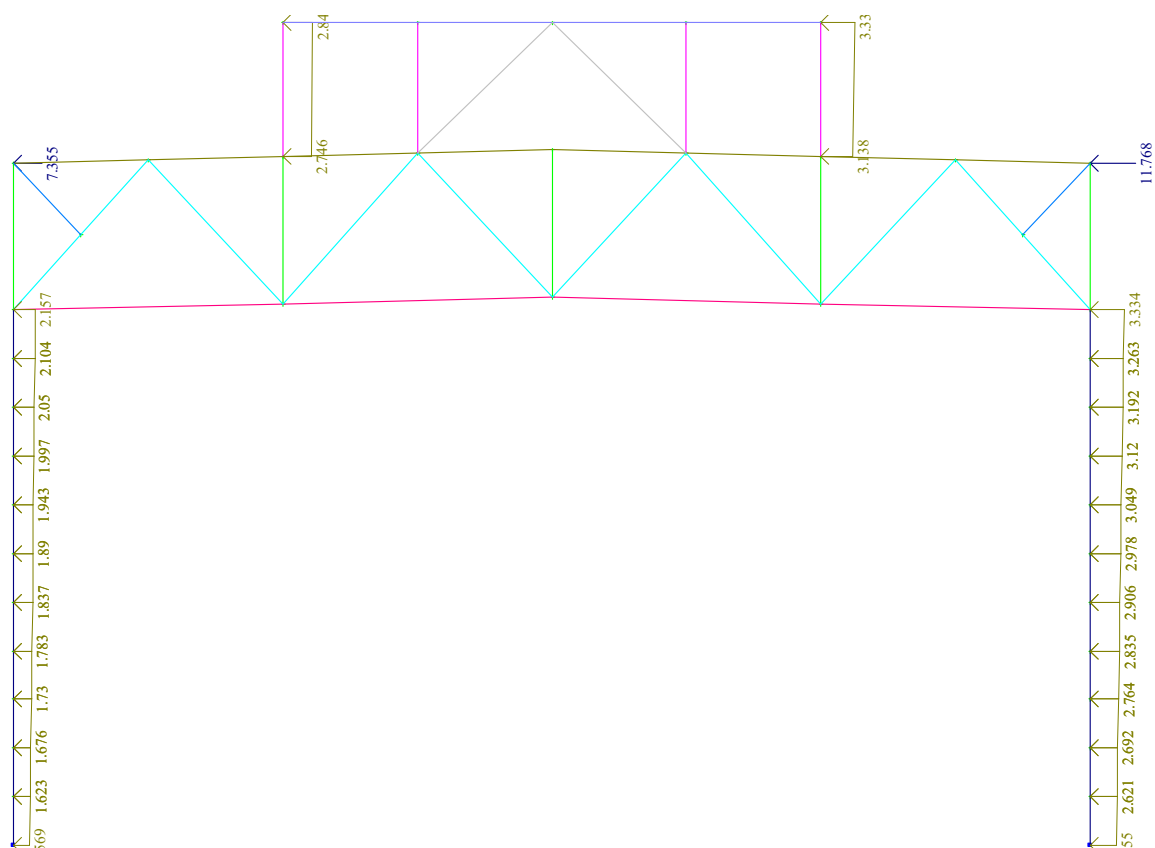


Рис. 2.7 Вітер (зправа)

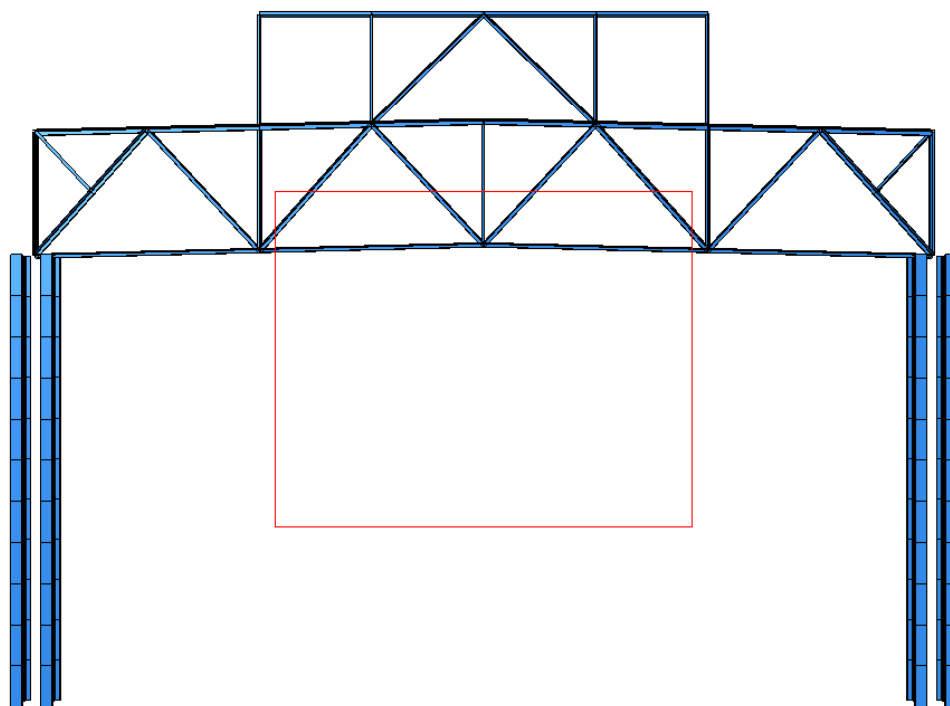


Рис. 2.8 Просторовий вид

Результати розрахунку

1
Еюра N
Единиця вимірювання - т

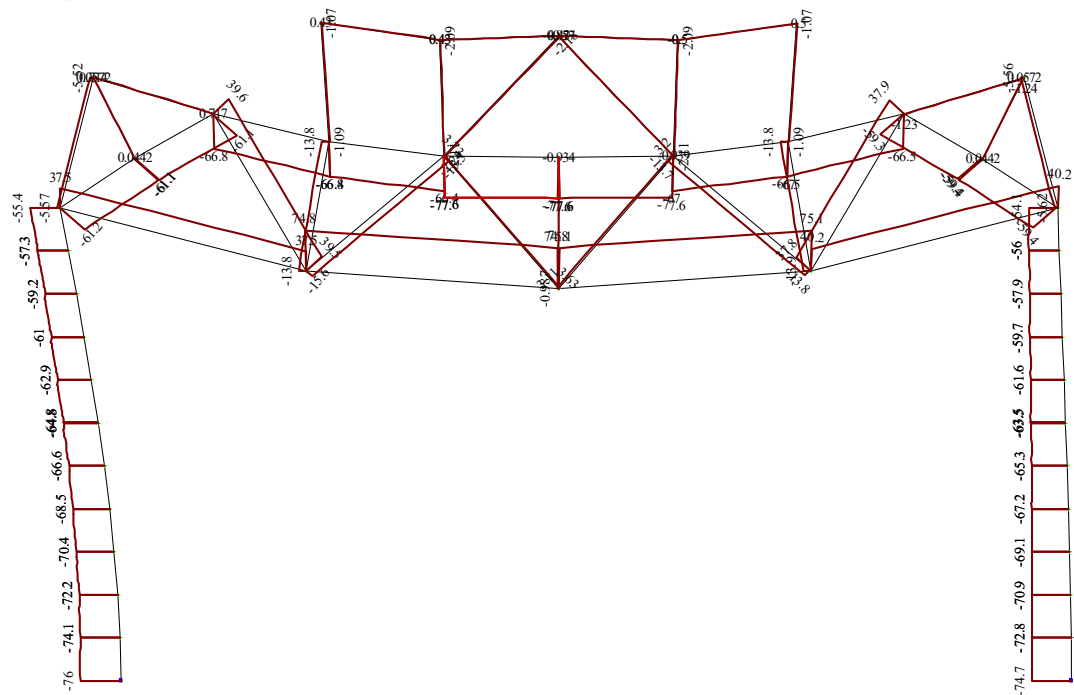


Рис. 2.9 Еюра N від РСН

1
Еюра Qz
Единиця вимірювання - т

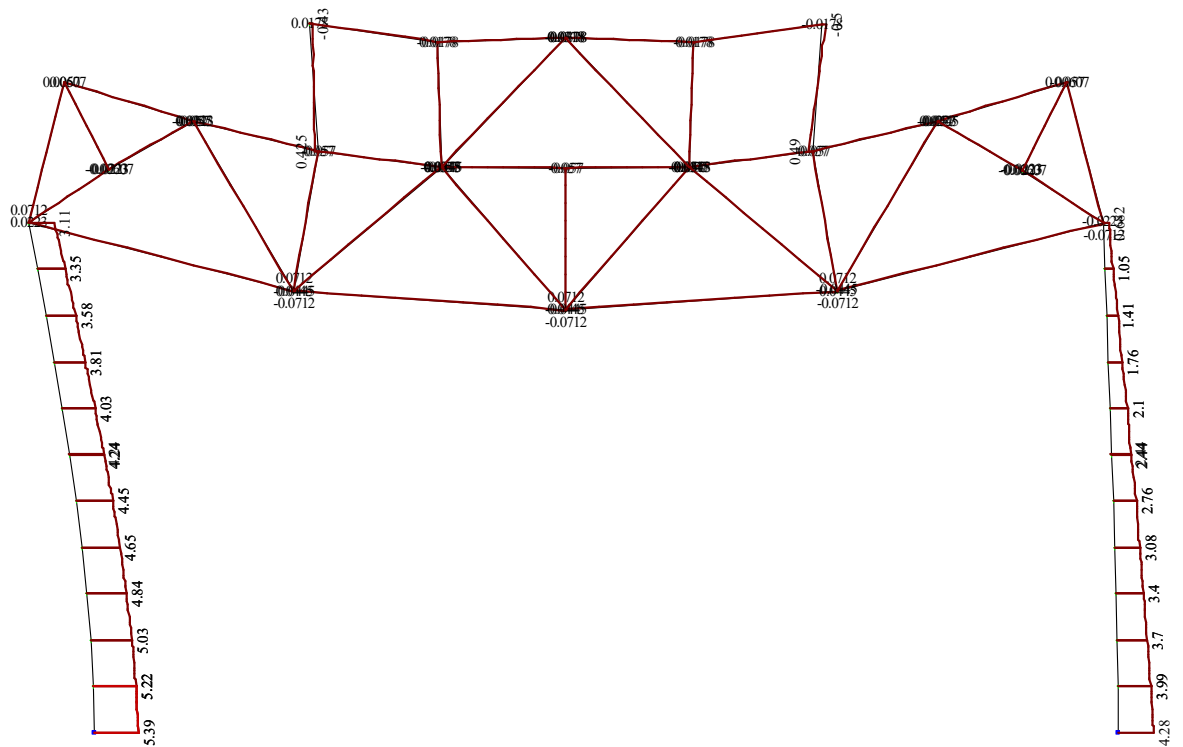


Рис. 2.10 Еюра Q від РСН

2.2 Перевірка розрахунку елементів ферми

Рис. 2.12 Нумерація елементів ферми

Таблица 2.2

Результати розрахунку

№ стержня	Зусилля в стержні від	Розміри кутових швів, мм		Примітки	Підібраний переріз
		обушк а	пера	Нижній пояс	2┐100x10

1	42,44	250	110	(Н. П.)	
2	82,12				
5	0,71	250	110	Верхній пояс (В. П.)	2L 140x9
6	-73,52				
7	-73,59				
8	-85,63				
13	-6,14	50	30	Стійки (С)	2L 90x6
14	-15,24				
15	-1,23				
38	0,063	110	60	Розкіс (РЗ)	2L 100x10
18	-66,26				
19	42,57				
20	-16,17				
21	3,8				

Підбір перерізу стержнів ферми.

– Переріз нижнього поясу підбираємо по максимальному зусиллю

$$N_2 = 821,2 \text{ кН}$$

$$A_{\text{доп}} = \frac{N}{R_y \cdot \gamma_c} = \frac{821,1}{24,5 \cdot 0,95} = 35,28 \text{ см}^2,$$

Приймаємо **2L 100x10**, $A_1 = 19,24 \text{ см}^2$,

$$A = 19,24 \cdot 2 = 38,48 \text{ см}^2$$

$$I_{x1} = I_{y1} = 178,95 \text{ см}^4, z_0 = 2,83 \text{ см},$$

$$I_y = 2I_{y1} + 2 \cdot A \cdot z_0^2 = 2 \cdot 178,95 + 2 \cdot 19,24 \cdot 2,83^2 = 666,08 \text{ см}^4$$

$$I_x = 2I_{x1} = 2 \cdot 178,95 = 357,9 \text{ см}^4$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_n}} = \sqrt{\frac{666,08}{38,48}} = 4,16 \text{ см}$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_n}} = \sqrt{\frac{357,9}{38,48}} = 3,05 \text{ см}$$

Перевірка перерізу:

$$\lambda_x = \frac{L_x}{i_x} = \frac{600}{3,05} = 196,7 < 400$$

$$\lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = \frac{600}{4.16} = 144.2 < 400$$

$$\sigma_{\max} = N_{\max} / A_n < R_y \cdot \gamma_c;$$

$$\sigma_{\max} = \frac{830,11}{38,48} = 21,57 < 24 \cdot 0.95 = 22.8 \text{ МПа.}$$

Сталь С245 із значенням розрахункового опору $R_y = 245 \text{ МПа}$.

Можна зробити висновок, з отриманих результатів, що радіус інерції відносно осі x не буде змінюватися для спарених однакових кутиків, і буде мінімальним. Отже у подальших розрахунках будемо користуватися даними сортаменту для i_x .

– **Переріз верхнього поясу** підбираємо по максимальному зусиллю

$$N_8 = -856,3 \text{ кН}.$$

$$A_{\text{до}} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{856,3}{0,582 \cdot 24,5 \cdot 0,95} = 63,21 \text{ см}^2, \quad \text{де } \lambda = 100 \rightarrow \varphi = 0,582.$$

Приймаємо **2L 140x12**, $A_1 = 32,49 \text{ см}^2$,

$$A = 32,49 \cdot 2 = 64,98 \text{ см}^2, \quad i_x = 4,31 \text{ см}$$

Перевірка перерізу:

$$\lambda_x = \frac{L_x}{i_x} = \frac{300}{4,31} = 69,6 < 100 \rightarrow \varphi_x = 0,8025$$

$$\sigma_{\max} = N_{\max} / \varphi_x A_n < R_y \cdot \gamma_c;$$

$$\sigma_{\max} = \frac{-856,3}{0,8025 \cdot 69,6} = 15,33 < 24 \cdot 0.95 = 22.8 \text{ МПа.}$$

– **Переріз стійки** підбираємо по максимальному зусиллю

$$N_{28} = -152,4 \text{ кН}.$$

$$A_{\text{до}} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{152,4}{0,276 \cdot 24,5 \cdot 0,95} = 23,72 \text{ см}^2, \quad \text{де } \lambda = 150 \rightarrow \varphi = 0,276.$$

Приймаємо **2L 90x7**, $A_1 = 12,3 \text{ см}^2$,

$$A = 12,3 \cdot 2 = 24,6 \text{ см}^2, \quad i_x = 2,77 \text{ см}$$

Перевірка перерізу:

$$L_x = 0,8 \cdot 225 = 180 \quad \lambda_x = \frac{L_x}{i_x} = \frac{180}{2,77} = 64.98 < 150 \rightarrow \varphi_x = 0,6438$$

$$\sigma_{\max} = N_{\max} / \varphi_x A_n < R_y \cdot \gamma_c ;$$

$$\sigma_{\max} = \frac{152.4}{0,6438 \cdot 24,6} = 9.62 < 24 \cdot 0.95 = 22.8 \text{ МПа.}$$

– Переріз розкосів підбираємо по зусиллю

$$N = -662,6 \text{ кН} :$$

$$A_{\text{до}} = \frac{N}{R_y \cdot \gamma_c} = \frac{662,6}{24,5 \cdot 0,95} = 28.46 \text{ см}^2,$$

$$\text{Приймаємо } 2 \angle 100 \times 8, A_1 = 15,5 \text{ см}^2,$$

$$A = 1955 \cdot 2 = 31 \text{ см}^2, \quad i_x = 3,07 \text{ см}$$

Перевірка перерізу:

$$L_x = 0,8 \cdot 370 = 296 \quad \lambda_x = \frac{L_x}{i_x} = \frac{296}{3.07} = 96.4 < 120 \rightarrow \varphi_x = 0,419$$

$$\sigma_{\max} = N_{\max} / \varphi_x A_n < R_y \cdot \gamma_c ;$$

$$\sigma_{\max} = \frac{662.6}{0,419 \cdot 31} = 14,45 < 24 \cdot 0.95 = 22.8 \text{ МПа.}$$

2.3 Розрахунок металевої витяжної башні

Вихідні дані:

Короткий опис конструкцій димової труби

Висота димової труби діаметром $d=1020\text{мм}$ становить $H=100$ метрів.

З метою забезпечення загальної стійкості й міцності конструкцій стовбурів труб вони обладнані несучим сталевим каркасом з відмітки 0.000 до відмітки 95,000 метрів.

Каркас спорудження являє собою чотирьохгранну призму висотою 95,0 метра з двома переломами ранней по висоті.

Просторовий несучий каркас обладнаний діафрагмами жорсткості, котрі використовуються в якості. Для підйому на рівень оглядових

майданчиків у проекті передбачені вертикальні сходи з огороженнями по висоті.

У площині граней просторового каркаса розташовані елементи ґрат:

- пояс - з швелерів куточків
- розпірки - з одиночних куточків;
- розкоси - з одиночних куточків.

Розрахунки конструкцій каркаса димової труби

Збір мас для розрахунків на пульсаційного складового вітрового навантаження здійснювався при проектуванні з наступними коефіцієнтами надійності по навантаженню:

- власна маса конструкцій1,1;
- маса технологічного встаткування.....1,1.

2 вітровий район - 450Па ДБН В.1.2-2:2006 “Навантаження та впливи”

При статичному розрахунках каркаса димової труби з'єднання елементів у вузлах ухвалювалися жорсткими.

Розрахунки каркаса проведені по першому (по міцності) і по другому (по деформаціям) граничним станам.

По першому граничному стану розрахунки проведені на розрахункові навантаження, по другому – на нормативні навантаження.

При розрахунках металоконструкцій ураховувалися наступні комбінації навантажень:

-розрахункова маса (власна вага) металоконструкцій і технологічного встаткування, а також розрахунковий вітровий вплив з обліком пульсаційній складовій;

-розрахункова маса (власна вага) металоконструкцій і технологічного встаткування, розрахункова маса гололедних відкладань, а також 25 відсотків розрахункового вітрового впливу без обліку пульсаційній складовій;

-нормативна маса (власна вага) металоконструкцій і технологічного встаткування, а також нормативний вітровий вплив з обліком пульсаційній складовій.

Напрямку дії вітру для розрахунків опори ухвалювалися:

- на фасад;
- у площині однієї з бічних граней спорудження.

Розрахунки конструкцій виконаний по сертифікованій програмі розрахунків будівельних конструкцій ПК «ЛІРА САПР».

Розрахункові навантаження на конструкції башти визначались згідно норм розрахунку та проектування. при цьому розрахунок проводився на власну вагу, вітрове, снігове, та комбінації цих завантажень.

Навантаження на розрахункову схему задаються у вигляді окремих завантажень та включають:

- *постійні навантаження: власна вага конструкцій та корисне навантаження (Рис. 2.14);*
- *тимчасове навантаження: вітрове навантаження(Рис.2.15);*
- *снігове навантаження(Рис. 2.18).*

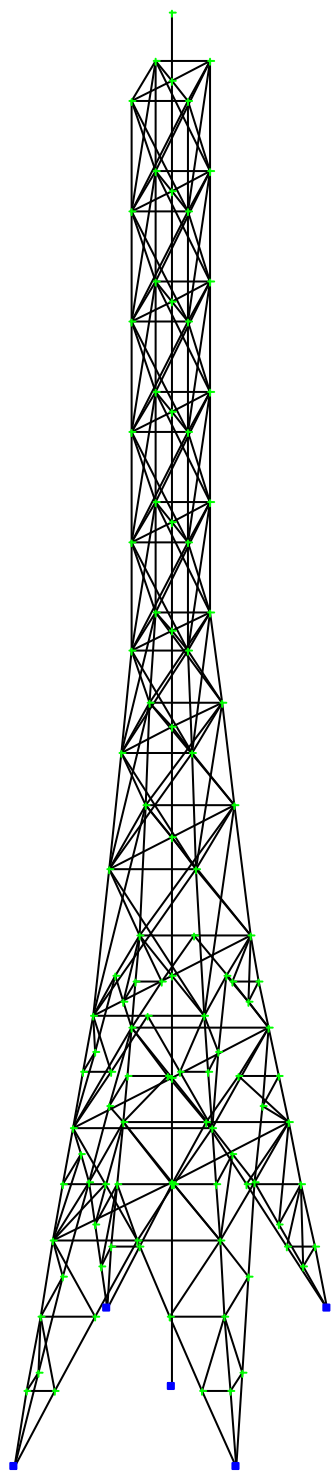
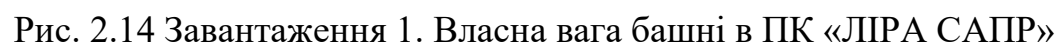


Рис. 2.13 Загальний вид башні в ПК «ЛІРА САПР»



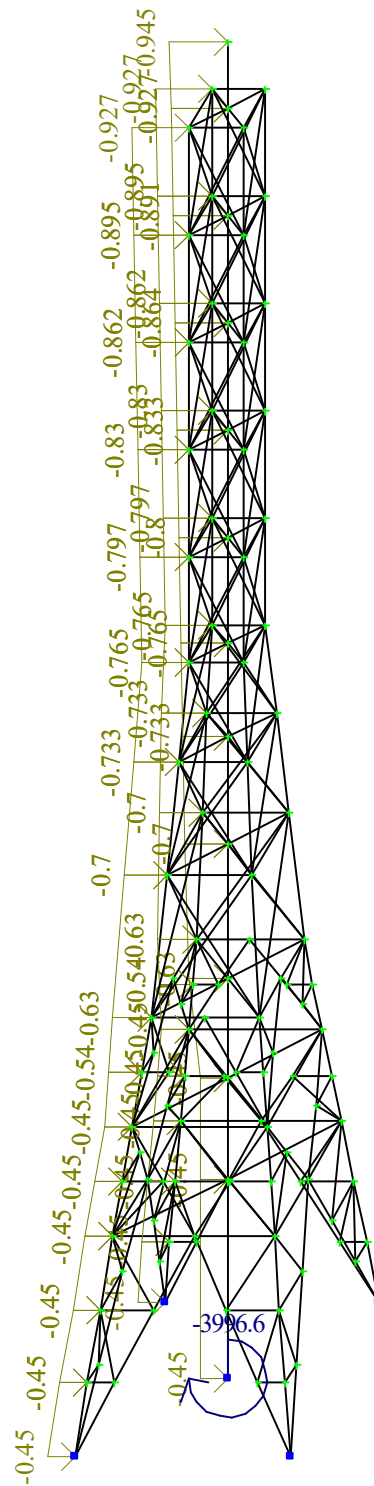


Рис. 2.15 Завантаження 2. Вітрове навантаження на башню в ПК «ЛІРА САПР»

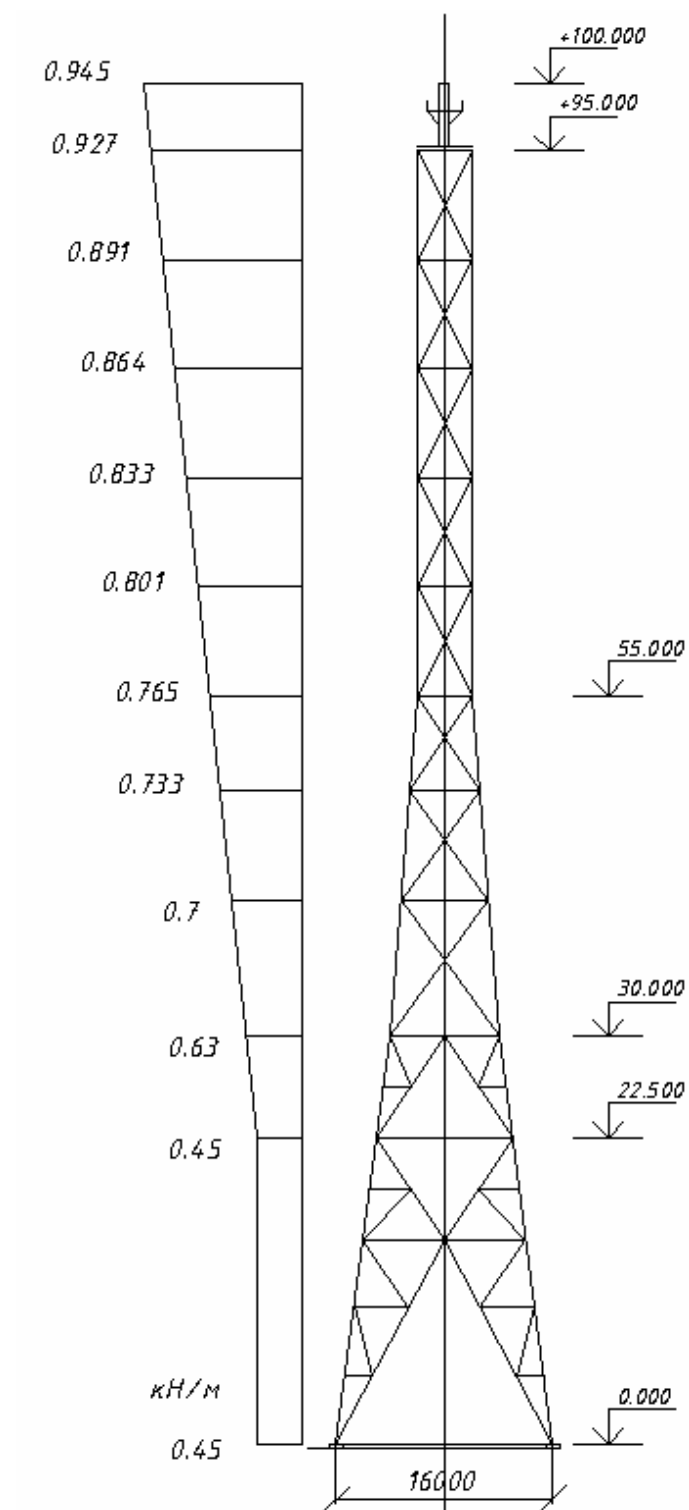


Рис. 2.16 Вітрове навантаження на башню

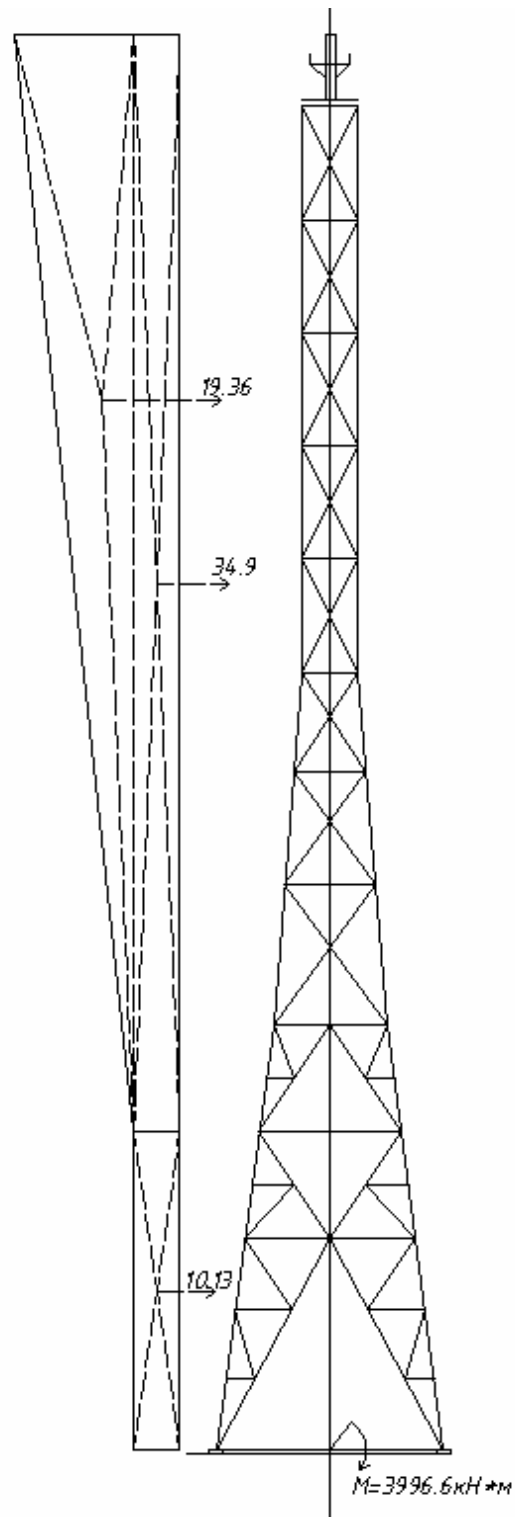


Рис. 2.17 Розрахунковий момент від вітрового навантаження

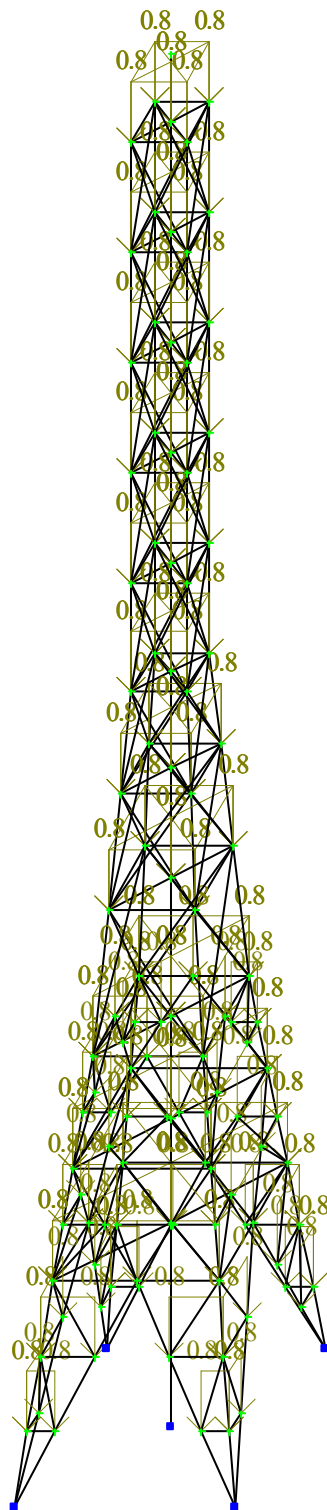


Рис. 2.18 Завантаження 3. Снігове навантаження на башню в ПК «ЛІРА САПР»

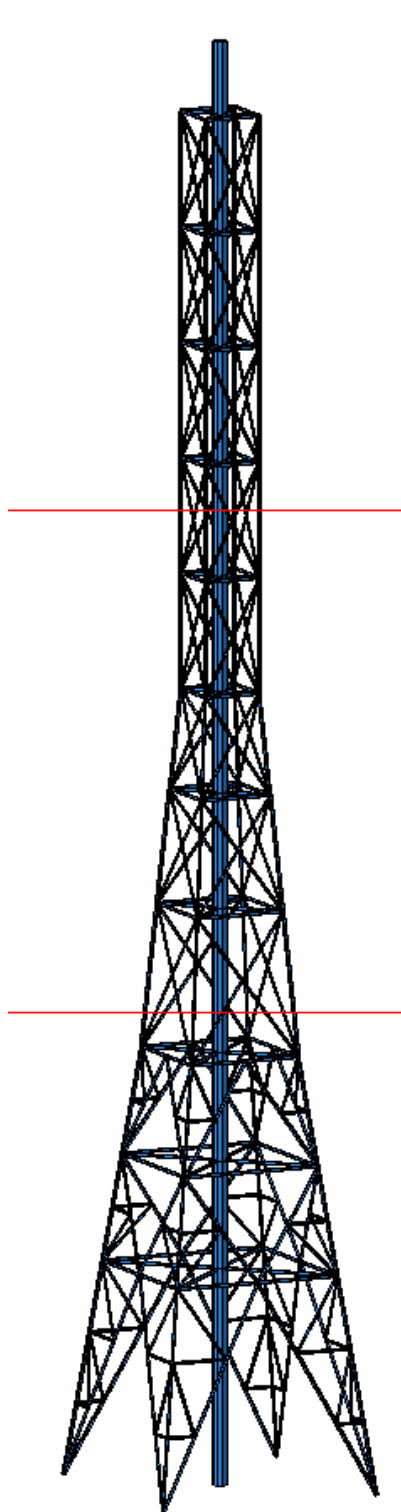


Рис. 2.19 Просторова модель башні

Результати розрахунку

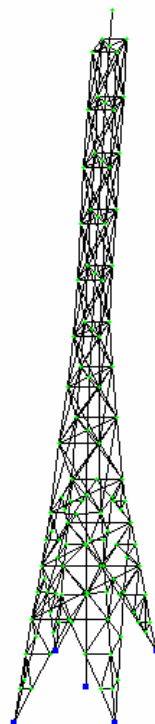
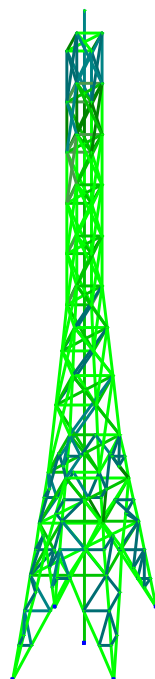
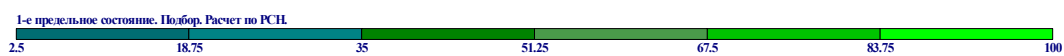
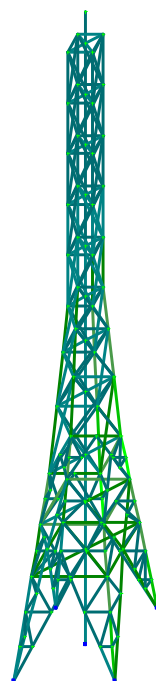
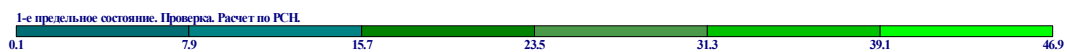


Рис.2.20 Втрата стійкості



z.v

Рис. 2.21 Місцева стійкість. Розрахунок по РСН



z₀

Рис. 2.22 Місцева стійкість. Розрахунок по РСН

Підбір елементів башні

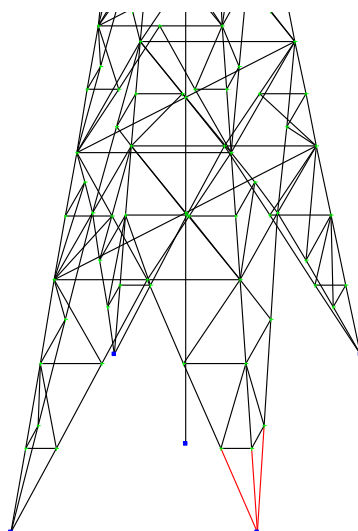


Рис.2.23 Підбір стійок башні

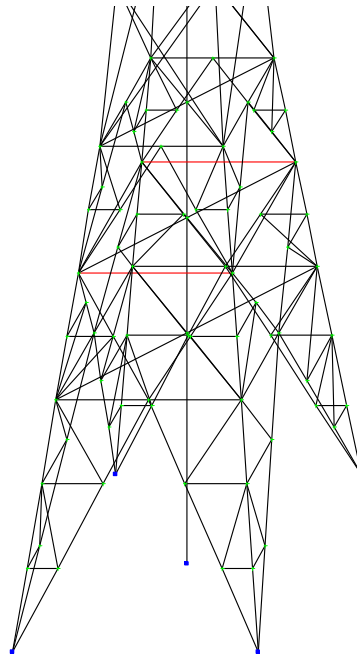


Рис.2.23 Підбір ригелів башні

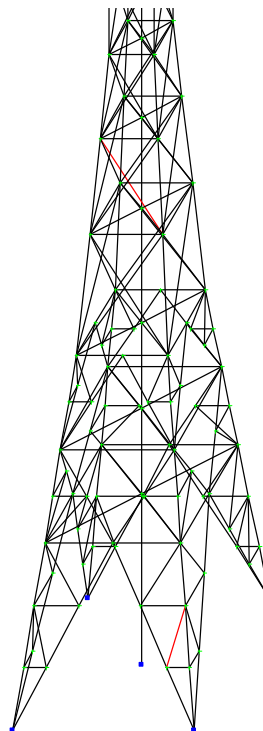


Рис.2.23 Підбір розкосів башні

3. ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ

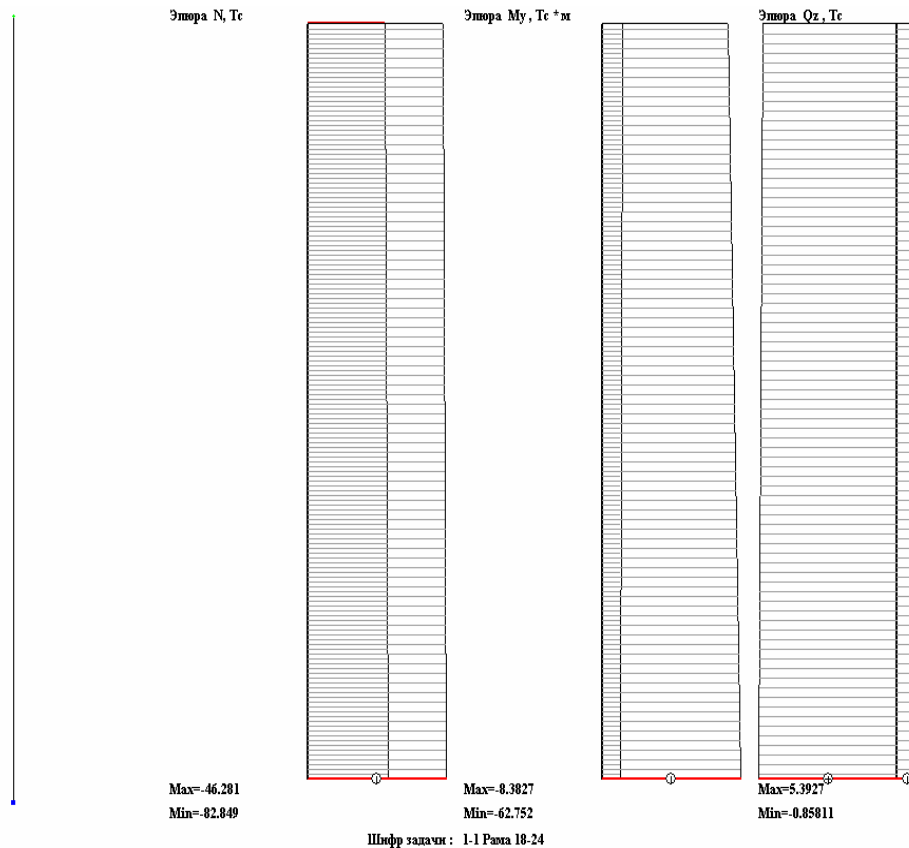
3.1 Розрахунок фундаменту під колону рами

Вихідні дані:

$N=82,85\text{т}$

$M=62,752\text{тм}$

$Q=5,4\text{т}$



Таблиця 3.1

Вихідні дані геологічного розрізу

№ шару	Товщина шару, м	Назва	$\gamma, \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$	$\gamma_s, \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$	ω	S_r	$E_{II}, \text{МПа}$	$R_0, \text{кПа}$	$\varphi_{II}, \text{град}$	$c_{II}, \text{кПа}$
1	0.3	Рослинний шар	14.1	-	-	-	-	-	-	-
2	2.85	Пісок дрібний сер.щільності	18.2	26.9	0.12	0.49	25	300	31	2
3	3.1 0,5	Пісок сер. крупності,	20	26.6	0.24	0.98	30	400	35	-

		сер.щільності($e=0.65$)								
4	2.8	Суглинок м'якопластичний ($I_L=0.6, e=0.75$)	19.4	27	0.26	$\frac{0.9}{4}$	12	220	18	25
5	6.0	Глина тугопластична ($I_L=0.5; e=0.26$)	19.2	27.3	0.32	$\frac{0.9}{9}$	27	250	16	36

Задаємося розмірами фундаменту

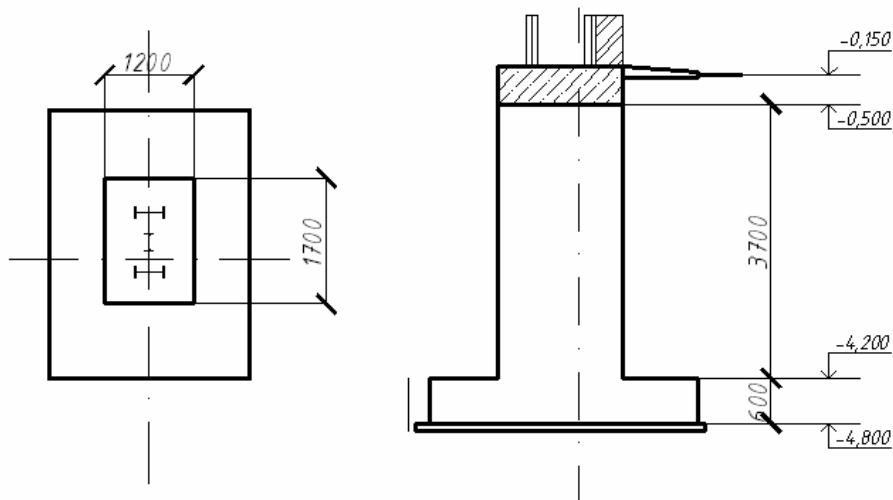


Рис.3.1 Вихідні розміри фундаменту

Визначаємо розміри підшвів фундаменту:

Площа підшвів фундаменту в плані визначається за формулою:

$$F = \frac{N}{R^H - y_{cp} H}$$

де N – нормативне навантаження на фундамент;

R^H – нормативний тиск під підшвою фундаменту;

y_{cp} – середня вага фундаменту і ґрунту на обрізі.

H – глибина заложення фундаменту від рівня ґрунта, м.

$$F = \frac{82.85}{22.0 - 2.66 \cdot 4.3} = 7.5 \text{ м}^2$$

Враховуючи дію моменту збільшуємо площу фундаменту на 20%.

$$F = 9 \text{ м}^2$$

$$b = \sqrt{F} = \sqrt{9} = 3\text{ м}$$

Конструктивно приймаємо одну сторону плити фундаменту 3,6м. Тоді

$$a = \frac{F}{b} = \frac{9}{3.6} = 2.5\text{ м}, \text{ конструктивно приймаємо } 2,7\text{ м.}$$

Визначаємо площу перерізу арматури:

Площу перерізу арматури в одному напрямку визначаємо за формулою при арматурі А400С $R_0 = 4000\text{ кг/см}^2$

$$F_a = \frac{M}{R_0 \cdot 0.9 \cdot h}$$

де M – згинальний момент;

h – висота подошви фундаменту, см.

$$F_a = \frac{6275200}{4000 \cdot 0.9 \cdot 60} = 29\text{ см}^2$$

Приймаємо 14 Ø16 А400С.

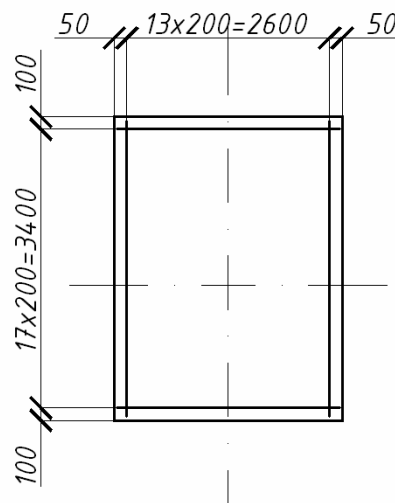


Рис.3.2 Схема армування подошви фундаменту

3.2 Розрахунок палевого фундаменту під башню

Вихідні дані:

Колона перерізом 50×60см;

Навантаження на верхньому обрізі фундаменту:

$$N_{II} = 184,5\text{ кН}; M_{II} = 14,21\text{ кН} \cdot \text{м}; Q = 0,05\text{ кН}$$

Нормативна глибина промерзання ґрунту – 160см;

Вертикальне планування рельєфу – зрізування на 0.15 м

Вихідні дані геологічного розрізу

№ шару	Товщина шару, м	Назва	$\gamma, \frac{\kappa\text{H}}{\text{м}^3}$	$\gamma_s, \frac{\kappa\text{H}}{\text{м}^3}$	ω	S_r	$E_{II}, \text{МПа}$	$R_0, \text{кПа}$	$\varphi_{II}, \text{град}$	$c_{II}, \text{кПа}$
1	0.3	Рослинний шар	14.1	-	-	-	-	-	-	-
2	2.85	Пісок дрібний сер.щільності	18.2	26.9	0.12	0.49	25	300	31	2
3	3.1	Пісок сер. крупності, сер.щільності($e=0.65$)	20	26.6	0.24	0.98	30	400	35	-
4	2.8	Суглинок мягкопластичний ($I_L=0.6, e=0.75$)	19.4	27	0.26	0.94	12	220	18	25
5	6.0	Глина тугопластична ($I_L=0.5; e=0.26$)	19.2	27.3	0.32	0.99	27	250	16	36

З конструктивних міркувань призначаємо глибину закладення підосви ростверку від планувальної оцінки $d_f=1,5\text{м}$.

Ухвалюємо до проектування забивні призматичні палі без арматур, що попередньо напружується. Довжину палі призначаємо виходячи з інженерно-геологічних умов, занурюючи нижній кінець у ґрунт із досить високим розрахунковим опором на глибину не менш $1\div 1,5\text{м}$. У якості підстави ухвалюємо глину тугопластичну. Вибираємо палі довжиною 6м, марка палі – С6-30

1. Висота ростверка

$h_p = h_0 + 0.25 = 0.1 + 0.25 = 0.35\text{м}(\text{min})$ де $h_0 = 0.1\text{м}$ - висота заведення палі у розтверк

Приймаємо висоту ростверка з конструктивних умов $h_p = 0.6\text{м}$

2. Несуча здатність одиночної висячої палі по ґрунту

$$F_d = \gamma_c \left(\gamma_{CR} \cdot R \cdot A + U \sum_{i=1}^n \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot h_i \right)$$

де γ_c – коефіцієнт умов роботи палі в ґрунті, прийнятий $\gamma_c = 1.0$;

γ_{CR}, γ_{cf} – коефіцієнти умов роботи ґрунту відповідно під нижнім кінцем і на бічній поверхні палі, що враховують вплив способу занурення паль. У даному прикладі $\gamma_{CR} = 1.0; \gamma_{cf} = 1.0$, тому що ухвалюємо, що занурення забиванням суцільних паль виконується диз. молотом;

R – розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі, у даному прикладі $R = f(H=10,2 \text{ м}; IL=0,5) = 1500 \text{ кПа}$;

A – площа опирання на ґрунт палі, прийнята по площі поперечного переріза палі бруто або по площі поперечного переріза камуфлетного розширення по його найбільшому діаметру або по площі палі-оболонки нетто, $A = 0,3^2 = 0,09 \text{ м}^2$;

u – зовнішній периметр поперечного переріза палі, $u = 4 \cdot 0,3 = 1,2$;

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

h_i – товщина i -го шару ґрунту, що стикається з бічною поверхнею, м.

Щоб визначити розрахунковий опір тертю по бічній поверхні палі f_i , кожний шар ґрунту ділимо на шари висотою h не більш 2,0 м. (Рис.3.3)

Опір тертю на глибині:

$$Z_1 = 2.175 \Rightarrow f_1 = 0.031 \text{ МПа} \quad h_1 = 1.35 \text{ м}$$

$$Z_2 = 3.625 \Rightarrow f_2 = 0.0512 \text{ МПа} \quad h_2 = 1.5 \text{ м}$$

$$Z_3 = 5.175 \Rightarrow f_3 = 0.056 \text{ МПа} \quad h_3 = 1.5 \text{ м}$$

$$Z_4 = 6.675 \Rightarrow f_4 = 0.0184 \text{ МПа} \quad h_4 = 1.45 \text{ м}$$

$$F_d = 1 \cdot \left[1 \cdot 1500 \cdot 0.09^2 + 1.2 \cdot 1.0 \cdot \left(\begin{array}{l} 31 \cdot 1.35 + 1.55 \cdot (51.2 + 56) + \\ + 18.4 \cdot 1.45 \end{array} \right) \right] =$$

$$= 293.8 \text{ кПа м}^2 = 293.8 \text{ кН}$$

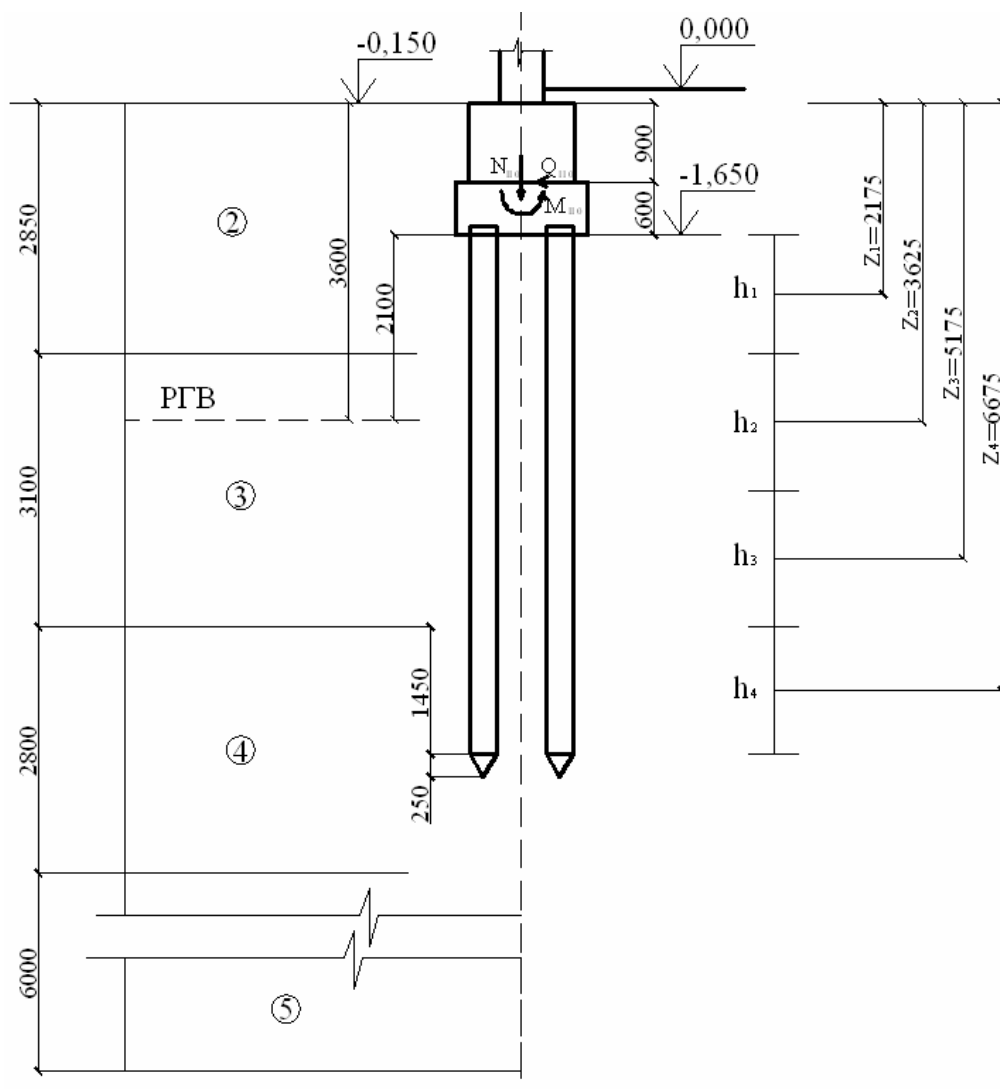


Рис.3.3 Схема визначення глибини опора тертя

4. Допустиме розрахункове навантаження:

$$N = \frac{F_d}{\gamma_k} = \frac{293.8}{1.4} = 209.86 \text{ кН}$$

де $\gamma_k = 1.4$ – коефіцієнт, що враховує спосіб отримання розрахункових навантажень, в нашому випадку за допомогою формули.

5. Знаходимо необхідну кількість паль:

$$n_0 = \frac{\gamma_k \cdot N_{OI}}{F_d - \gamma_f \cdot a^2 \cdot d_p \cdot \gamma_m} = \frac{1.4 \cdot 221.4}{293.8 - 1.15 \cdot 1 \cdot 1.6 \cdot 20} = 1.2$$

де $\gamma_f = 1.15$ – коефіцієнт надійності за навантаженням

$$a = (3 \dots 6)b = 4 \cdot b = 4 \cdot 0.25 = 1 \text{ м крок паль}$$

де $\gamma_m = 0.02 \text{ МПа}$ – розрахункове осереднене значення питомої ваги ґрунту і розтверка

$$N_{OI} = N_{OH} \cdot \gamma_s = 184.5 \cdot 1.2 = 221.4 \text{ кН},$$

де $\gamma_s = 1.1$ – коефіцієнт надійності за навантаженням

Враховуючи позacentрове навантаження кількість паль збільшуємо на 20-25%

$$n = 1.2 \dots 1.25 \cdot n_0 = 1.24 \cdot 1.1 \approx 2.0$$

За конструктивними вимогами приймаємо під опору 4 палі;

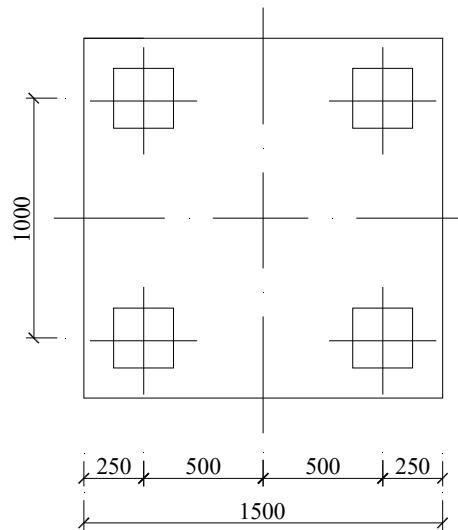


Рис.3.4 Схема розташування паль

6. Визначаємо навантаження, яке припадає на одну палю:

$$N = \frac{(N_{OI} + N_{PI} + N_{III} + N_{spl})}{n} \pm \frac{M_x \cdot y}{\sum_{i=1}^n y_i^2} \pm \frac{M_y \cdot x}{\sum_{i=1}^n x_i^2}$$

N_{III} - навантаження від власної ваги підколоники

$$N_{III} = 0,9 \text{ м}^3 \cdot 2500 \text{ кг/м}^3 = 2250 \text{ кг} = 2.25 \text{ кН}$$

$$N_{III} = N_{III} \cdot \gamma_c = 2.25 \cdot 1.1 = 2.475 \text{ кН}$$

$$N_{pII} = \gamma_p \cdot V_p = 0.025 \cdot 0.6 \cdot 1.5 \cdot 1 = 0.0023 \text{ MN}; \quad N_{pI} = 1.1 \cdot 2.3 \text{ kH} = 2.5 \text{ kH};$$

$$N_{cpII} = 0.019 \cdot 1.0 \left(\frac{1.5 - 1.0}{2} \right) \cdot 1.8 = 0.0086 \text{ MN}; \quad N_{cpI} = 1.1 \cdot 8.6 \text{ kH} = 9.5 \text{ kH};$$

M_x, M_y - розрахункові моменти відносно головних центральних осей підшви фундаменту:

$$M_{Ily} = M_y \cdot \gamma_f + Q_y \cdot d \cdot \gamma_f = 14.21 \cdot 1.1 = 15.63 \text{ kH} \cdot \text{m}$$

$$X=Y=0.5 \text{ м}$$

$\sum_{i=1}^n y_i^2, \sum_{i=1}^n x_i^2$, - сумарне значення відстаней від осей всіх паль до центральної

осі розтверка

$$\sum_{i=1}^n y_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 = 4 \cdot 0.5^2 = 1$$

$$N = \frac{221,4 + 2,5 + 2,475 + 9,5}{4} \pm \frac{15,63 \cdot 0.5}{1} = 66,8 \text{ kH};$$

7. Перевіримо виконання умов розрахунку за 1-ю групою граничних станів

$$N_{\max} = 66.8 \text{ kH}$$

$$1) N < \frac{F_d}{\gamma_c}; \quad 66,8 < \frac{293,8}{1.4} = 209,86 \text{ kH};$$

Умова виконується, отже фундамент запроектовано вірно.

Розрахунок за 2-гою групою граничних станів

1. Визначемо осереднений кут внутрішнього тертя основи, яка прорізається палею:

$$\alpha_{cp} = \frac{1}{4} \cdot \left(\frac{\varphi_{1II} \cdot l_1 + \varphi_{2II} \cdot l_2 + \varphi_{3II} \cdot l_3}{l_1 + l_2 + l_3} \right) = \frac{1}{4} \cdot \left(\frac{31 \cdot 1.35 + 35 \cdot 3.1 + 18 \cdot 1.45}{1.35 + 3.1 + 1.45} \right) = 7.5^\circ$$

2. Визначимо ширину умовного фундаменту

$$b_y = b_{\text{палі}} + b_{\text{м.п.}} + 2 \cdot a = 0.3 + 1.0 + 2(6.15 \cdot \tan 7.5^\circ) = 2.9 \text{ м}$$

3. Знайдемо вагу ґрунту умовного об'єму

$$N_{zpII} = \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot V_i = 18.2 \cdot 2.85(2.9^2 - 1.5^2) + 20 \cdot 3.1 \cdot 2.9^2 + 19.4 \cdot 1.7 \cdot 2.9^2 = 1118.3 \text{ кН}$$

4. Знайдемо середній тиск під подошвою умовного фундаменту

$$N = \frac{(N_{OH} + N_{PII} + N_{PIII} + N_{zpII})}{A_y} \pm \frac{M_x}{W_y} \pm \frac{M_y}{W_x}$$

$$N_{II} = 184,5 \text{ кН}; M_{II} = 14,21 \text{ кН} \cdot \text{м}; Q = 0,05 \text{ кН}$$

N_{III} - навантаження від власної ваги підколоники

$$N_{PIII} = 0,9 \text{ м}^3 \cdot 2500 \text{ кг} / \text{м}^3 = 2250 \text{ кг} = 2.25 \text{ кН}$$

$$N_{PII} = \gamma_p \cdot V_p = 0.025 \cdot 0.6 \cdot 1.5 \cdot 1 = 2.3 \text{ кН};$$

$$N_{zpII} = \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot V_i = 1118.3 \text{ кН}$$

$$M_x = M_{IIx} + Q_{IIx} \cdot H = 14,21 \cdot 1.1 + 0.05 \cdot 7.4 = 16 \text{ кН}$$

$$M_y = M_{IIy} + Q_{IIy} \cdot H = 14,21 \cdot 1.1 + 0.05 \cdot 7.4 = 16 \text{ кН}$$

$$W_y = W_x = \frac{b_y \cdot b_y^2}{6} = \frac{2.9 \cdot 2.9^2}{6} = 4.07 \text{ м}^3$$

$$N = \frac{(184,5 + 2,3 + 2,25 + 1118,3)}{2.9^2} \pm \left(\frac{16}{4.07} \right)^2 = 171 \text{ кН}$$

5. Знайдемо розрахунковий опір ґрунту основи в якому залягає умовний фундамент:

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

$$R = \frac{1.0 \cdot 1.0}{1} \cdot [0.43 \cdot 1 \cdot 2.9 \cdot 19.4 + 2.73 \cdot 7.8 \cdot 18 + 5.31 \cdot 25] = 540.23 \text{ кН};$$

$$\gamma_{c1} = 1.0 \text{ (пісок середньої крупності)}$$

$$\gamma_{c2} = 1.0 \text{ (будівля з гнучкою конструктивною схемою)}$$

$$k = 1 \text{ інженерні дані отримані дослідним шляхом (згідно СНиП)}$$

$$\varphi = 18^{\circ} \Rightarrow M_{\gamma} = 0.43; M_q = 2.73; M_c = 5.31; d_1 = 7.8 \text{ м}$$

6. Перевіримо виконання умов розрахунку за 2-ю групою граничних станів

$$1) N_{\max} = 171 \text{ кН} \leq 1.2 R = 1.2 \cdot 540,23 = 648,3 \text{ кН}$$

Умови виконуються, отже фундамент запроектовано вірно.

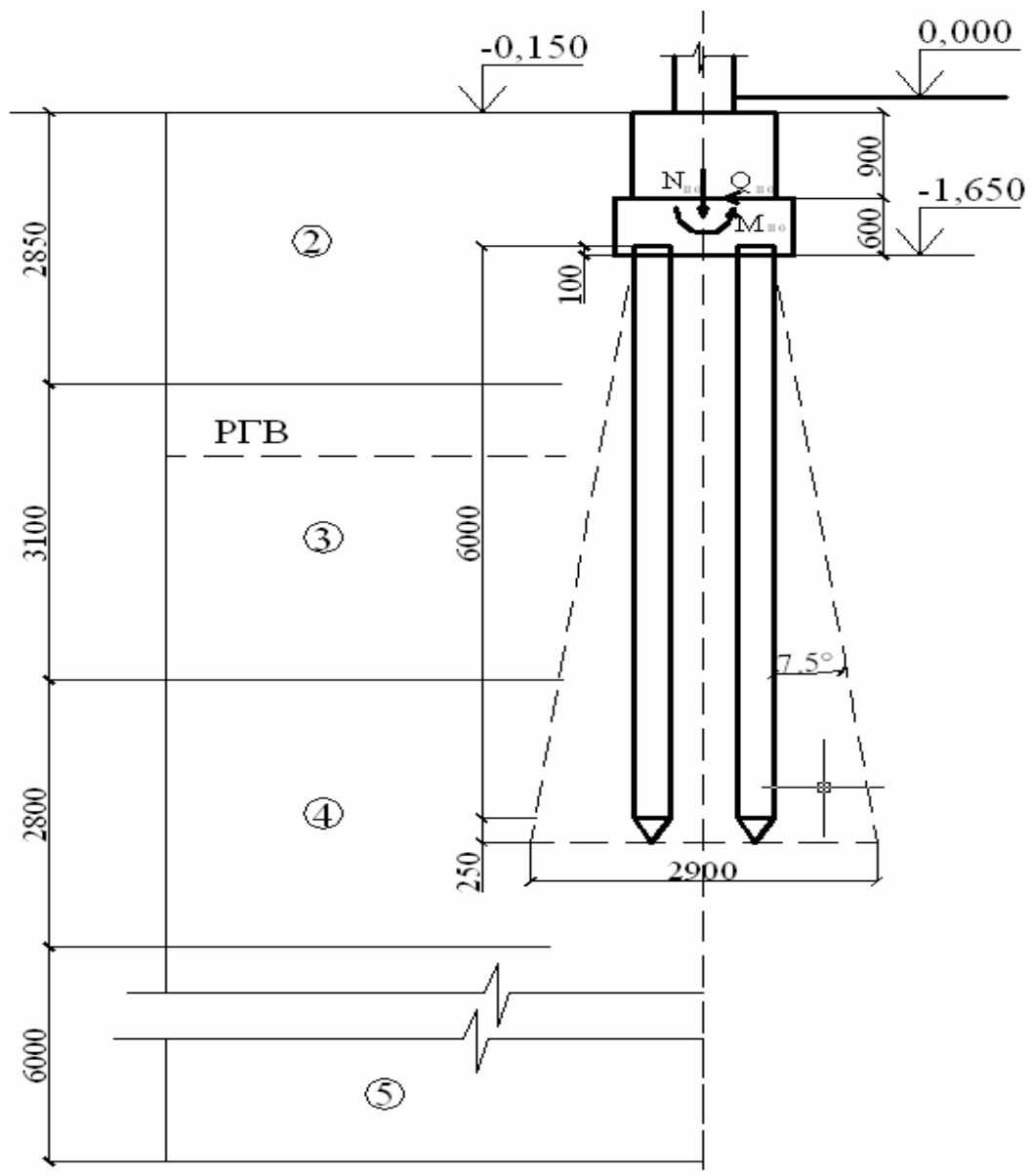


Рис.3.5 Схема визначення кута α

Розрахунок розтверку

Роствертки під колону зазвичай проектують як згинальні елементи з одиночним армуванням у вигляді сітки, яка укладають по головкам паль.

Висота такого розтерку повина забезпечити сприйняття поперечних сил його похилих перерізів за рахунок опору бетону. Тому його висоту перевіряють по слідуючим умовам:

- 1) на продавлювання колоною
- 2) на продавлювання найбільш віддаленої палі
- 3) на поперечну силу в похилих перерізах.

Застосування підколонника, що призводить до суміщення конструкції колони з палями виключає необхідність перевірки двох перших умов.

1. Перевірка висоти ростверка на поперечну силу в похилих перерізах.

Необхідна умова: $\sum_{i=1}^n N_{pi} \leq Q \quad Q = m \cdot b \cdot h_0 \cdot R_{bt}$, де

N_{pi} - максимальне навантаження на палю, розташованої за кожним похилим перерізом

m – коефіцієнт, який залежить від відношення $\frac{h_0}{c}$

c – відстань від грані колони до грані палі, $c=0,05$ м

h_0 – відстань від верхньої грані ростверка до центра арматури

R_{bt} - розрахунковий опір бетону на осьовий розтяг

b - ширина ростверка

Розраховуємо монолітний ростверк висотою 60 см з бетону класу C16/20 ($R_{bt} = 1.2 \text{ МПа}$) та арматури Ø 12 А 400 С ($R_s = 365 \text{ МПа}$)

$h_0 = 60 - 15 - 1 = 44 \text{ см}$, де 1 см - арматура

$$\frac{h_0}{c} = \frac{44}{5} = 8.8 \Rightarrow m = 2.5$$

$$Q = 2.5 \cdot 1.5 \cdot 0.44 \cdot 1200 = 1980 \text{ кН}$$

$$N_{pi} = 66.8 \text{ кН}$$

$$\sum_{i=1}^n N_{pi} = 2 \cdot 66.8 = 133.6 \text{ кН} \leq Q = 1980 \text{ кН}$$

Умова виконується, отже висоти бетону достатньо для сприйняття даних навантажень.

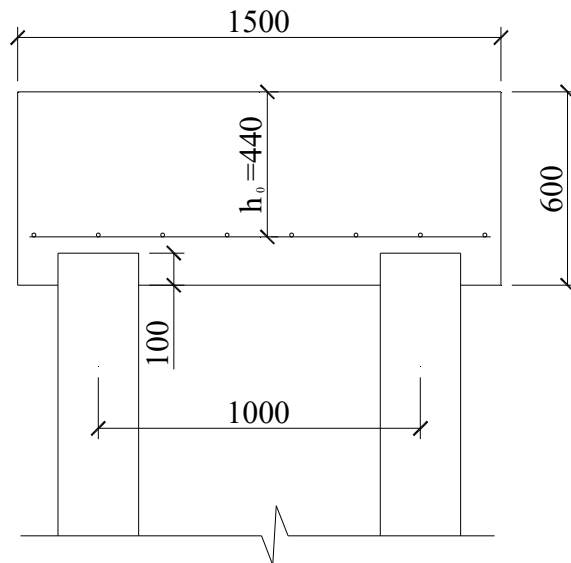


Рис.3.6 Схема визначення висоти залягання арматури

Розрахунок армування ростверку

Так як навантаження (моменти), що діють на ростверк як в повздовжньому так і поперечному напрямку однакові, то і армування буде також рівноцінним.

$$A_s = \frac{M}{0.9 \cdot R_s \cdot h_0} \quad M = \frac{\sum N_{pi} \cdot l}{x}, \text{ де}$$

l – відстань від грані стіни до осі палі $l = 0.2 \text{ м}$;

x – крок палі $x = 1 \text{ м}$

$$M = \frac{\sum N_{pi} \cdot l}{x} = \frac{(66.8 \cdot 0.2 + 66.8 \cdot 0.2)}{1} = 26.72 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$A_s = \frac{26.72 \cdot 10^3}{0.9 \cdot 365 \cdot 44} = 1.85 \text{ см}^2$$

Приймаємо 5 Ø 12 А400С на 1 м.п. ростверка, як в повздовжньому так і поперечному напрямку.

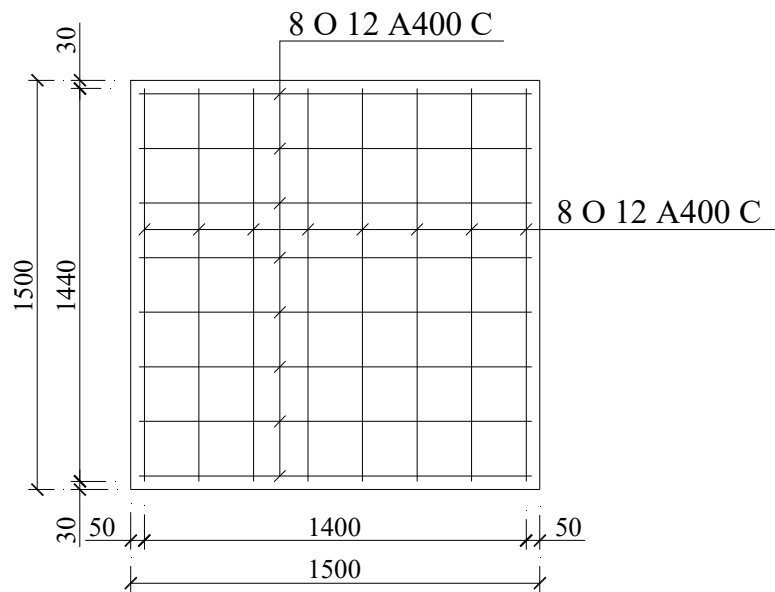


Рис. 4.7 Схема армування ростверка

3.3 Розрахунок підпірної стіни

Задаємся розмірами:

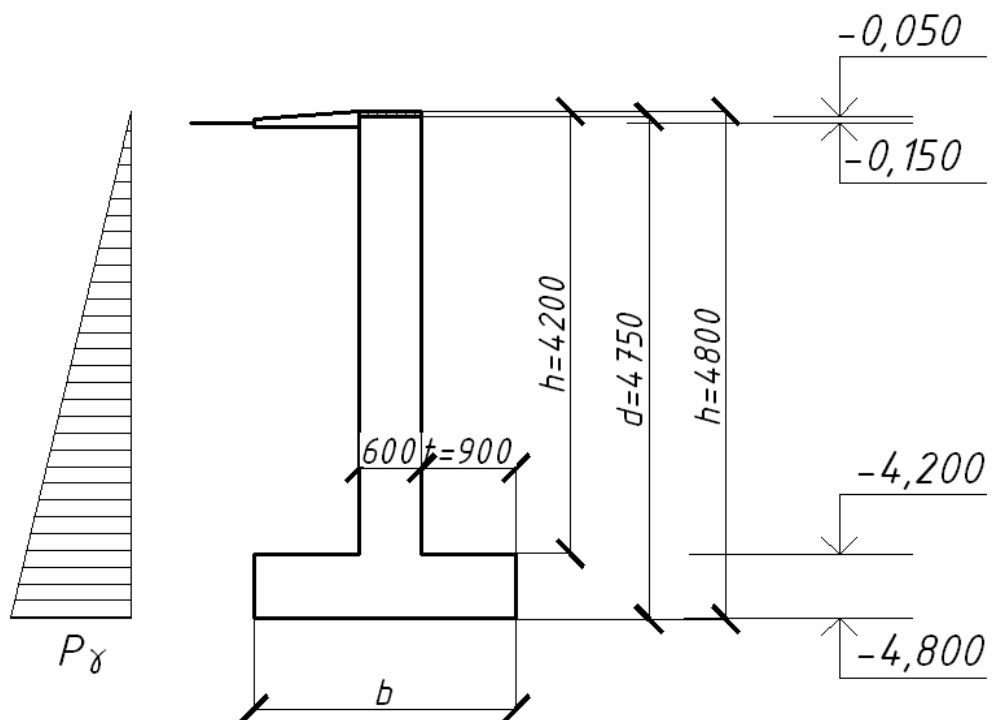


Рис. 3.8 Вихідні дані

Характеристика ґрунта основи - суглинок:

$$\gamma^H = 18,8 \frac{\kappa H}{\text{м}^3}, \varphi_H = 21^\circ, c_I = 4 \kappa \text{Па}, E_I = 13 \text{МПа}.$$

Характеристика ґрунта засипки – пісок мілкий:

$$\gamma_I = 16,5 \frac{\kappa H}{\text{м}^3}, \varphi_I = 25^\circ, c_I = 0 \kappa \text{Па}.$$

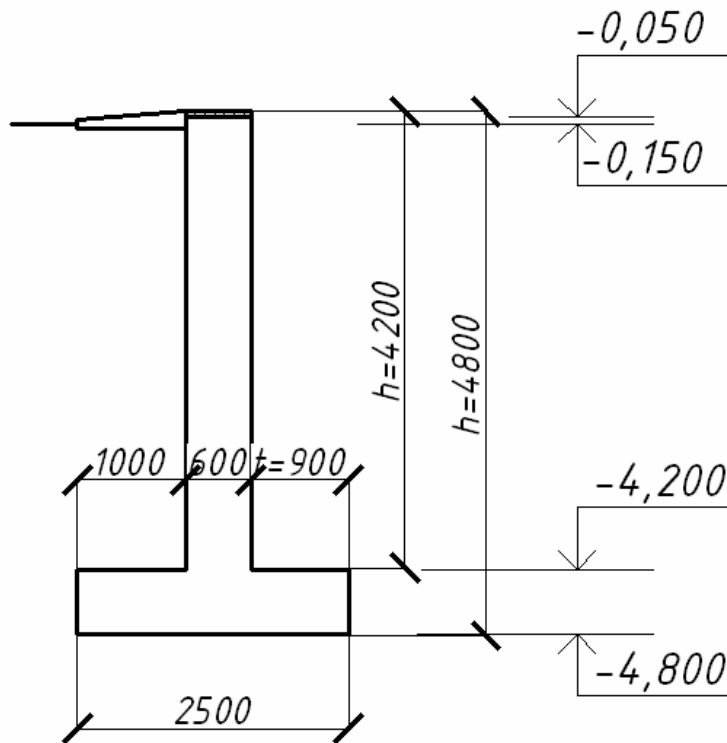


Рис. 3.9. Розрахункова схема підпірної стіни

Розрахункова характеристика ґрунта основи:

$$\gamma_I = 1,05 \cdot \gamma^H = 1,05 \cdot 18,8 = 19,74 \frac{\kappa H}{\text{м}^3},$$

$$\varphi_I = \varphi^H / 1,1 = 21^\circ / 1,1 = 19,1^\circ$$

Розрахункова характеристика ґрунта засипки:

$$\gamma'_I = 0,95 \cdot \gamma_I = 0,95 \cdot 19,74 = 18,75 \frac{\kappa H}{\text{м}^3},$$

$$\varphi'_I = \varphi_I / 1,1 = 19,1^\circ / 1,1 = 17,2^\circ$$

Визначаємо коефіцієнт горизонтального тиску ґрунта за формулою:

$$\lambda = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi_I}{2} \right) K_\rho = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{17,2}{2} \right) \cdot 1 = 0,54;$$

де: K_ρ – коеф., що враховує ухил поверхні ґрунта засипки.

Інтенсивність горизонтального тиску ґрунта:

$$P_\gamma = 1.15 \cdot \gamma'_I \cdot h_0 \cdot \lambda \cdot K_c = 1.15 \cdot 18.75 \cdot 4.2 \cdot 0.54 \cdot 1 = 48.9 \text{ кПа};$$

де: K_c – коеф., що враховує сейсміку (для 7 балів - $K_c = 1$)

Знаходимо значення згинального моменту M в стіні:

$$M = P_\gamma \cdot \frac{h_0^2}{6} = 48.9 \cdot \frac{4.2^2}{6} = 143.76 \text{ кНм};$$

Знаходимо значення сили, що зрушує:

$$F_{AS} = P_\gamma \cdot \frac{h}{2} = 48.9 \cdot \frac{4.2}{2} = 143.76 \text{ кПа м}$$

Визначаємо ширину підшви за формулою:

$$\begin{aligned} b &= \frac{1.2 \cdot F_{AS} + t[18 \cdot (h - d)] \operatorname{tg} \varphi_I - 9(d^2 + \lambda \cdot h^2 \cdot \operatorname{tg} \rho)}{18 \cdot h \cdot \operatorname{tg} \varphi_I + C_I} = \\ &= \frac{1.2 \cdot 117.36 + 0.9[18 \cdot (4.8 - 4.75)] \operatorname{tg} 19.1^\circ - 9(4.75^2 + 0.54 \cdot 4.8^2 \cdot 0)}{18 \cdot 4.8 \cdot \operatorname{tg} 19.1^\circ + 0} = \\ &= 2.4 \text{ м} \end{aligned}$$

Конструктивно приймаємо $b = 2.5 \text{ м}$

4. ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА

4.1 Методи виконання робіт

Будівництво адміністративно-технічного корпусу виконується роздільно-сумісним методом в такій послідовності: земляні роботи, влаштування фундаментів під конструкції та обладнання одночасно, монтаж конструкцій обгородження та покриття будівлі, спорудження печі, монтаж обладнання. Інші існуючі будівлі ремонтуються [21].

Підготовчі роботи.

Роботи підготовчого періоду забезпечують підготовку будівельного виробництва, заходи безпеки та санітарно-гігієнічні заходи з організації будівельного майданчика. В підготовчий період влаштовуються тимчасові та постійні відвали, розчищається територія від дерев та кущів, зносяться існуючі споруди, які підлягають розбиранню, відводяться поверхневі води, виконуються геодезичні розбивочні роботи по винесенню в натуру проекту земляних споруд та встановлюються відповідні розбивочні знаки.

В основний, період крім спорудження нових будівель, виконується капітальний ремонт існуючих на майданчику будівель.

Земляні роботи

Вертикальне планування території виконується після підготовчих робіт з розчищення території та геодезичної розбивки споруд. Будівельна розбивка має бути наочною.

Вертикальне планування виконується тільки після видалення рослинного шару та вивозу його за межі будівельного майданчика. Вертикальне планування має виконуватися таким чином, щоб забезпечувалося безперешкодне стікання поверхневих ґрунтових вод.

До складу земляних робіт з копання котлованів та траншей входять: викопування ґрунту; вивантаження ґрунту на бровку або на транспортні засоби; транспортування ґрунту до місця складування; складування у відвал

або в насип; розробка укосів, підчищення та планування днища; зворотне засипання пазах котлованів та траншей.

Для вертикального планування використовується бульдозер марки Д-606. Для копання траншей під фундаменти використовується екскаватор марки ЕО-4321, траншеї під інженерні мережі копаються бульдозером марки ЕО-2621. Зачистка дна траншей виконується вручну.

Транспортування землі виконується автосамоскидами марки КрАЗ – 256Б в межах майданчика.

Фундаменти

Фундаменти закладають зразу після виконання земляних робіт, щоб запобігти намочуванню ґрунту та, як наслідок, часткової втрати його здатності до несення конструкцій. У випадку, якщо цього уникнути не вдалося, мокрий ґрунт видаляють, ретельно зачищаючи дно котловану.

При спорудженні будівель всі фундаменти під конструкції, печі, димові труби, обладнання влаштовуються в одному потоці, далі монтуються конструкції надземної частини.

Влаштування монолітних бетонних фундаментів та конструкцій

Перед бетонуванням всі поверхні повинні очищатися від сміття, бруду, масел, снігу та льоду, цементної плівки. Перед самим вкладанням бетонної суміші почищені поверхні промиваються водою та просушуються струменем повітря [26].

Всі конструкції та їх елементи які закриваються в процесі наступного виконання робіт, а також правильність встановлення та закріплення опалубки та підтримуючих її елементів повинні прийматися відповідно до [25].

Бетонні шари потрібно укладати в конструкції, які бетонуються горизонтальними шарами однакової товщини без розривів, з наступним напрямком укладання в одну сторону в усіх шарах.

При ущільненні бетонної суміші не дозволяється обпирання вібраторів на арматуру та закладні вироби, тяжі і інші елементи кріплення опалубки.

Укладання наступного шару бетонної суміші дозволяється до початку тверднення бетону попереднього шару. Верхній рівень укладеної бетонної суміші повинен бути на 50-70 мм нижче верха щитів опалубки.

При ущільненні бетонної суміші не дозволяється обпирання вібраторів на арматуру та закладні вироби, тяжі і інші елементи кріплення опалубки.

Укладання наступного шару бетонної суміші дозволяється до початку тверднення бетону попереднього шару. Верхній рівень укладеної бетонної суміші повинен бути на 50-70 мм нижче верха щитів опалубки.

На початковому періоді тверднення бетон необхідно захищати від потрапляння атмосферних опадів чи втрат вологи забезпечуючи наростання його міцності.

Монтаж збірних бетонних блоків фундаментів.

Монтаж блоків збірних бетонних фундаментів необхідно починати з маячних елементів, які встановлюються в місцях перетину осей стін будівель. Рядові елементи монтуються після перевірки положення маячних елементів в плані та по висоті за допомогою інструментів. Монтаж фундаментів виконується автомобільним краном марки КС – 5473. Встановлення збірних бетонних фундаментів на основу вкриту водою чи снігом не дозволяється.

Монтаж плит перекриття та покриття

При укладанні плит покриття необхідно забезпечити задані проєктом розміри площин обпирання на опорні конструкції та вирівняти лицьові поверхні плит. Після встановлення кожну плиту необхідно закріпити. Шви між плитами очистити від будівельного сміття та забетонувати. Встановлені конструкції до розстроповки повинні надійно закріплюватися.

Мурування

Стіни будівель запроектовані з цегли. Мурувальні роботи з цегли належить вести з інвентарного риштування. При подаванні на робочі місця цегли належить застосовувати піддони та вантажозахисні пристрої, які виключають падіння вантажу.

Одночасно з мурувальними роботами необхідно виконати установку віконних та дверних блоків.

Рівень мурування після кожного переміщення засобів підмоцвання повинен бути не менше ніж на 0,7 м вище від робочого настилу або перекриття.

Покрівельні роботи.

Допуск робочих до виконання покрівельних робіт дозволяється після огляду виконробом або майстром разом з бригадиром налагодженості конструкцій покрівлі та обгороджень.

Опоряджувальні роботи.

Виконання опоряджувальних робіт, опорядження стелі та перегородок під фарбування здійснюється з інвентарних столів та риштувань.

Опорядження приміщень належить розпочинати після встановлення готових засклених віконних рам.

4.2 Технологія робіт при монтажі витяжної башні

Пофарбовані сталеві конструкції витяжних веж масою до 300 т слід поставляти протягом одного кварталу, при масі вище 300 т - за графіком (замовник - завод) або в порядку, передбаченому ППР. Транспортування конструкцій слід здійснювати в збірному виді, що забезпечує їхню комплектність, зручність вантажно-розвантажувальних робіт і складування.

Металеві конструкції властиво газовідводящих стовбурів діаметром до 3000 мм слід поставляти звареними довжиною до 12 м, вище 3000 мм - рулонними заготовками.

Вхідний контроль якості містить у собі документальну, візуальну й інструментальну перевірки якості.

Сталеві конструкції, що поставляються, вежі з газовідводящим стовбуром, зварювальні матеріали, кріпильні, складальні деталі й виробу слід піддавати вхідному контролю якості.

До виробництва монтажних робіт слід приступати після приймання робіт по інженерній підготовці будівельного майданчика відповідно до вимог

[25], ППР і при повній комплектації монтажної організації сталевими конструкціями, металовиробами й монтажним оснащенням.

Координатні осі й контрольні крапки установки геодезичних інструментів повинні бути нанесені на металеві деталі, розташовані на поверхні фундаментів або в іншому місці. Розміщення координатних осей і реперів повинне відповідати вимогам [2].

Укрупнювальне складання сталевих конструкцій необхідно виконувати на стелажах або складальному стенді-кондукторі.

Монтажні стики елементів після складання слід поґрунтувати й офарбити згідно із проєктом КМ.

Підливу бетоном черевиків вежі слід виконувати після контрольної геодезичної зйомки, що включає перевірку оцінок поясів і геометричних розмірів у плані змонтованого першого ярусу вежі.

5. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

5.1. Основні характеристики ділянки

На ділянці відновлення виконується будівництво допоміжних будівель на земельній ділянці площею 11,701 га.

Промисловий майданчик склозаводу в м. Ірпінь Київської області розташований на південно-східній окраїні і складається з трьох ділянок. Ділянка № 1 площею 10,829 га, на якій розташовані основні та допоміжні промислові споруди та будівлі, ділянка № 2 площею 0,0292 га – каналізаційна насосна станція; ділянка № 3 площею 0,8425 га – очисні споруди. Поряд з ділянкою № 1 розташована електропідстанція 110/35 кВт.

На території ділянки існує рядова посадка дерев та кущів. Також в районі об'єкту існує забудова одноповерхової садиби.

Рельєф ділянки в основному рівнинний з загальним ухилом в північно-східному напрямку.

Основою під фундаменти слугуватимуть піски.

Зсуви, просадки та підтоплення відсутні. Район не сейсмічний.

Під'їзд до промислового майданчика можливий з автодороги та залізничних під'їзних колій.

Інженерно – технічне забезпечення майданчика

Електропостачання – від існуючої ТП 2 x 1000 кВа;

Водозабезпечення – від існуючої артсвердловини;

Каналізація та очисні споруди – існуючі (капітальний ремонт);

Теплозабезпечення – утилізаційна установка від скловарної печі;

Газопостачання – від існуючого ГРП заводу;

Телефонізація - існуюча мережа.

5.2. Календарний план будівництва

Календарний план будівництва визначає тривалість реконструкції об'єкту, розподіляє капіталовкладення та обсяг будівельно-монтажних робіт по періодах будівництва [25].

Виконання основних будівельно-монтажних робіт передбачається виконувати після завершення в необхідному обсязі робіт підготовчого періоду.

В підготовчий період необхідно виконати наступні роботи:

- ◆ підготовка території будівництва, огороження небезпечних зон;
- ◆ підготовка тимчасових проїздів та майданчиків;
- ◆ прокладання тимчасової мережі енерго - та водопостачання.

5.3 Визначення обсягів будівельно-монтажних робіт

Вибір крану по технічним показникам

Основними технічними параметрами монтажних кранів є: вантажопідйомність; висота підйому крюка; виліт стріли, необхідний для задовільнення відповідних монтажних характеристик елементів конструкцій (максимальна монтажна вага, монтажна висота та необхідний монтажний виліт стріли крану).

Монтажні характеристики елементів конструкції визначаємо наступним чином:

Монтажна вага конструкції Q_m :

$$Q_m = Q_e + Q_0, \text{ т}$$

де Q_e – вага монтуємих елементів, т;

Q_0 – вага оснастки в залежності від ваги елементів, що монтуємо, т.

Фундамент $Q_m = 6,2 + 0,045 = 6,245 \text{ т}$

Колона $Q_m = 2,8 + 0,338 = 3,1388 \text{ т}$

Стінова панель $Q_m = 1,8 + 0,038 = 1,838 \text{ т}$

Ферма 1 $Q_m = 1,9 + 0,386 = 2,286 \text{ т}$

Ферма $Q_m = 2,1 + 0,386 = 2,486 \text{ т}$

Монтажна висота конструкції H_m :

$$H_m = h_1 + h_2 + h_3,$$

h_1 – 0,5...1,0 м – висота підйому елементу над опорою при його монтажі

h_2 – власна висота монтажного елементу, м

h_3 – висота захватного обладнання над конструкцією, що монтується,

м

Колона $H_M = h_1 + h_2 + h_3 = 0,5 + 12,0 + 1,5 = 14,0$ м

Ферма $H_M = h_1 + h_2 + h_3 = 12,5 + 6,3 + 3,5 = 22,3$ м

Фундамент $H_M = h_1 + h_2 + h_3 = 1,0 + 2,1 + 1,0 = 4,1$ м

Необхідний виліт стріли крана Z залежить від використовуваної схеми монтажу. В роботі будемо використовувати поздовжню схему руху крана. Виліт стріли крана Z визначається графічно для самої віддаленої точки від осі повороту крана конструкції, що монтується.

Таблиця 5.1

Вибір кранів за необхідними параметрами монтажу конструкцій

Параметри		Найменування основних конструктивних елементів			
		Фундаменти	Колони	Ферми	Стінові панелі
Необхідні параметри	Довжина стріли	10,6	17,13	3,0	11,91
	Виліт стріли	10,0	10,0	22,12	5,8
	Висота підйому крюка	3,6	14,0	22,3	14,1
	Монтажна вага кон-ції	6,3	2,8	2,1	0,6
Прийняті параметри кранів	Довжина стріли	24,0	24,0	24,0	25,0
	Виліт стріли				
	максимальний	20,0	20,0	20,0	13,0
	мінімальний	3,0	3,0	3,0	5,0
	робочий	12,9	12,9	12,9	9,0
	Висота під-му крюка				
	максимальна	23,4	23,4	23,4	35,3
	робоча	22,0	22,0	22,0	25,4
	Вантажопідйомність				
	максимальна	24,0	24,0	24,0	25,0
	робоча	11,0	11,0	11,0	12,0
	Найменування кранів	C-5473	КС-5473	КС-5473	МКГ-25БР

Вибір транспортного засобу.

Вибір транспортних засобів відбувається за допомогою каталогів, в відповідності з вагою та габаритами елементів конструкцій, що монтуються. При цьому необхідно максимально використовувати вантажопідйомність транспортних засобів. Ступінь використання вантажопідйомності характеризується коефіцієнтом K_T :

$$K_m = Q/q,$$

де Q – вага перевезеного за раз комплекту, т;

q – вантажопідйомність транспортної одиниці, т

Таблиця 5.2

Прийняті транспортні засоби

Найменування елементів, що перевозяться	Вага 1-го елементу, т	Тип та марка транспортного засобу	Його вантажопідйомність, т	Число перевезених за 1 рейс елементів	Коефіцієнт використання вантажопідйомності, т
Фундамент	6,3	МАЗ-206	8	1	0,8
Колона	2,8	МАЗ-200В з 2-ПП-12	12,5	1	0,52
Підкранова балка	1,6	МАЗ-200	7	2	0,74
Стінова панель	0,6	УПП-8	8	6	0,98
Ферма	2,1	Напівпричеп з МАЗ-200В	4	1	0,89

Визначення розмірів виїмки

Розміри виїмки залежать від типу ґрунту, який розробляється (укоси) та від розмірів монтуемого фундаменту. Згідно завдання ґрунт – суглинок. При глибині виїмки до 1,5 м, відношення висоти укосу до його закладання 1:0,00.

На рис.5.1 зображено необхідні розміри виїмки

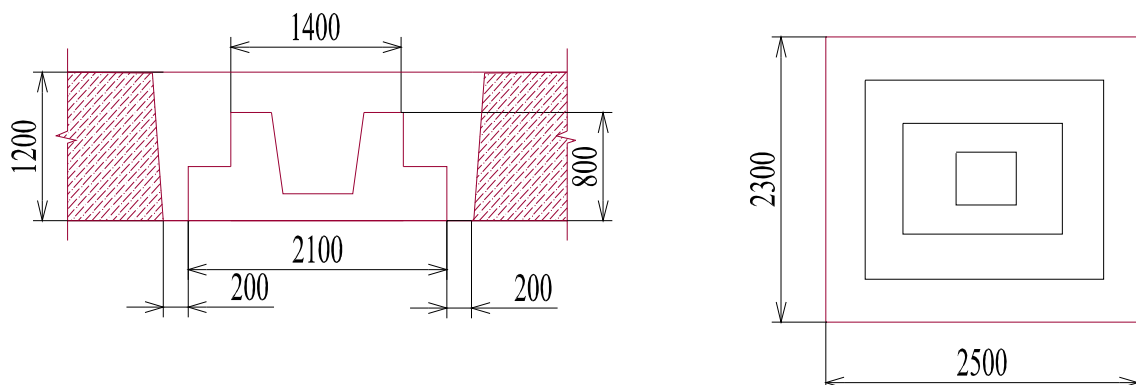


Рис.5.1. Визначення розмірів виїмки

Визначимо необхідний об'єм виїмки

$$V = a \times b \times H, \quad \text{м}^3$$

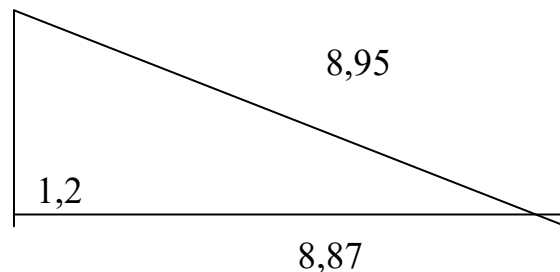
де a – довжина виїмки, м

b – ширина виїмки, м

H – висота виїмки, м

$$V = 2,5 \times 2,3 \times 1,2 = 6,9 \quad \text{м}^3$$

Виїмки розробляємо екскаватором ЕО-4321 з максимальним радіусом копання 8,95 м і максимальною глибиною копання 5,5 м. Так як глибина виїмки 1,2 м, то радіус копання екскаватора становить 8,87 м.



Вибір схеми руху монтажних кранів

Монтаж елементів споруди проводимо по поздовжній схемі руху крана. Для одноповерхових споруд, котрі зводяться зі збірних елементів, вибір схеми руху кранів відбувається виходячи з конкретних умов.

При розробці креслення будемо використовувати поздовжню схему руху крана з монтажем конструкцій в кожному прольоті. Зауважимо, що крок руху кранів і екскаватора становить 6 та 12 м, місця стоянок зображено кружками, а напрямки руху – стрілками.

5.4. Потреба будівництва в основних машинах та механізмах

Відповідно з типовою технологією виконання основних будівельно-монтажних робіт, яка застосовується, рекомендовано такі типи та кількість основних будівельних машин та механізмів.

Будівельні машини та механізми

№ п/п	Найменування машин та механізмів	Тип, марка	Одиниця виміру	Всього потреба
1	Екскатор, місткість ковша 0,65 м³	ЕО – 4321	шт.	2
2.	Бульдозер	ДЗ-29	шт.	1
3.	Бульдозер	Д – 606	шт.	1
4.	Гусеничний кран	МКГ – 25БР з БСО	шт.	2
5.	Кран автомобільний	КС-5473	шт.	2
6.	Компресор пересувний	ПКС – 5,25	шт.	2
7.	Автомобіль – самоскид, в/п 5,0т	КрАЗ-256Б	шт.	7
8.	Автомобіль бортовий, в/п 5,0 т	ЗіЛ – 130	шт.	9
9.	Вібратор ручний	ІВ-66	шт.	2
10.	Автобетоновоз	СБ-113	шт.	5
11.	Каток на причепі	ДУ-26	шт.	1

5.5. Забезпечення будівництва ресурсами*Забезпечення будівництва електроенергією*

Потреба в електроенергії визначається за розрахунковими формулами.

Основними споживачами електроенергії на будівельному майданчику є будівельні машини,

Механізми і установки, а також освітлення інвентарних будівель і майданчика.

Сумарна потреба в електроенергії для будівельного майданчика визначається наступною формулою:

$$P = 1,1 (K_1 \Sigma P_1 + K_2 \Sigma P_2 + K_3 \Sigma P_3 + K_4 \Sigma P_4) / \cos \Psi,$$

Де, P – загальна потреба в потужності, кВт;

1,1 – коефіцієнт, що встановлює витрати потужності в мережах;

K_1, K_2, K_3, K_4 – коефіцієнт одночасності, залежності від виду і кількості споживачів, приймаються 0,6 – 1;

P_1 – силова потужність, що споживається будівельними машинами, інструментами, механізмами, кВт;

P_2 – споживана потужність на технологічні потреби (електропідігрів бетону), кВт;

P_3 – споживана потужність для внутрішнього освітлення приміщення, кВт;

P_4 – споживана потужність для зовнішнього освітлення шляхів, проїздів, фронту робіт, кВт;

$\cos \Psi$ – коефіцієнт потужності, в середньому рівний 0,75;

$$P = 1,1 \cdot \frac{[0,5 \cdot (16,3 \cdot 5 + 5,25 \cdot 2 + 2 \cdot 2) + 0,4 \cdot 0,8 + 0,8 \cdot (3 + 15) + 0,9 \cdot (5 + 1,5)]}{0,75} = 101 \text{ кВт}$$

Освітлюваність місць виконання робіт

При проектуванні освітленості будмайданчика необхідно притримуватися методу світлотехнічного зонування за точністю виконуваних зорових робіт, що дозволяє приймати світлові прибори з лампою малої потужності.

На будівельних майданчиках необхідно виключати засліплення працюючих. Не рекомендується використовувати лампи без арматури.

Прожектори локалізованого освітлення необхідно встановлювати так, щоб напрямки осової сили світла знаходились під кутом 5 – 15° до передбачуваної лінії зору працюючих. При виконанні цієї умови висота встановлення прожектора складає 6 м.

Крім цього, для зменшення засліплюючої дії джерел світла та світлових приборів пропонується використовувати жалюзійні насадки з невеликими кутами розсіювання (до 3°).

5.6 Техніка безпеки

У процесі виконання будівельно-монтажних робіт необхідно суворо дотримуватись вимог ДБНА 3.2-2-2008 "Техніка безпеки в будівництві".

Перед початком та в процесі виконання робіт адміністрація зобов'язана забезпечити навчання та проведення інструктажу з безпеки праці у відповідності до вимог [25], а також забезпечити під розписку інструкціями з охорони праці.

Монтажними роботами повинен керувати досвідчений інженерно-технічний працівник, який добре знає технологію монтажних робіт.

При підніманні, перенесенні та встановленні в проектне положення елементів та конструкцій, при монтажі будівель та споруд сигнал кранівнику повинен подавати бригадир монтажно́ї бригади або сигнальник, який пройшов навчання та атестацію з Правил влаштування і безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів або стропальник.

До виконання монтажних робіт допускаються особи не молодші 18 років.

Робочі-монтажники повинні працювати в спецодязі та в касках.

Монтажник повинен носити свій інструмент тільки в робочій сумці. Класти інструменти в кишені штанів, куртки, на конструкції які монтуються та на риштування – не дозволяється.

Зварювальники, монтажники повинні користуватися запобіжними поясами. Кожен запобіжний пояс, який видається робітнику, випробовується та замарковується, на ньому вказується дата перевірки.

До початку виконання робіт будівельний майданчик огорожується, небезпечні зони позначаються знаками безпеки та написами установленої форми.

Робочі місця, проїзди та проходи до них у темний час доби освітлюються. Освітлення-рівномірне, без засліплюючої дії на працюючих.

Біля в'їзду на будівельний майданчик встановлюється схема руху автотранспорту, проїзди не повинні захаращуватися.

Будівельно-монтажні організації повинні виконувати спеціальні заходи, направлені на подавання матеріалів, конструкцій та деталей у технологічній послідовності, яка забезпечує безпеку виконання робіт. Матеріали, які складаються на робочих місцях не повинні захащувати проходи та створювати небезпеку при виконанні робіт.

Майданчик для вантажно-розвантажувальних робіт має бути спланованим з ухилом не більше як 5°.

На ділянці виконання монтажних робіт не допускається виконання інших робіт, а також знаходження сторонніх осіб.

Підіймання конструкцій, що не мають завіс або позначок, які забезпечують їх правильне стропування та монтаж, не допускається

Елементи конструкцій або обладнання, що монтується, під час переміщення їх краном, повинні утримуватися від розгойдування та обертання гнучкими відтяжками.

Під час перерви в роботі залишати підняті елементи в завислому стані заборонено.

Проходи до робочих місць з ухилом більше ніж 20° необхідно обладнати трапами або сходами з огороженням.

Ширина проходів – не менше як 0,6 м.

Висота в освітління менше як 1,8 м.

Робочі, керівники, спеціалісти обов'язково забезпечуються спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту, відповідно до ГОСТ 12.4.011-87.

Тимчасові побутові приміщення для будівельників розмістити поза межами небезпечної зони.

5.7 Заходи по охороні навколишнього середовища

Будівельно-монтажні організації повинні виконувати спеціальні заходи, направлені на охорону оточуючого середовища, обов'язкові для виконання при веденні будівельно-монтажних робіт з урахуванням прогнозу зміни природних умов на протязі будівництва.

Ці заходи передбачають [23]:

- ◆ попередження забруднення ґрунту паливно-мастильними матеріалами;
- ◆ будівельне сміття вивозиться на звалище, закопувати його на території будмайданчику забороняється додержування заходів по запобіганню загазованості повітряного басейну;
- ◆ усі працюючі на будмайданчику машини з двигунами внутрішнього згорання мають бути перевірені на токсичність вихлопних газів;
- ◆ не дозволяється пилоутворення та забруднення повітряного басейну під час демонтажу конструкцій та вивезення сміття.

5.8. Заходи протипожежної безпеки

З метою забезпечення протипожежної безпеки на будмайданчику необхідно передбачити такі заходи [22, 24]:

- ◆ на будмайданчику мають бути встановлені інвентарні протипожежні щити з комплектом приладдя;
- ◆ на видних місцях мають бути встановлені плакати та знаки протипожежної безпеки.

Для виконання протипожежної безпеки навколо будівлі, яка реконструюється має бути забезпечений круговий проїзд шириною не менше 6 м.

6. ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1. Спеціальні вимоги по охороні праці

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці.

Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я або для людей, які його оточують, і навколишнього природного середовища. Факт наявності такої ситуації підтверджується спеціалістами з охорони праці підприємства з участю представника профспілки і уповноваженого трудового колективу, а в разі виникнення конфлікту-відповідним органом державного нагляду за охороною праці з участю представника профспілки. За період простою з цих причин не з вини працівника за ним зберігається середній заробіток.

Працівників, які за станом здоров'я потребують надання легшої роботи, власник повинен відповідно до медичного висновку перевести, за їх згодою, на таку роботу тимчасово або без обмеження строку. Оплата праці при переведенні працівників за станом здоров'я на легшу нижче оплачувану роботу або виплата їм допомоги по соціальному страхуванню провадиться згідно з законодавством.

Працівник зобов'язаний [26]:

- знати і виконувати вимоги нормативних актів про охорону праці, правила поведінки з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту;

- дотримувати зобов'язань щодо охорони праці, передбачених колективним договором (угодою, трудовим договором) та правилами внутрішнього трудового розпорядку підприємства;

- проходити у встановленому порядку попередні та періодичні медичні огляди;

- співробітничати з власником у справі організації безпечних і нешкідливих умов праці, особисто вживати посилюючих заходів щодо усунення будь-якої виробничої ситуації, яка створює загрозу його життю чи здоров'ю людей які його оточують і навколишньому природному середовищу, повідомляти про небезпеку свого безпосереднього керівника або іншу посадову особу.

В свою чергу, власник зобов'язаний створити в кожному структурному підрозділі і на робочому місці умови праці відповідно до вимог нормативних актів, а також забезпечити дотримання прав працівників, гарантованих законодавством про охорону праці.

З цією метою власник забезпечує функціонування системи управління охороною праці, для чого:

- створює відповідні служби і призначає посадових осіб, які забезпечують вирішення конкретних питань охорони праці, затверджує інструкції про їх обов'язки, права та відповідальність за виконання покладених на них функцій;

- розробляє за участю профспілок і реалізує комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів з охорони праці, впроваджує прогресивні технології, досягнення науки і техніки, засоби механізації та автоматизації виробництва, вимоги ергономіки, позитивний досвід з охорони праці тощо;

- забезпечує усунення причин, що призводять до нещасних випадків, професійних захворювань, і виконання профілактичних заходів, визначених комісіями за підсумками розслідування цих причин;

- організовує проведення лабораторних досліджень умов праці, атестації робочих місць на відповідність нормативним актам про охорону праці в порядку і строки, що встановлюються законодавством, вживає за їх підсумками заходів щодо усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих факторів;

- розробляє і затверджує положення, інструкції, інші нормативні акти про охорону праці, що діють у межах підприємства та встановлюють правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках, робочих місцях відповідно до державних міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці, забезпечує безплатно працівників нормативними актами про охорону праці;

- здійснює постійний контроль за дотриманням працівниками технологічних процесів, правил поводження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, використанням засобів колективного та індивідуального захисту, виконанням робіт відповідно до вимог щодо охорони праці;

- організовує пропаганду безпечних методів праці та співробітництво з працівниками у галузі охорони праці.

За порушення законодавчих та інших нормативних актів про охорону праці, створення перешкод для діяльності посадових осіб органів державного нагляду за охороною праці і представників професійних спілок винні працівники притягаються до дисциплінарної, адміністративної, матеріальної, кримінальної відповідальності згідно із законодавством.

6.2. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Згідно рекомендацій та нормативних документів [23] на монтажника впливають наступні небезпечні та шкідливі виробничі фактори :

1. Рухомі машини та механізми; рухомі частини виробничого обладнання

2. Підвищена запиленість та загазованість повітря в робочій зоні та наявність шкідливих речовин в повітрі
3. Підвищений рівень шуму на робочому місці
4. Підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може пройти через тіло людини
5. Підвищена температура повітря робочої зони
6. Недостатня освітлюваність робочих місць
7. Розташування робочого місця на значній висоті відносно поверхні землі.

Всі ці фактори регулюються наступними нормативними документами та мають наступні гранично допустимі значення:

1. Рухомі машини та механізми; рухомі частини виробничого обладнання – це монтажний кран та роботи пов'язані зі зварюванням, пересуванням та монтажем металевих конструкцій.

2. Підвищена запиленість та загазованість повітря в робочій зоні та наявність шкідливих речовин в повітрі – гранично допустима концентрація регулюється. Джерелами його є:

- пересування та монтаж конструкцій,
- пил від будівельного сміття,
- металевий пил при різанні конструкцій дим від електрозварювання та газорізання,

- випари фарби при фарбуванні конструкцій;

3. Підвищений рівень шуму на робочому місці – гранично допустимі значення регулюються. Джерелами шуму на майданчику є будівельні машини та механізми(монтажний кран, екскаватор, бетоновози, бурова установка та ін.) , ручний електро- та пневматичний інструмент (перфоратори, відбійні молотки, пневматичні гайковерти);

4. Підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може пройти через тіло людини;

5. Підвищена температура повітря робочої зони регулюється в умовах помірного клімату в зв'язку з тим, що роботи виконуються літом температура повітря в робочій зоні може складати до 30-33⁰ С крім того, джерелами тепловиділення на будмайданчику є також зварювальні роботи та газорізальні роботи;

6. Недостатня освітлюваність робочих місць в осінній та зимовий періоди освітленість будівельного майданчика може становити не більше 5 лк ;

7. Розташування робочого місця на значній висоті відносно поверхні землі .

6.3. Заходи по пожежній та вибуховій безпеці

Дійсний розділ виконаний відповідно до ДСТУ 12.1.004-89.

Передбачаємо три основні системи по забезпеченню пожежної безпеки:

- запобігання пожежі;
- пожежного захисту;
- гасіння пожежі.

9.4.1 Система запобігання пожежі

Для запобігання утворення в пальному середовищі джерел запалювання даним проєктом передбачені:

- порядок виконання, застосування і режиму експлуатації машин, механізмів і іншого устаткування, матеріалів і виробів, здатних стати джерелами запалювання пального середовища;
- застосування технологічного процесу й устаткування, що задовольняють вимогам електростатичної іскробезпечності;
- пристрій блискавковідводу будинків, споруджень і устаткування;
- регламентація максимально припустимої температури нагрівання поверхонь устаткування, виробів і матеріалів, що можуть ввійти в контакт із палим середовищем;
- регламентація максимально припустимої енергії іскрового розряду в пальному середовищі;

- регламентація максимально припустимої температури нагрівання палих речовин, матеріалів і конструкцій;
- ліквідація умов для теплового, хімічного або мікробіологічного самозаймання речовин, матеріалів, виробів і конструкцій.
- у місцях скупчення людей передбачені спеціальні місця для паління.

Система пожежного захисту

Для забезпечення пожежної безпеки проєктом передбачені наступні заходи [22, 24]:

- забезпечити будівельний майданчик у необхідній кількості пожежним інвентарем і засобами для гасіння пожежі. Розмістити їх на території будівельного майданчика таким чином, щоб забезпечити якнайшвидший і безпечний доступ до них після виникнення пожежі (вибуху);
- проєктуються на тимчасовому водопроводі спеціально обладнані місця для пристрою пожежних гідрантів, таким чином, щоб можна було ліквідувати виниклу пожежу в самій вилученій і важкодоступній точці будмайданчика.
- поблизу вогненебезпечних виробництв, але не ближче 5 м від будинку, обладнаються протипожежні щити і шухляди з піском;
- на території будівельного майданчика передбачено влаштування пожежних гідрантів (ПГ); при цьому відстань між найближчими ПГ не перевищує 100 м; розташування ПГ прийняте уздовж доріг, на 40 м від будинків;
- дороги усередині площадки закільцьовані і забезпечують проїзд пожежної машини;
- максимально можливе застосування непалих і важкогорючих речовин і матеріалів замість пожежонебезпечних;
- обмеження кількості палих речовин і їхнього розміщення;
- ізоляція пального середовища;

- застосування засобів пожежегасіння;
- застосування засобів колективного й індивідуального захисту людей;
- застосування системи противодимного захисту;
- застосування засобів пожежної сигналізації і повідомлення про пожежу;
- організація пожежної охорони ділянки;
- проведення на площадку телефонної лінії та радіозв'язку.

Обмеження кількості пальних речовин і їхнього розміщення досягається:

- розміщення технологічно виправданої кількості пальних речовин і матеріалів на будівельному майданчику (основна їхня кількість повинна зберігатися на складах або спеціально обладнаних площадках);
- наявності аварійного зливу пожежонебезпечних рідин;
- розміщення пожежонебезпечного устаткування на відкритих площадках.

Для забезпечення ізоляції пального середовища проєктом передбачені заходи:

- максимальна механізація й автоматизація технологічних процесів, зв'язаних із застосуванням пожежонебезпечних речовин;
- установка пожежонебезпечного устаткування в ізольованих приміщеннях, на відкритих площадках (для хімрозчинів – криті склади, устаткування для розігріву бітуму – на відкритих площадках);
- застосування для пожежонебезпечних речовин герметизованого і герметичного устаткування і тари;
- застосування пристроїв захисту виробничого устаткування з пожежонебезпечними речовинами від ушкоджень і аварій.

ВИСНОВКИ

Бакалаврська кваліфікаційна присвячена проєктуванню адміністративно-виробничого комплексу у м. Ірпінь. Робота містить 80 сторінок машинописного тексту, складається із шести розділів та 6 додатків креслень.

Розроблена архітектурна частина будівлі адміністративно-виробничого комплексу, що включає відомості архітектурного планування, об'ємно-планувальні та конструктивні рішення.

У розрахунковій частині БКР виконаний чисельний розрахунок сталевого поперечника будівлі, показана розрахункова схема сталеві башти, наведені відповідні алгоритми аналітичного розрахунку.

Розроблено технологічну частину проєкту, яка включає розрахунок кількості будівельно-монтажних робіт, представлені заходи щодо охорони навколишнього середовища, техніка безпеки при монтажі конструкцій. Визначені об'єми робіт на будівництво адміністративно-виробничого комплексу, озроблений будгєнплан, наведені відомості щодо організації складів, схема розміщення тимчасових споруд, водопостачання, електропостачання та освітлення.

У розділі, присвяченому охороні праці на будівництві, розглянутий перелік виробничих чинників, що діють у робочій зоні, технічні та організаційні заходи для зменшення рівня впливу небезпечних та шкідливих виробничих чинників, наведені заходи щодо забезпечення пожежної і вибухової безпеки в розробленому проєкті.

Список використаних джерел за бакалаврською кваліфікаційною роботою становить 26 джерел, які включають актуальні державні будівельні норми та державні стандарти, навчальні посібники та підручники у будівельній галузі.

Список використаних джерел

1. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зі зміною №1 та №2 : ДБН В.1.2-2:2006. – [Чинні від 2020-06-01]. – К. : Мінбуд України, 2020. – 68 с. – (Державні будівельні норми).
2. Планування та забудова територій: ДБН Б.2.2-12:2019. - [Чинний з 2019-01-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2019. – (Державні будівельні норми).
3. Будинки адміністративного та побутового призначення. Будинки і споруди: ДБН В.2.2-28:2010. – [Чинний від 2011-01-10]. – К. : КИЇВЗНДІЕП, 2011. – 28 с. – (Державні будівельні норми України)
4. Будівлі підприємств : параметри : ДСТУ Б В.2.2–29:2011. – [Чинний з 2012-12-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2011. – 11 с. – (Національний стандарт України).
5. Куліков П.М. Архітектура будівель і споруд. Книга 5. Промислові будівлі: підручник / П.М. Куліков, В.О Плоский, Г.В. Гетун. – Кам'янець-Подільський : Рута, 2020. – 820 с.
6. Шимановський О.В. Металеві конструкції: підручник; під загальною редакцією Пермякова В.О. та Шимановського О.В. / [О.В. Шимановський, В.О. Пермяков, О.О. Нілов та ін.] – К. : Видавництво “Сталь”, 2008. – 812 с.
7. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ : ДБН В.1.2-14:2018. – [Чинний від 2019-01-01]. – К. : УкрНДІпроектстальконструкція, 2018. – 60 с. – (Державні будівельні норми України)
8. Сталеві конструкції. Норми проектування: ДБН В.2.6-198:2014. Зі зміною №1. – [Чинний від 2022-09-01]. – К. : Мінрегіон України, 2022. – 220 с.
9. Прогини і переміщення. Вимоги проектування. ДСТУ Б В.1.2. – 3:2006 – [Чинний з 2007-01-01]. – К. : Мінгеріонбуд України.

10. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення : ДБН В.2.1–10:2018 : – [Введені в дію з 2019–01–01]. – К. : Мінрегіон України, 2018. – 36 с. – (Державні будівельні норми України).

11. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування : ДСТУ Б.В.2.6–156:2010. – [Чинний з 2011-06-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2011. – 118 с. – (Національний стандарт України).

12. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови : ДСТУ 3760:2019.–[Чинний з 2019–08–01]. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2019. – (Державний стандарт України).

13. Білик С.І. Металеві конструкції. Том 2. Конструкції металевих каркасів промислових будівель: підручник для ВНЗ. / С.І. Білик, О.В. Шимановський та ін. – Кам'янець-Подільський : Рута, 2021. – 448 с.

14. Бакулін Є.А. Об'ємно-просторові рішення будівель і споруд : навчальний посібник / Є. А. Бакулін, В. М. Бакуліна, Н. О. Костира. – К. : Видавничий центр НУБіП України, 2024. – 264 с.
<https://dglib.nubip.edu.ua/handle/123456789/11201>

15. Бакулін Є.А. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи «Проектування одноповерхової промислової каркасної будівлі із збірних залізобетонних елементів» з дисципліни «Архітектура будівель і споруд» для студентів за напрямом підготовки 192 «Будівництво та цивільна інженерія» Розрахунок будівельних конструкцій на міцність, жорсткість та вогнестійкість» / Є.А. Бакулін, Н.О. Костира, В.М. Бакуліна. – К. : Видавничий центр НУБіП України, 2022. – 83 с.

16. Парфентьєва І.О. Основи та фундаменти : навчальний посібник для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія / І.О. Парфентьєва, О.В. Верешко, Д.А. Гусачук. – Луцьк : ЛНТУ, 2017. – 296с.

17. Барабаш М.С. Основи комп'ютерного моделювання : навчальний посібник / М.С. Барабаш, П.М. Кір'язєв, О.І. Лапенко, М.А. Ромашкіна. – К. : НАУ, 2018. – 492 с.

18. Бакулін Є.А. Інженерний захист та підготовка територій : навч. посіб.; за ред. канд. техн. наук Бакуліна Є.А. / Є.А. Бакулін, І.А. Яковенко, В.М. Бакуліна. – К. : НУБіП України, 2020. – 212 с.

19. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із дисципліни "Основи автоматизованого проєктування в будівництві" для студентів за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» / уклад.: Є.А. Дмитренко, І.А. Яковенко, О.А. Фесенко. – К. : НУБіП України, 2021. – 91 с.

20. Дудар, І. Н. Технологія будівельного виробництва (курсове та дипломне проєктування) : навчальний посібник / І.Н. Дудар, О.М. Лівінський, Т.В. Прилипка. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 75 с.

21. Якименко О. В. Технологія будівельного виробництва: конспект лекцій для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія / О. В. Якименко, Н. Г. Морковська, А. О. Жигло. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 215 с.

22. Системи протипожежного захисту : ДБН В.25–56:2014. . – [Введені в дію з 2015–07–01]. – К. : Держбуд України, 2014. – 127 с. – (Державні будівельні норми України).

23. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) : ДБН А.2.2-1:2021. – [Введені у дію з 2022–09–01]. – К. : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. – 26 с.

24. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги: ДБН В.1.1–7:2016. – [Чинний з 2017–01–06]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2016. – (Державні будівельні норми).

25. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1–5:2016. – [Введені в дію з 2017–01–01]. – К. : Держбуд України, 2016. – 11 с. – (Державні будівельні норми України).

26. Настанова з організації виконання будівельних робіт : ДСТУ 9258:2023. – [Чинний від 2024-07-01]. – К. : ДП «УкрНДНЦ» 2024. – 88 с.

Д О Д А Т К И