

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Будівельної механіки
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ясній В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

студенту Лупиніс Андрію Григоровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект ангару для гвинтокрилів у
Херсоні з дослідженням криволінійної ферми покриття

Керівник роботи Ковальчук Ярослав Олексійович, к.т.н. доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «__» _____ 20__ року № _____

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Архітектурний розділ. 2. Розрахунково-конструктивний розділ. 3. Науково-дослідна частина. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
8-10 листів формату А1

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНІ РІШЕННЯ.....	8
1.1 Опис та обґрунтування зовнішнього та внутрішнього вигляду споруди, її просторової, планувальної та функціональної організації	8
1.2 Обґрунтування прийнятих об'ємно-просторових та архітектурно-художніх рішень	9
1.3 Опис і обґрунтування композиційних прийомів під час оформлення фасадів та інтер'єрів будівлі	9
1.4 Опис рішень з оздоблення приміщень.....	10
1.5 Архітектурні рішення, що забезпечують природне освітлення приміщень	13
1.6 Архітектурно-будівельні заходи, що забезпечують захист приміщень від шуму, вібрації та іншого впливу.	13
1.7 Архітектурно-будівельні заходи, що забезпечують виконання декоративно-художнього та кольорового оздоблення інтер'єрів.....	14
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ	15
2.1 Вихідні дані	15
2.2 Кліматичні умови.....	15
2.3 Компонування конструктивної схеми каркаса будівлі	15
2.4 Влаштування зв'язків.....	16
2.5 Збір навантажень на каркас будівлі	17
2.6 Розрахунок ферми в ПК SCAD.....	24
2.6.1 Внутрішні зусилля в елементах ферми.....	24
2.6.2 Підбір перетинів стрижнів ферми	25
2.7 Розрахунок пілона в ПК SCAD.....	29
2.7.1 Внутрішні зусилля в елементах пілона.....	29
2.7.2 Підбір перетинів стрижнів пілона.....	30

	4
2.7 Розрахунок вант.....	35
2.8 Розрахунок основ і фундаментів	35
2.8.1 Характеристики ґрунтових умов.....	36
2.8.2 Визначення навантажень, що діють на обріз фундаменту	39
2.8.3 Проектування пальового фундаменту під вузол кріплення øерми колонибудівлі	41
2.8.4 Визначення параметрів фундаменту.....	41
2.8.5 Несуча здатність палі по ґрунту	42
2.8.6 Визначення кількості паль у фундаменті та конструювання ростверку	43
2.8.7 Розрахунок пальового фундаменту за несучою здатністю.....	45
2.8.8 Конструювання пальового фундаменту	46
2.8.9 Розрахунок ростверку на продавлювання колоною	46
2.9 Висновок до розділу	47
РОЗДІЛ 3 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ.....	48
3.1 Варіант конструктивної схеми №1.....	48
3.2 Варіант конструктивної схеми №2.....	50
3.3 Вибір варіанта конструктивної схеми	51
3.4 Висновок	51
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	52
4.1 Заходи з охорони праці.....	52
4.1.1 Виробнича санітарія і гігієна праці в будівництві.....	52
4.1.2 Санітарно-побутове забезпечення будівельного майданчика.....	52
4.1.3 Освітлення будівельного майданчика і місць робіт	53
4.1.4 Заходи щодо зниження вібрації і шуму від використовуваної будівельної техніки та установок	54

4.2 Безпека надзвичайних ситуацій.....	55
4.2.1 Заходи щодо попередження НС. ГСЧС в режимі повсякденної діяльності, підвищеної готовності і в надзвичайному режимі	55
4.2.2 Основні принципи і способи захисту населення в НС	59
ВИСНОВКИ	61
БІБЛОГРАФІЯ	62

ВСТУП

Широке застосування вантових покриттів у будинках та спорудах аеропортів пояснюється їхніми техніко-економічними перевагами перед традиційними конструкціями, основна з яких полягає в здатності перекривати значні прольоти без необхідності проміжних опор. Важливим фактором є також можливість подальшого розвитку цих покриттів за умови пошуку оптимальних конструктивних та архітектурних рішень, але цей процес виявляється неможливим без належної підготовки інженерних кадрів.

Більше того, наявність будівель з вантовими системами в даному аеропорту свідчить про те, що проектування нових споруд гармонійно впишеться в існуючу архітектурну концепцію.

Актуальність теми. Створення будівель на базі консольно-вантових систем є інноваційним етапом у розвитку будівельної галузі. Таким чином, дана проблематика залишається актуальною та відповідає усім сучасним стандартам та вимогам.

Мета роботи: Розробка проекту ангара з дослідженням криволінійної ферми покриття.

Об'єкт досліджень – металевий каркас громадської будівлі.

Предмет дослідження – металоємність металевого каркасу будівлі громадської з криволінійною фермою покриття будівлі при дії експлуатаційних навантажень.

Доцільність проведення спричинена тим, що отримані висновки дозволять підвищити ефективність та тривалість використання структурних елементів в громадських будівлях.

Завдання роботи:

- розробити основні конструктивні та архітектурні рішення;
- виконати розрахунок основних несучих конструкцій будівлі ангару;
- виконати статичний розрахунок просторового каркасу будівлі ангара;

– розробити заходи по охороні праці та цивільному захисту населення.

Методи дослідження – скінченно-елементний з використанням прикладного програмного пакету.

Галузю застосування результатів роботи є проектування нових, реконструкція та експлуатація існуючих громадських будівель.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що отримала подальший розвиток методика моделювання роботи металевого каркасу громадської будівлі.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані в роботі результати досліджень можуть бути використані для зведення нових та реконструкції існуючих громадських будівель.

Апробація результатів магістерської роботи виконана роботи виконана на XII Міжнародній науково-технічна конференція молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 6-7 грудня 2023 року).

Публікація результатів магістерської роботи здійснена у збірнику тез вищезазначеної конференції.

Робота виконана згідно з тематикою науково-дослідних робіт кафедри будівельної механіки ТНТУ та державними програмами надійності і економічності будівельних виробів, матеріалів і конструкцій.

Ключові слова: КРИВОЛІНІЙНА ФЕРМА, ГРОМАДСЬКА БУДІВЛЯ, СКІНЧЕННІ ЕЛЕМЕНТИ.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНІ РІШЕННЯ

Проектований майданчик, наданий для будівництва авіаційного ангара, розташований на території Херсонського міжнародного аеропорту

Район будівництва - м. Херсон;

Температура повітря найхолоднішої п'ятиденки із забезпеченістю 0,92 -мінус 14 С вага снігового покриву для II району - 1.2 кПа. значення вітрового тиску для III району - 0.38 кПа. сейсмічність району будівництва - 6 балів.

1.1 Опис та обґрунтування зовнішнього та внутрішнього вигляду споруди, її просторової, планувальної та функціональної організації

Проектованим об'єктом є будівництво авіаційного ангара, призначене для проведення робіт з обслуговування вертольотів малої авіації та їх зберігання.

Планувальне рішення обумовлене вимогою розміщення двох вертольотів малої авіації на прикладі Robinson R44 Raven I.

Будівля в плані прямокутна одноповерхова, розмірами в крайніх осях - 30.0x46.84 м, змінної висоти від 10.8 до 13.8 м, з приміщеннями для обслуговування клієнтів і життєдіяльності авіапілотів.

Покрівля - односхила;

Ухил покрівлі - змінний, від 6 до 10%; Водостік, організований;

У будівлі ангара передбачені приміщення санітарно-побутового призначення та приміщення, необхідні для роботи персоналу. Також передбачено евакуаційні виходи та виїзди.

Зовнішнє оздоблення фасадів - стінові сендвіч панелі мають лакофарбове покриття необхідних кольорів.

Заповнення віконних прорізів, виконані з полівінілхлоридних профілів з двокамерними склопакетами. Розробку та монтаж виконують спеціалізовані фірми-постачальники.

1.2 Обґрунтування прийнятих об'ємно-просторових та архітектурно-художніх рішень

Об'ємно-просторові та архітектурно-художні рішення в проєкті прийняті на підставі:

- договору на виконання проєктних робіт;
- завдання на проєктування;
- чинних будівельних норм і правил.

Проєктом передбачено конструктивні та об'ємно-планувальні рішення, що забезпечують пожежну безпеку будівлі та евакуацію людей у разі пожежі.

Також об'ємно-просторові рішення будівлі центру забезпечують необхідне природне освітлення і вентиляцію.

Архітектурна виразність будівлі досягається застосуванням в оздобленні фасадів сучасних матеріалів, а також колірним рішенням фасадів.

1.3 Опис і обґрунтування композиційних прийомів під час оформлення фасадів та інтер'єрів будівлі

Архітектурно будівля являє собою єдиний об'єм простої форми, з ділянками світлопрозорого заповнення.

Кольорова гама, елементи оздоблення та облицювання фасаду, деталі фасаду і вхідних груп відповідають загальному стилю будівель, розташованих на території авіаційного заводу, а також відповідають колірній політиці компанії.

Композиційні прийоми під час оформлення фасадів та інтер'єрів засновані на компоновальних рішеннях, що забезпечують раціональне використання будівлі за її призначенням.

Елементи фасаду витримані в композиційному і колірному виконанні в ув'язці із загальним архітектурним стилем екстер'єру та інтер'єру будівлі.

1.4 Опис рішень з оздоблення приміщень

Стіни та перегородки:

Панель стінова зовнішня 6000 x 1000 (метал-метал (0,5-0,5 мм) за товщини утеплювача 200 мм).

Вага 1 м² панелі, 25,4 кг.

Як утеплювач використовується жорсткий мінераловатний утеплювач.

Коефіцієнт теплопровідності плит 0,038 Вт/(м×°С) Перегородки з алюмінію завтовшки 80 мм.

По всій будівлі всі металеві елементи (колони, зв'язки, ферми) покриваються фарбою "Т-бар'єр вогнезахисна для метало-конструкцій".

Відомість оздоблення стін приміщень подано в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Відомість оздоблення приміщень

Найменування або номер приміщення	Вид оздоблення елементів інтер'єрів				Примітка
	Стеля	S, м ²	Стіни, колони, перегородки	S, м ²	
1,2,4,5,6	Алюмінієвий, навісний	112,6	Алюмінієві перегородки	462	
3	Алюмінієвий, навісний, з вологовідштовхувальним покриттям	12,4	Алюмінієві перегородки, з вологовідштовхувальним покриттям	565,8	

Підлоги:

В основному стоянковому приміщенні та складах - наливна підлога по підготовленій поверхні.

У всіх приміщеннях керамогранітна плитка.

У кімнатах відпочинку пасажирів і пілотів - ламінат. Експлікацію підлог див. таблицю 1.2.

Таблиця 1.2. - Експлікація підлог

Номер прим.	Тип підлоги	Дані елементів підлоги	S,м ²
1,2.1, 2.2	1	1. Покриття - наливна полімерна підлога - 30 мм 2. Чистова стяжка з ЦПР М150, армована сіткою 4С5Вр1-200/5Вр1-200 - 70 мм 3. Бетонна монолітна плита підлоги - бетон класу В25,армований сітками, - 500 мм 4.Засипка шлакова 200 мм 5.Гідроізоляція "Ізоспан С" -1 шар 6. Утрамбований місцевий ґрунт	783,6
3.1,3.2,3.3, 5.1,6.1,6.2	2	1. Покриття - керамогранітна плитка фірми "Керамістика" (300х300) - 11 мм 2. Прошарок і заповнення швів із клею плиткового 3. Бетонна монолітна плита підлоги - бетон класу В25, армований сітками - 500 мм 4.Керамзит 200 мм 5.Гідроізоляція -1 шар 6. Утрамбований місцевий ґрунт просочений бітумом	68
4.1,4.2	3	1. Ламінат КМ-2- 8 мм 2. Стяжка з ЦПР М150- 30 мм 3. Бетонна монолітна плита підлоги - бетон класу В25, армований сітками - 500 мм 4.Керамзит 200 мм 5.Гідроізоляція -1 шар 6. Утрамбований місцевий ґрунт	16

Двері, ворота:

Основні ворота цеху:

- Ворота, що складаються, з вертикальним засувом, з ізоляційним заповнювачем із мінеральної вати, індивідуального виготовлення.

Стулки воріт - клас будівельних матеріалів незаймистий.

Зовнішні двері сталеві розпашні протипожежні з межею вогнестійкості не менше Е30 виконані спеціалізованою організацією.

Зовнішні двері скляні розпашні.

Двері внутрішні сталеві протипожежні протипожежні розпашні за індивідуальним замовленням.

Зовнішні двері, обладнані пристроями для замикання, протидії злому, ущільнювачами в притворах і доводчиками.

Специфікацію елементів заповнення дверних прорізів подано в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3. - Специфікація елементів заповнення дверних прорізів

Поз.	Позначення	Найменування	К-сть	Маса, од.кг	Примітки
1	Виробник Buldors	Однополі технічні двері	6	55	Індивід. замовлення
2	Виробник Buldors	Вхідні двері Протипожежні ДМП - E160	6	75	Індивід. замовлення
3	Виробник Buldors	Вхідні двері Протипожежні ДМП - E160	7	80	Індивід. замовлення
4	Виробник Buldors	Вхідні скляні двері Протипожежні двостулкові протипожежні	3	95	Індивід. замовлення
5	Виробник АЛЮТЕХ	Промислові ворота серії PRO-Plus, з вертикальним підйомом	1	-	Індивід. замовлення

Вікна:

Вікна в алюмінієвих палітурках із двокамерним заповненням за індивідуальним замовленням із наведеним опором теплопередачі не менше ніж $0,63\text{м}^2 \text{ }^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

Покрівля:

Покриття покрівлі потроюється по верхніх поясах ферм.

Покрівля будівлі виконана з покрівельних панелей типу "сендвіч" з висотою зовнішньої хвилі 50 мм.

Геометричні розміри різні. Вага 1 м² панелі - 28 кг. Товщина утеплювача $\delta=200$ мм.

Як утеплювач використовується жорсткий мінераловатний утеплювач.

Коефіцієнт теплопровідності плит $0,038 \text{ Вт}/(\text{м}\times^\circ\text{C})$ Ухил покрівлі - різний від 6 до 10%.

Усі матеріали та вироби, прийняті для оздоблення приміщень, повинні мати необхідні сертифікати, що підтверджують можливість їх застосування

за вимогами пожежної, санітарно-гігієнічної та іншої безпеки. Заміна матеріалів і виробів на їхні аналоги допускається тільки за наявності у виробника всієї необхідної сертифікаційної документації та за узгодження з проєктувальником.

1.5 Архітектурні рішення, що забезпечують природне освітлення приміщень

Об'ємно-планувальні рішення проєктованої будівлі забезпечують природне освітлення приміщень із постійним перебуванням людей через конструктивні світлові прорізи.

Освітлення приміщень відбувається через вікна, розташовані на фасадах будівлі.

Розміщення та орієнтація прилеглих об'єктів не впливає на природне освітлення приміщень. Затінення будівлі сусідніми об'єктами та елементами рельєфу не відбувається.

1.6 Архітектурно-будівельні заходи, що забезпечують захист приміщень від шуму, вібрації та іншого впливу.

Джерелами шуму в будівлі є:

Ударний шум із приміщення цеху під час обслуговування вертольотів.

Повітряний шум, що проникає з коридорів через дверні прорізи, а також через стіни і перегородки із сусідніми приміщеннями.

Повітряний шум від роботи інженерно-технологічного обладнання (насоси, вентилятори, компресори, фарбопульти) проникає через огорожувальні конструкції в приміщення АПК.

Структурний шум від інженерно-технологічного обладнання будівлі.

Високочастотна вібрація електрощитової, що поширюється по несучих конструкціях будівлі.

Низькочастотна вібрація вентиляційного обладнання, а також середньочастотна вібрація вентиляційних коробів і повітропроводів, що поширюється несучими конструкціями будівлі.

Під час проєктування об'єкта зниження шуму і вібрації на шляху поширення досягається комплексом будівельно-акустичних заходів: архітектурно-планувальних і акустичних.

Архітектурно-планувальні - планування приміщень і конструкцій будівель, за яких джерела шуму максимально віддалені від приміщень із найменшими допустимими рівнями шуму і межують із такими, де менш жорсткі вимоги до допустимих рівнів шуму.

Акустичні заходи - це вібро- і звукоізоляція обладнання, застосування звукопоглинальних конструкцій у приміщеннях із джерелами шуму, встановлення глушників шуму в системах вентиляції, застосування малошумного обладнання та вибір правильного (розрахункового) режиму його роботи та інші.

1.7 Архітектурно-будівельні заходи, що забезпечують виконання декоративно-художнього та кольорового оздоблення інтер'єрів

Внутрішній інтер'єр приміщень витримано в конструктивному стилі із застосуванням однотонних кольорів у забарвленні стін і перегородок, не яскравих "приглушених" відтінків. При цьому всі елементи інтер'єру виконані із застосуванням сучасних матеріалів і конструкцій і відповідають усім вимогам з пожежної та іншої безпеки. Деталі та ескізи інтер'єру розробляються за окремим дизайн-проектом і затверджуються замовником.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

2.1 Вихідні дані

Район будівництва - м. Херсон. Споруда криволінійного обрису; Довжина споруди в плані - 47,0 м; Ширина споруди в плані - 30,0 м; Проліт споруди - 33,0 м;

Висота споруди - змінна від +10,6 м до +20,7 м; Покрівля – односхила. Ухил покрівлі - 10 град;

Призначення споруди - зберігання та обслуговування вертольотів малої авіації.

2.2 Кліматичні умови

Місце будівництва - м. Херсон.

-температура повітря найхолоднішої п'ятиденки, забезпеченістю $0,92 t_{розр} = -15$ °С;

сніговий район II, нормативне снігове навантаження $s_0 = 1,0$ кН/м² ;вітровий район III, нормативне значення вітрового тиску $w_0 = 0,38$ кПа;

2.3 Компонування конструктивної схеми каркаса будівлі

Для будівлі ангара прийнято поздовжньо-поперечне компонування.

Будівля прямокутної форми в плані. Розміри будівлі в плані в осях 1- 18 і А-Г становлять 30х46,8м.

Стійкість поздовжніх ферм забезпечується системою горизонтальних зв'язків по нижніх і верхніх поясах.

Розрахунок з урахуванням просторової роботи каркаса, був проведений у програмному комплексі "SCAD 21.1".

На основі розрахунку каркаса проводять точний розрахунок за міцністю і стійкістю несучих елементів, а також розрахунок вузлів, з урахуванням усіх

необхідних чинників за нормами.

Після виконання всіх необхідних розрахунків вносять коригування в завдання характеристик жорсткості в програмі "SCAD" і перевіряють деформативні властивості каркаса.

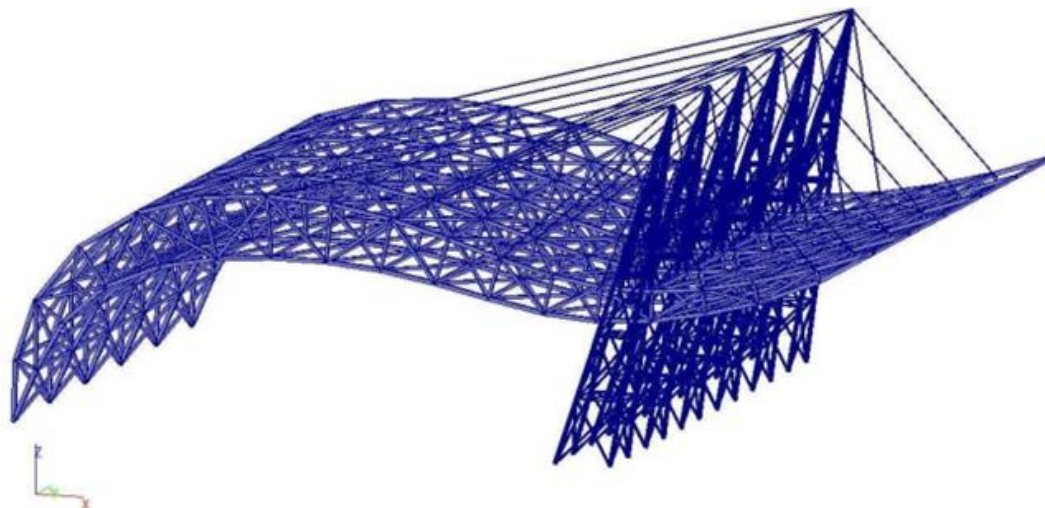


Рисунок 2.1 - Просторова схема каркаса будівлі

2.4 Влаштування зв'язків

Зв'язки по фермах

Компонування конструктивної схеми каркаса включає постановку зв'язків по покриттю будівлі, між плоскими фермами, по верхньому і нижньому поясах. Вони призначені для створення геометрично незмінної просторової конструкції каркаса; зменшення розрахункових довжин елементів конструкцій; сприйняття вітрових; забезпечення просторової роботи каркаса і проектного положення елементів каркаса в процесі монтажу й експлуатації.

Розміщуємо горизонтальні зв'язки СГ-1 і СГ-2 за обома поясами поздовжніх ферм. Вони служать для закріплення від зсувів поясів ферм.

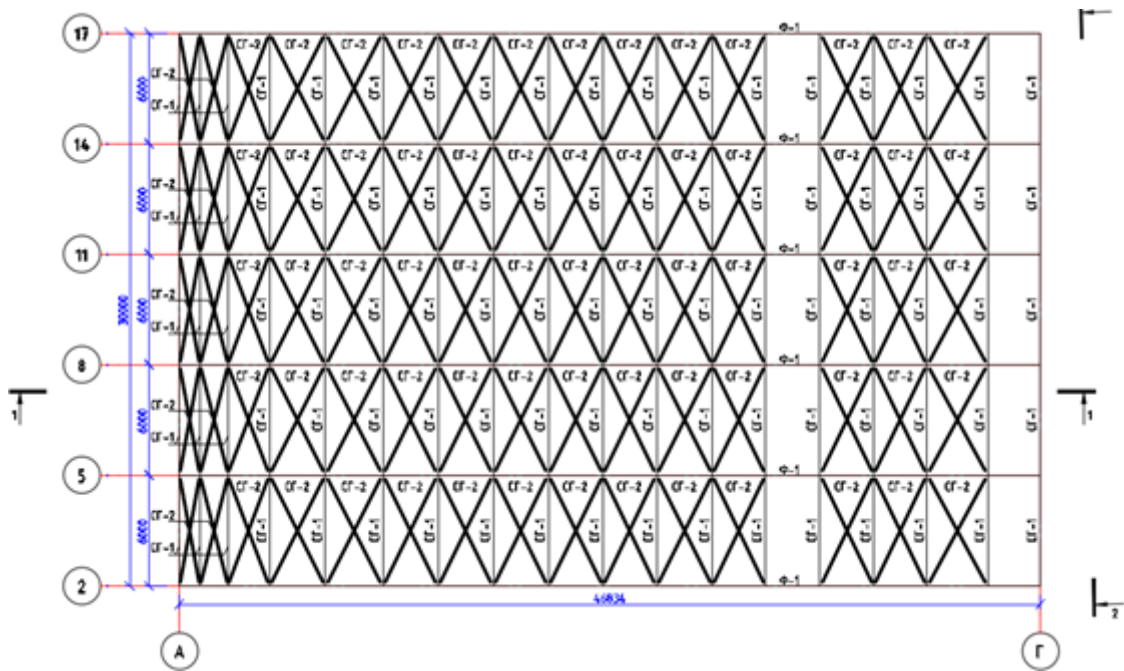


Рисунок 2.2 - Схема розташування зв'язків по верхньому поясу

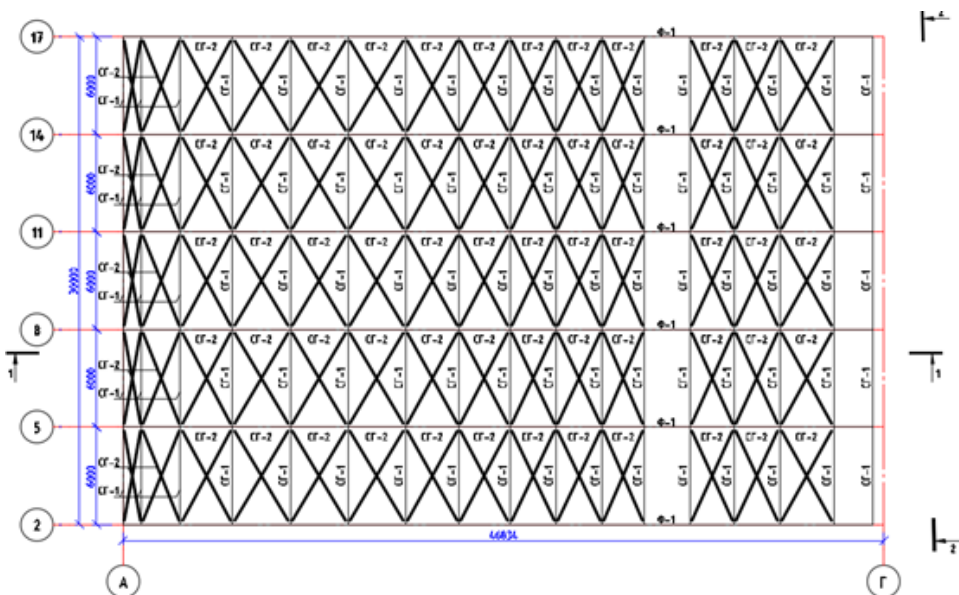


Рисунок 2.3 - Схема розташування зв'язків по нижньому поясу

2.5 Збір навантажень на каркас будівлі

Власну вагу металевих конструкцій визначаємо відповідною командою ВПК "SCAD".

Таблиця 2.1 - Збір навантажень на 1 м² покриття

Склад	Нормативна навантаження кН/м ²	F _к	Розрахункове навантаження кН/м ²
1. Постійні			
1.1 Покрівельна сендвіч-панель δ=200мм	0,33	1,2	0,396
Разом постійні	0,33		qr.п=0,396
2. Тимчасові (короткочасні)			
2.1 сніг	1,0	1,4	1,40
2.2 вітер	0,38	1,4	0,53
Разом тимчасові			qr.в=1,93
Усього			qr=2,72

Снігове навантаження

Нормативне значення снігового навантаження на горизонтальну проекцію покриття визначається за формулою

$$S_0 = c_e \cdot c_m \cdot \mu \cdot S_g = 1 \quad (2.1)$$

$$S_0 = 1, 0 = 1,0 \text{ кПа (кН/м}^2 \text{)}$$

вітру;

де c_e - коефіцієнт, що враховує знесення снігу з покриття будівлі під дією

c_m - термічний коефіцієнт;

μ - коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву землі до снігового навантаження на покриття;

S_g - нормативне значення ваги снігового покриву на 1 м² горизонтальної поверхні.

Розрахункове значення снігового навантаження визначається за формулою

$$S = S_0 \cdot \gamma_f = 1, 0 \cdot 1,4 = 1,4 \text{ кПа (кН/м}^2 \text{)}$$

де γ_f - коефіцієнт надійності за навантаженням.

Вітрове навантаження

Місто Херсон належить до III вітрового району, отже, нормативне значення вітрового впливу становить $w_n = 0,38$ кПа.

У всіх випадках нормативне значення основного вітрового навантаження слід визначати як суму середнього w_m і пульсаційної w_g складової:

$$w = w_n + w_g \quad (2.2)$$

Нормативне значення середньої складової основного вітрового навантаження w_m залежно від еквівалентної висоти z_e над поверхнею землі слід визначати за формулою:

$$w_m = w_0 k(z_e) c \quad (2.3)$$

де w_0 - нормативне значення вітрового тиску

$k(z_e)$ - коефіцієнт, що враховує зміну вітрового тиску для висоти z_e ;

c - аеродинамічний коефіцієнт.

Еквівалентна висота $z_e = h$ для будівель за умови $h \leq d$

де d - розмір будівлі (без урахування її стилобатної частини) у напрямку, перпендикулярному розрахунковому напрямку вітру (поперечний розмір);

h - висота будівлі.

Коефіцієнт $k(z_e)$ для висот $z \leq 300$ м визначається за таблицею 2.2 Розрахункове значення вітрових навантажень на 1м^2 поверхні підраховують за формулою:

$$W = W_n \cdot \gamma_f \quad (2.4)$$

де $w_n = w_m + w_p$ - нормативне значення вітрового навантаження;

$\gamma_f = 1,4$ - коефіцієнт надійності за навантаженням для вітрового навантаження.

Значення пульсаційної складової w_p основного вітрового навантаження задамо за допомогою програмного комплексу SCAD.

Розрахунок вітрового навантаження на каркас будівлі

Таблиця 2.2 - Вихідні дані для завдання вітрового навантаження

Вихідні дані	
Вітровий район	III
Нормативне значення вітрового тиску	0,38 кН/м ²
Тип місцевості	A - відкриті узбережжя морів, озер і водосховища, сільські місцевості, зокрема збудівлями заввишки менше ніж 10 м, пустелі, степи, лісостепи, тундра;
Тип споруди	Однопролітні будівлі без ліхтарів
Коефіцієнт надійності за навантаженням f	1,4
Ширина будівлі	30 м
Довжина будівлі □	46 м

Враховуємо лише статичну складову вітрового навантаження.

Таблиця 2.3 - Коефіцієнт, що враховує зміну вітрового тиску за висотою

Висота (м)	k(Ze)
0	0,5
3,3	0,75
5,8	0,79
7,8	0,89
9,6	0,98
9,8	0,99

Таблиця 2.4 - Вітрове навантаження на стіну за віссю 2 (навітряна сторона)

Висота (м)	Розрахункове значення (т/м) ²
0	0,031
3,3	0,033
5,8	0,037
7,8	0,04
9,6	0,041
9,8	0,043

Таблиця 2.5- Вітрове навантаження на стіну по осі 2 (підвітряний бік)

Висота (м)	Розрахункове значення (т/м) ²
0	-0,019
3,3	-0,021
5,8	-0,023
7,8	-0,025
9,6	-0,026
9,8	-0,026

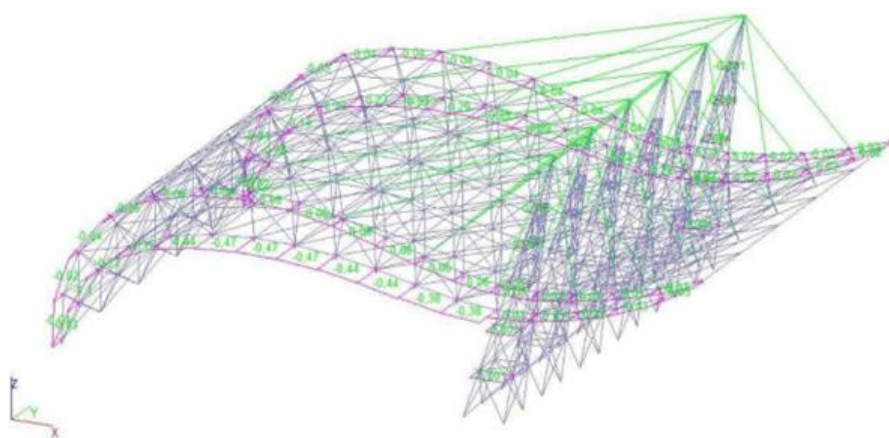


Рисунок 2.4 - Схема прикладання навантажень по осі Б

У таблиці навантаження наведено в т/м², у розрахунковому комплексі прикладаємо навантаження на стрижні в т/м, зібравши з площі дії вітру.

Вітрове навантаження по осі Т визначається і прикладається аналогічно.

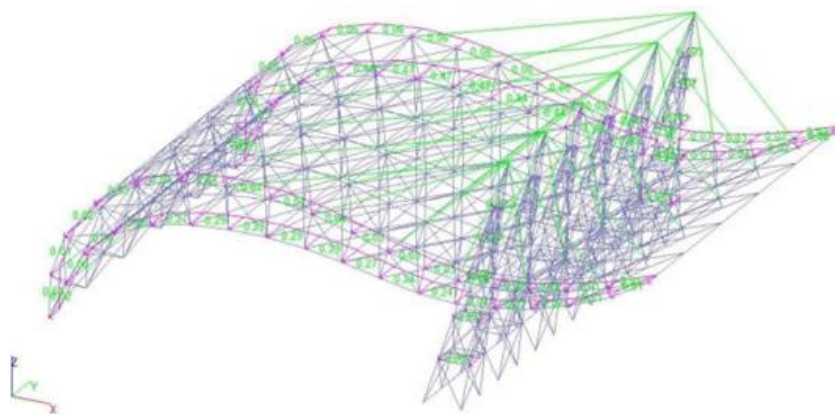


Рисунок 2.5 - Схема прикладання навантажень по осі Т

Вітрове навантаження на пілон, визначається, як на просторову, ґратчасту конструкцію. Схему прикладання навантаження зображено на малюнку 11.

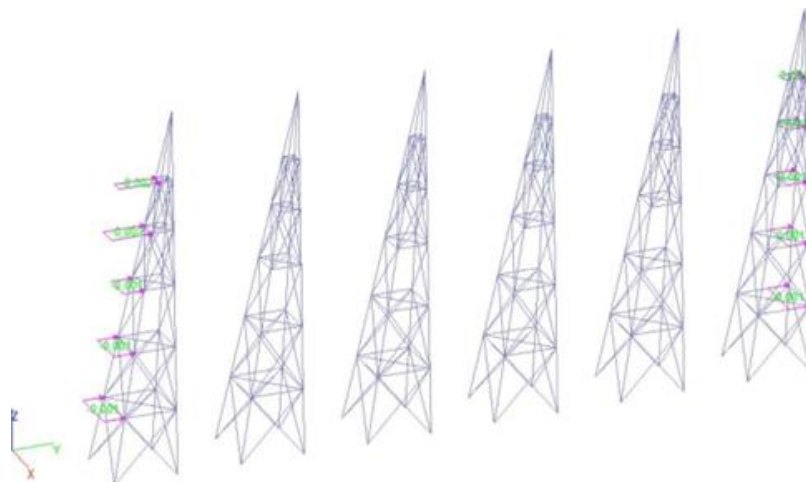


Рисунок 2.6 - Схема прикладання навантаження на пілон по осі 2

Навантаження по осі 17, визначається і прикладається аналогічно.

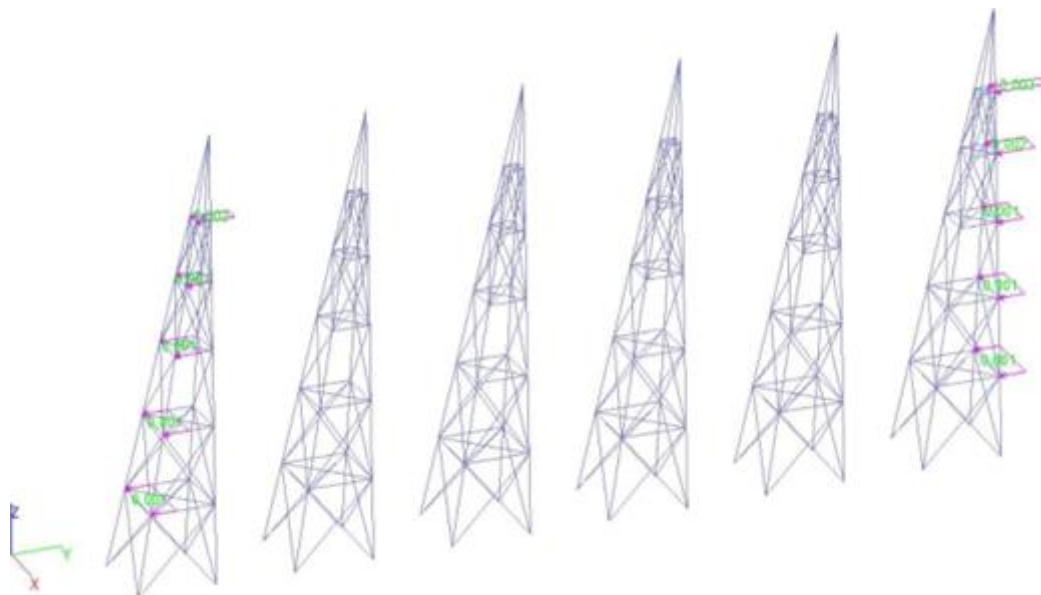


Рисунок 2.7 - Схема прикладання навантаження на пілон по осі 17

Споруда в розрізі за віссю А має криволінійну форму, у зв'язку з чим було ухвалено рішення формально розділити її на 3 частини, після чого визначити

навантаження і підсумувати їх.

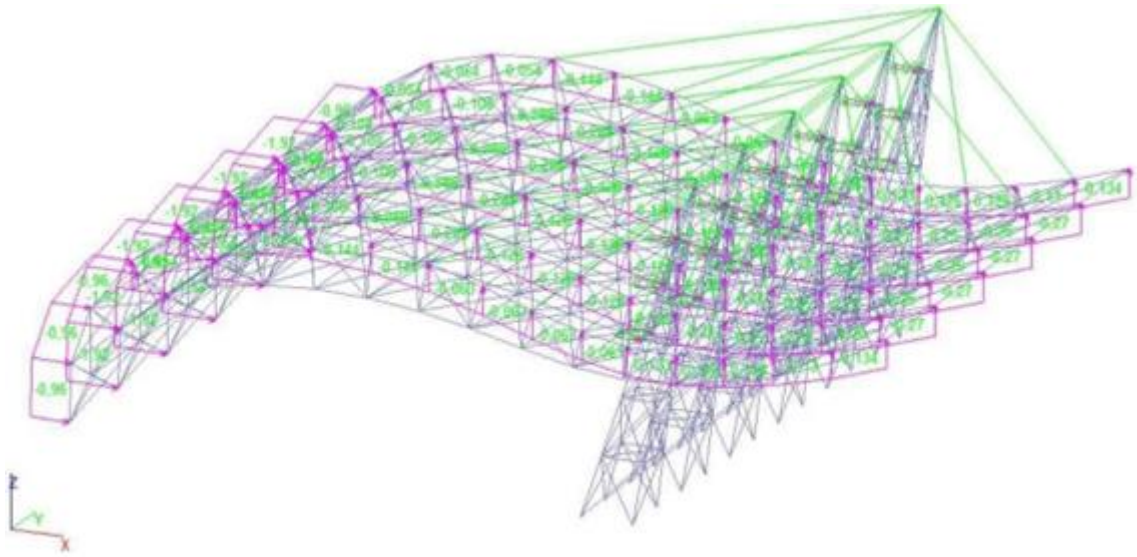


Рисунок 2.8 - Схема прикладання навантажень по осі А

Вітрове навантаження по осі Г визначається аналогічно.

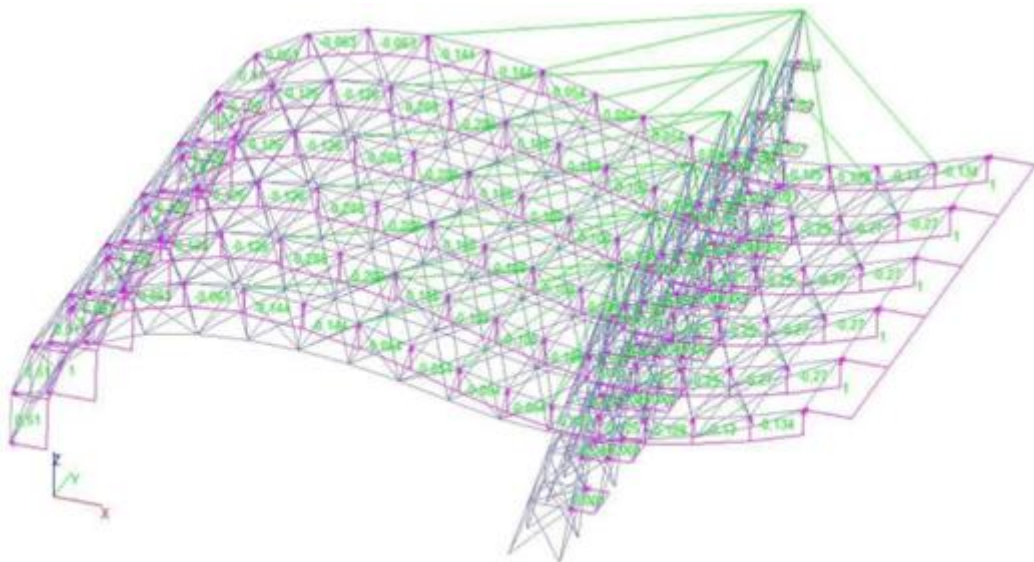


Рисунок 2.10 - Схема прикладання навантажень по осі Г

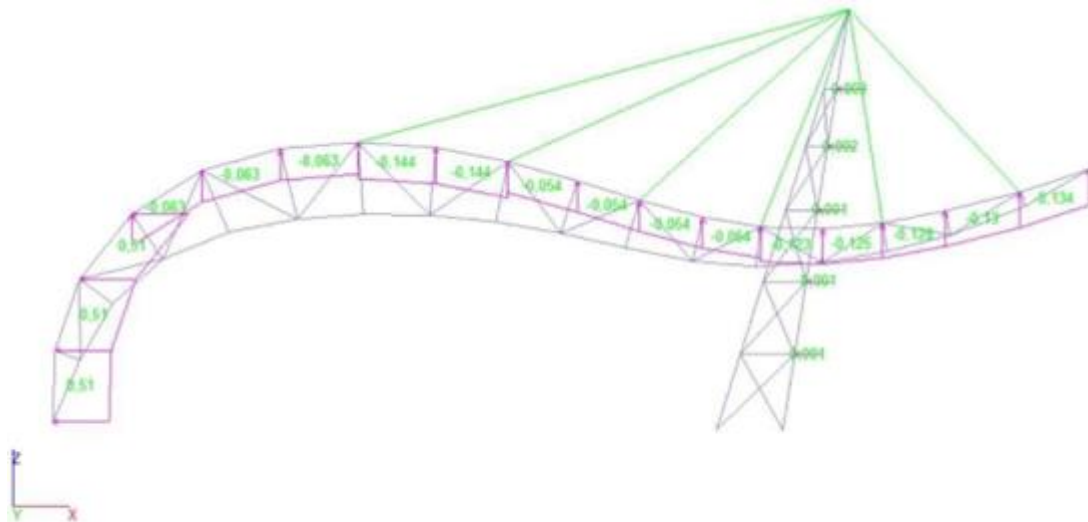


Рисунок 2.11 - Схема прикладання навантажень по осі 4

2.6 Розрахунок ферми в ПК SCAD

Для уніфікації елементів розрахуємо ферму за віссю 2, оскільки в ній виникають найбільші зусилля.

2.6.1 Внутрішні зусилля в елементах ферми

Розрахунок елементів необхідно проводити з урахуванням несприятливих поєднань навантажень і внутрішніх зусиль.

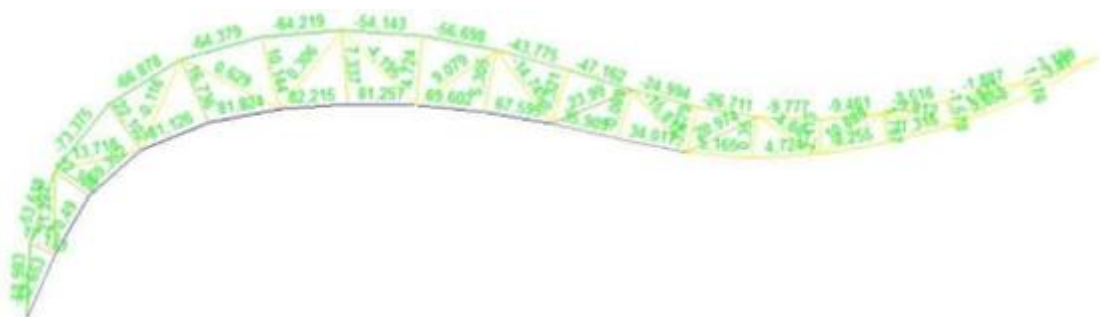


Рисунок 2.12 - Результати розрахунку РСЗ (+-N, т)

- коєфіцієнт надійності за відповідальністю 1
- коєфіцієнт умов роботи 1,05
- тип елемента - Елемент пояса. Розкоси
- сталь С345
- коєфіцієнт надійності за відповідальністю 1
- коєфіцієнт умов роботи 1,05
- тип елемента - Елемент решітки ферми. Стійки
- сталь С345
- коєфіцієнт надійності за відповідальністю 1
- коєфіцієнт умов роботи 1,05
- тип елемента - Елемент решітки ферми Розрахунок ведемо за поєднанням комбінації зусиль

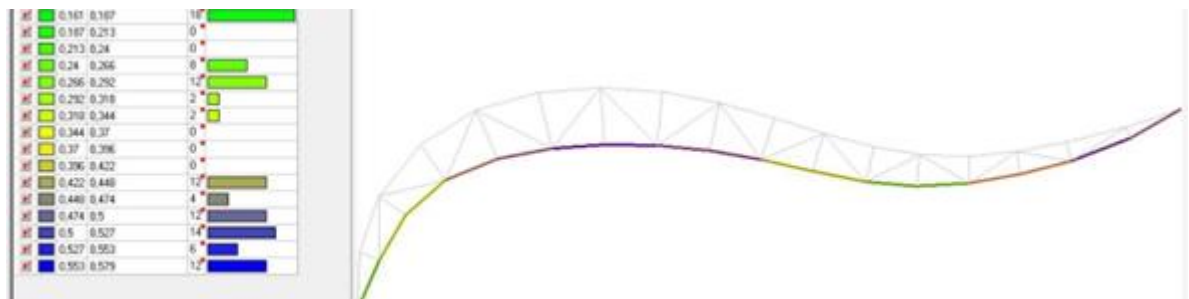


Рисунок 2.16 - Коєфіцієнти використання перерізу нижнього пояса ферми

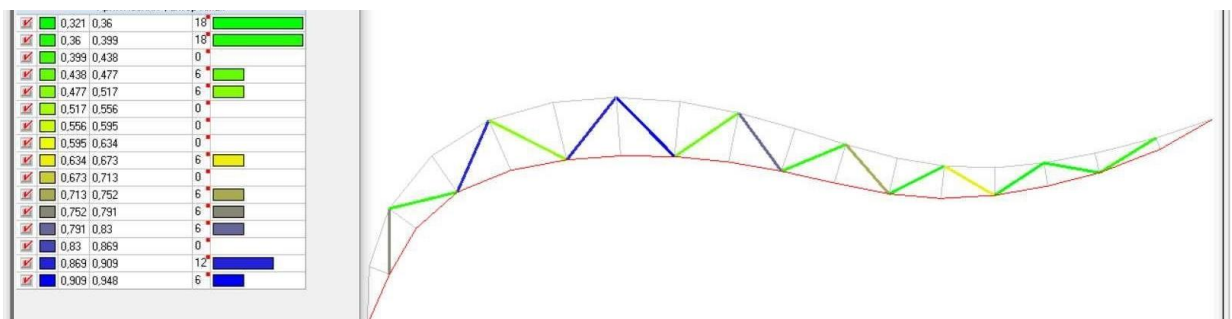


Рисунок 2.17 - Коєфіцієнти використання перерізу розкосів ферми

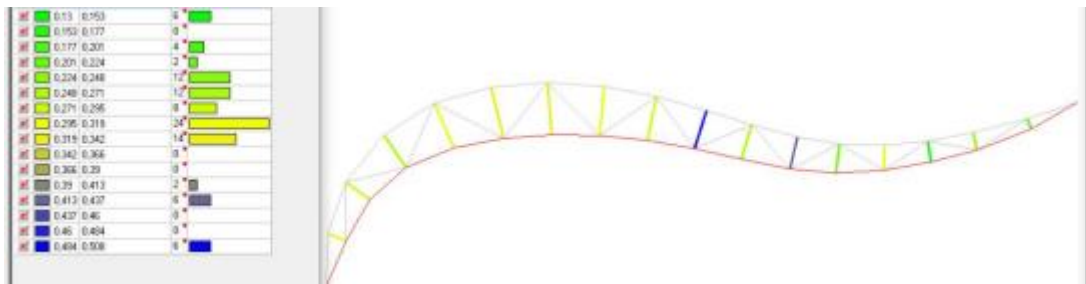


Рисунок 2.18 - Коефіцієнти використання перерізу стійок ферми

Аналізуючи результати підбору перетину програмним комплексом, можна зробити висновок про те, що перетин підбрано із запасом міцності.

Прийемо такі перерізи поперечної ферми:

1. Верхній пояс - Труба 120x8

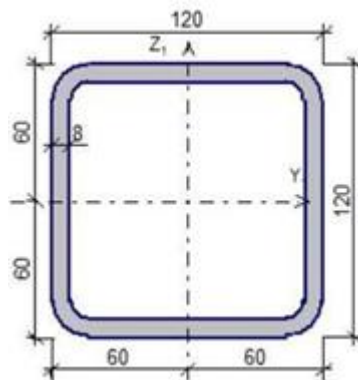


Рисунок 2.19 - Верхній пояс ферми

Нижній пояс - Труба 120x8

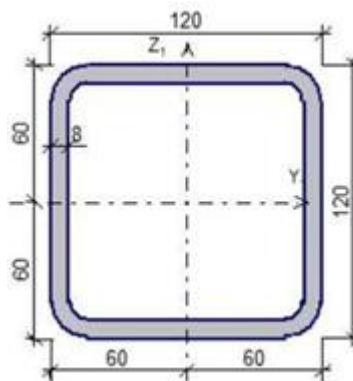


Рисунок 2.20 - Нижній пояс ферми

Розкоси - Труба 90x8

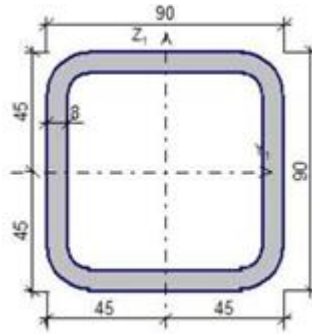


Рисунок 2.21 - Перетин розкосів

Стійки - Труба 90x8

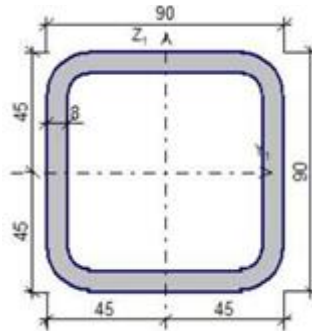


Рисунок 2.22 - Перетин стійок

Для уніфікації елементів розрахуємо ферму за віссю 2, оскільки в ній виникають найбільші зусилля.

Так само для можливості транспортування і монтажу розіб'ємо таку ферму на 2 уніфікованих відпрацьованих відпрацьовувальних елементи:

Крайній елемент ферми, номер 1; Крайній елемент ферми, номер 2;

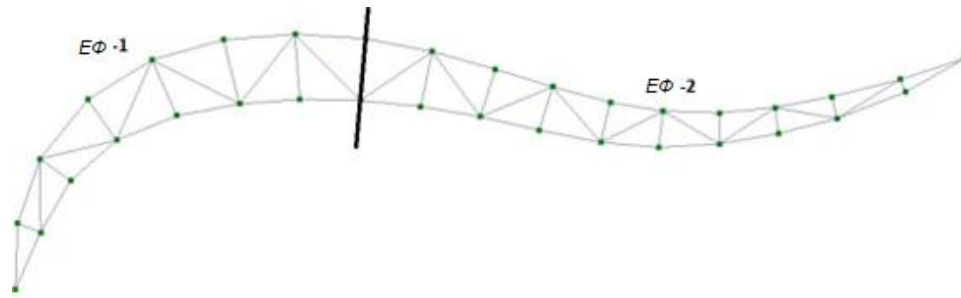


Рисунок 2.23 - Схема відправочних елементів кроквяної ферми

2.7 Розрахунок пілона в ПК SCAD

Для уніфікації елементів, розрахуємо пілон за віссю Б, оскільки в ній виникають найбільші зусилля.

2.7.1 Внутрішні зусилля в елементах пілона

Розрахунок елементів необхідно проводити з урахуванням несприятливих поєднань навантажень і внутрішніх зусиль.

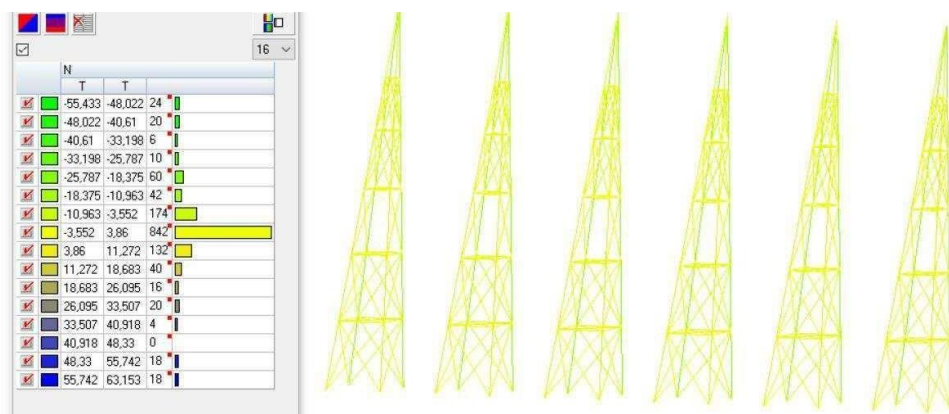


Рисунок 2.24 - Результати розрахунку РСЗ (кольорове відображення (+-N, τ))

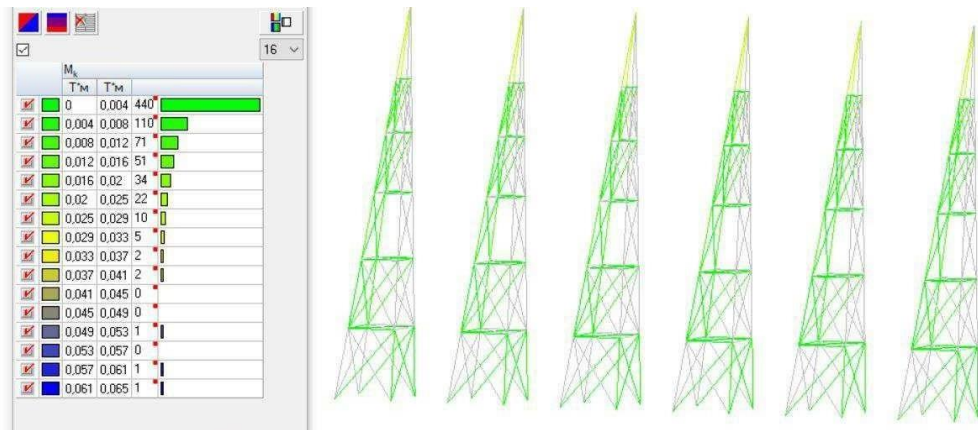


Рисунок 2.25- Результати розрахунку РСЗ (кольорове відображення (М, т))

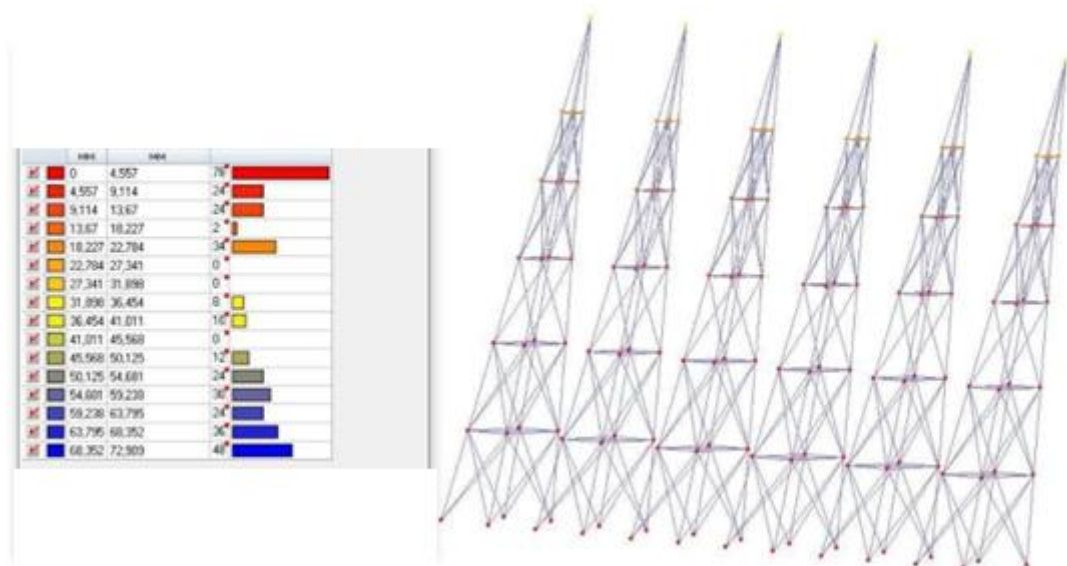


Рисунок 2.26 - Сумарні переміщення (мм)

2.7.2 Підбір перетинів стрижнів пілона

Приймаємо сталь 09Г2С.

У ПК "SCAD" будуємо просторову схему будівлі, призначаємо попередні перерізи для стрижнів ферм і створюємо групи конструкцій з такими параметрами:

Вертикальні стійки щогли

-сталь 09Г2С

-коефіцієнт надійності за відповідальністю 1

-коефіцієнт умов роботи 1,05

-тип елемента - Елемент загального вигляду

Горизонтальні зв'язки щогли

-сталь 09Г2С

-коефіцієнт надійності за відповідальністю 1

-коефіцієнт умов роботи 1,05

-тип елемента - Елемент загального вигляду

Вертикальні хрестові зв'язки щогли

-сталь 09Г2С

-коефіцієнт надійності за відповідальністю 1

-коефіцієнт умов роботи 1,05

-тип елемента - Елемент загального вигляду Горизонтальні хрестові зв'язки

щогли

-сталь 09Г2С

-коефіцієнт надійності за відповідальністю 1

-коефіцієнт умов роботи 1,05

-тип елемента - Елемент загального вигляду Розрахунок ведемо за

поєднанням комбінації зусиль

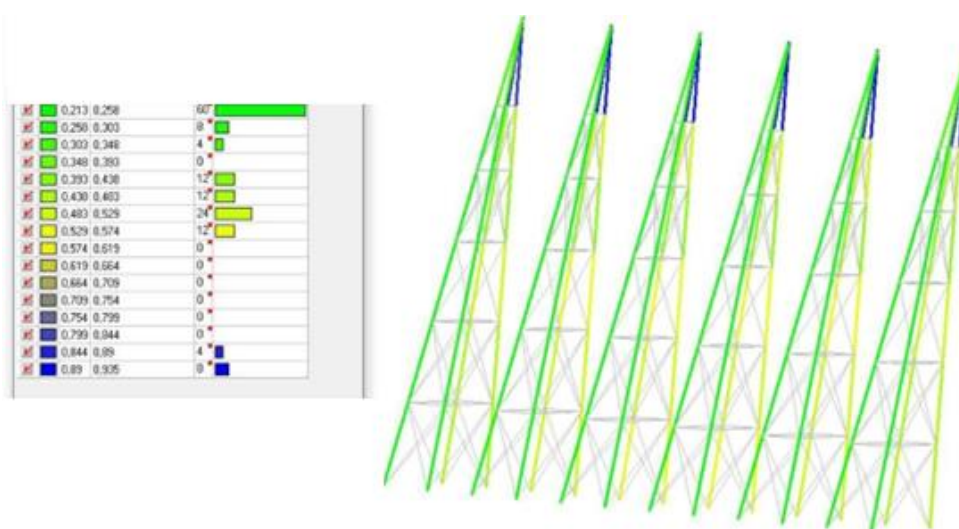


Рисунок 2.27 - Коефіцієнти використання перерізу вертикальних стійок щогли

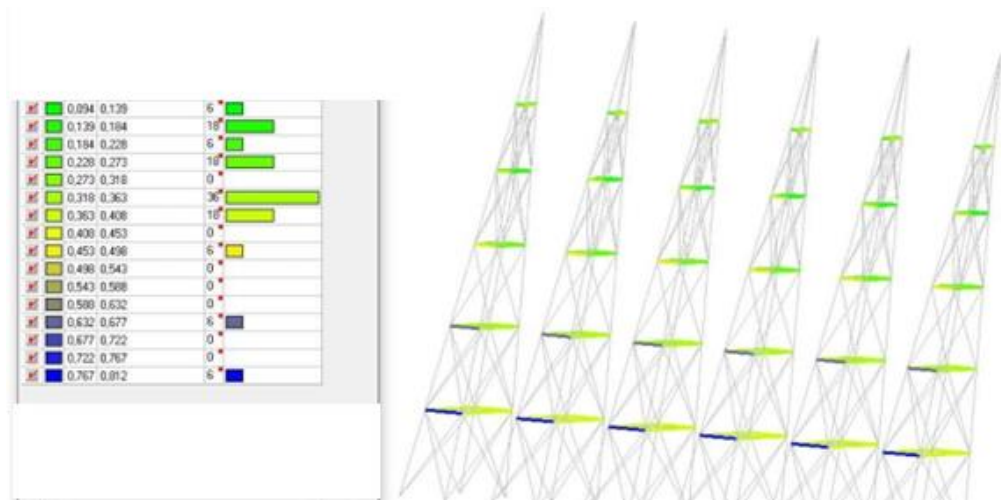


Рисунок 2.28 - Коefіцієнти використання перерізу горизонтальних зв'язків щогли

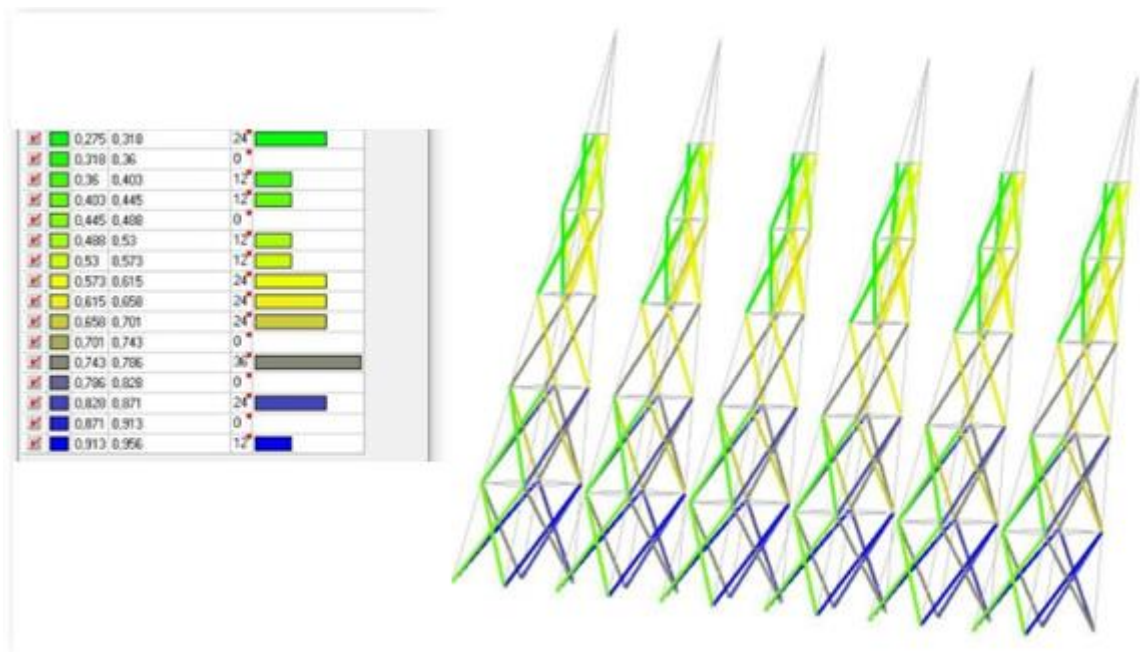


Рисунок 2.29 - Коefіцієнти використання перерізу вертикальних хрестових зв'язків щогли

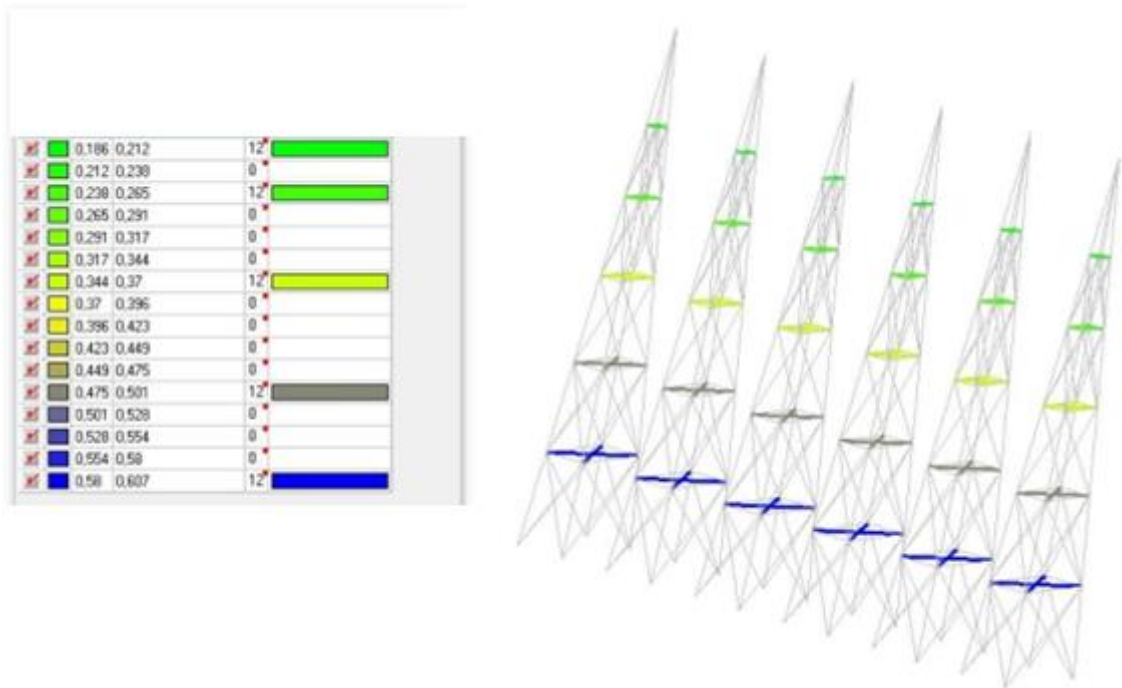


Рисунок 2.30 - Коэффициенты использования перерізу горизонтальних хрестових зв'язків щогли

Аналізуючи результати підбору перетину програмним комплексом, можна зробити висновок про те, що перетин підбрано із запасом міцності.

Прийmemo такі перерізи поперечної ферми: Вертикальні стійки щогли - труба 140x5.

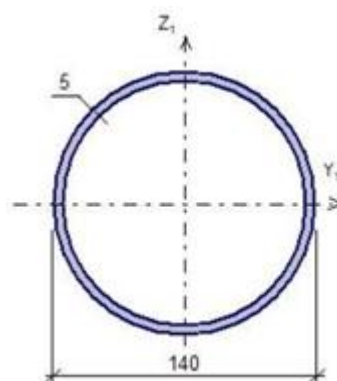


Рисунок 2.31 - Вертикальні стійки щогли

Горизонтальні зв'язки щогли - труба 60х3

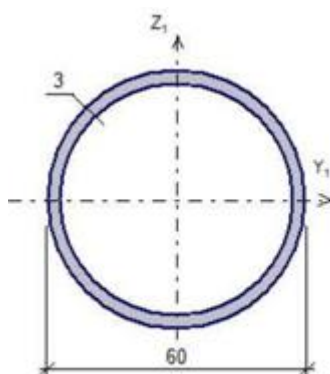


Рисунок 2.32 - Горизонтальні зв'язки щогли 3

Вертикальні хрестові зв'язки щогли - труба 102х5

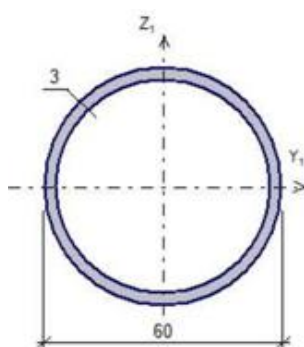


Рисунок 2.33 - Вертикальні хрестові зв'язки щогли

4. Горизонтальні хрестові зв'язки щогли - труба 57х3

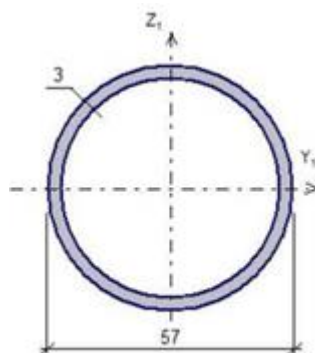


Рисунок 2.34 - Горизонтальні крстові зв'язки щогли

2.7 Розрахунок вант

Вихідні дані

Вант - канат подвійної завивки. Статична схема – шарнірна.

Коефіцієнт умови роботи $\gamma_c = 0,9$. Коефіцієнт умови роботи $\gamma_n = 1,1$; Матеріал ванта - оцинкований дріт. Розрахункові характеристики каната: маркувальна група $R = 1570 \text{ Н/мм}^2$, мінімальне сумарне розривне зусилля $[P] = 312,5 \text{ кН}$ за діаметра $d = 52 \text{ мм}$. Розрахункове зусилля: $N = 249,38 \text{ кН}$.

Згідно з розрахунком у ПК SCAD, найбільше зусилля розтягування у вантах $N = 49,2 \text{ кН}$. Перевіримо міцність перерізу ванта за максимальним розривним зусиллям за формулою

$$\frac{N \cdot \gamma_n}{[P] \cdot \gamma_c} \leq 1 \quad (2.6)$$

де N - розрахункове зусилля у вантах, кН ;

γ_n - коефіцієнт надійності за відповідальністю;

$[P]$ - мінімальне сумарне розривне зусилля каната, кН ;

γ_c - коефіцієнт умови роботи;

Приймаємо: $N = 249,38 \text{ кН}$; $\gamma_n = 1,1$; $[P] = 312,5 \text{ кН}$; $\gamma_c = 1$. Підставляємо у формулу, отримуємо

$$\frac{249,38 \cdot 1,1}{312,5 \cdot 0,9} = 0,98 \leq 1.$$

Умова міцності виконується.

2.8 Розрахунок основ і фундаментів

Проектування основ і фундаментів полягає у виборі основи, типу конструкції й основних розмірів фундаменту та в їхньому спільному розрахунку як однієї з

частин споруди.

Основа, фундамент і наземна конструкція нерозривно пов'язані, впливають один на одного і мають розглядатися як єдина система.

Під час визначення основних розмірів фундаменту і конструктивної схеми необхідно враховувати:

- геологічну будову ґрунтів;
- особливості будівельного майданчика; умови виконання робіт

Фактори, що впливають на деформації та стійкість ґрунтів:

- особливість прикладання навантаження;
- розмірів і конструкція фундаменту розміри і конструкція всієї будівлі.

У проєкті мають бути передбачені відповідні заходи, що не допускають або унеможлиблюють зниження несучої здатності ґрунтів основи, а в разі потреби заходи, спрямовані на перетворення будівельних властивостей ґрунтів.

2.8.1 Характеристики ґрунтових умов

Природні умови місця будівництва:

Район будівництва - м. Херсон. Тип місцевості – В; будівельний кліматичний район - ШВ; сніговий район -П; вітровий район - III район; сейсмічність району будівництва - 5 балів. Гідрогеологічні умови Геологічну будову вивчено до глибини 15,0.

У межах майданчика на період вишукувань до глибини 15 м водоносний горизонт підземних вод не розкрито.

Специфічні ґрунти та інженерно-геологічні процеси Негативні інженерно-геологічні процеси на період вишукувань у межах розглянутого майданчика, не виявлено.

У межах досліджуваного майданчика ґрунти, що мають специфічні (особливі) властивості, не виявлено.

Потужність ґрунтово-рослинного шару - 0,3 м.

Нижче ґрунтово-рослинного шару, у межах усього майданчика вишукувань, залягає суглинок твердий до глибини 3,3 м.

Нижче позначки - 3,3 м. у межах усього майданчика залягає суглинок напівтвердий, до глибини 8,3 м.

Після суглинків, у межах усієї площі вишукувань, до глибини 15 м залягають піски дрібні.

За результатами виконаних польових і лабораторних досліджень, у розрізі ґрунтової основи майданчика проєктованого будівництва виділено 3 типи ґрунтів.

Тип 1- Суглинок твердий, середнього ступеня водонасичення. Ґрунт залягає нижче ґрунтово-рослинного шару і до глибини 3,3 м. Потужність шару 3,0 м.

Тип 2- Суглинок напівтвердий, середнього ступеня водонасичення. Ґрунт залягає з глибини 3,3 м і до глибини 8,3 м. Потужність шару 5,0 м.

Тип 3 - Пісок дрібний середньої щільності, насичений водою. Ґрунт залягає з глибини 8,3 і на повну потужність не пройдений, розкрита потужність шару 6,7 м.

Таблиця 2.5 - Інженерно-геологічний розріз

Ґрунт	Потужність шару, м	Умовне позначення	Опис
	3,0		Суглинок твердий, середнього ступеня водонасичення.
Тип 2	5,0		Суглинок напівтвердий, середнього ступеня водонасичення
Тип 3	6,7		Пісок дрібний середньої щільності, насичений водою

1. Щільність ґрунту (ρ):

$$\rho_d = \frac{\rho_s}{(1+e)} \quad (2.1)$$

$$\rho = \rho_d \cdot (1 + w) \quad (2.2)$$

де ρ_d - густина сухого ґрунту;

ρ_s - густина частинок ґрунту; e - коефіцієнт пористості; w - вологість ґрунту;

Коефіцієнт водонасичення ґрунту (S_r),

$$S_r = \frac{w \cdot \rho_s}{e \cdot \rho_w} \quad (2.3)$$

де ρ_w - густина води;

Коефіцієнт пористості ґрунту :

$$e = \frac{(\rho_s - \rho_d)}{\rho_d} \quad (2.4)$$

Питома вага водонепроникного ґрунту і вище рівня підземних вод (γ):

$$\gamma = \rho \cdot g; \quad (2.5)$$

де g - прискорення вільного падіння;

Питома вага водопроникного ґрунту нижче рівня підземних вод (γ_{sb}):

$$\gamma_{sb} = \frac{g \cdot (\rho_s - 1)}{(1 + e)}; \quad (2.6)$$

Показник плинності (J_L) (для глинистих ґрунтів) ($w - w_p$)

$$J_L = \frac{(w - w_p)}{(w_L - w_p)}; \quad (2.7)$$

де w_L - вологість на межі текучості;

w_p - вологість на межі пластичності;

2.8.2 Визначення навантажень, що діють на обріз фундаменту

Стискаюче зусилля і згинальний момент на обрізі фундаменту визначаємо з просторової схеми в ПК "SCAD" від розрахункових сполучень зусиль.

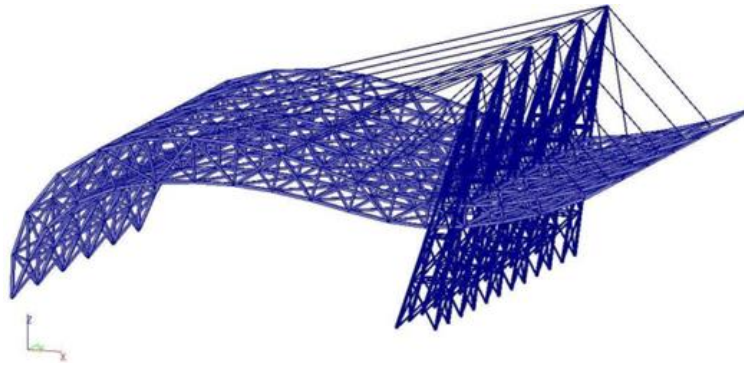


Рисунок 2.35 - Загальний вигляд каркаса будівлі в ПК "SCAD"

Фундаменти необхідно проектувати для двох варіантів несучих конструкцій під гілки пілона. Пілон складається з чотирьох складених стійок.

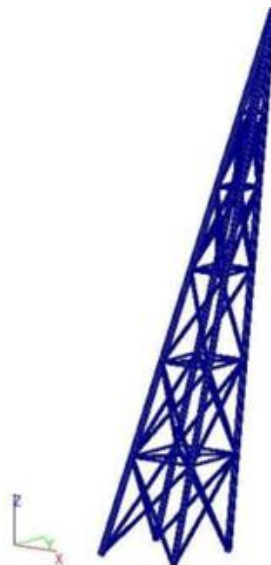


Рисунок 2.36 - Фрагмент загального вигляду пілона в ПК "SCAD"

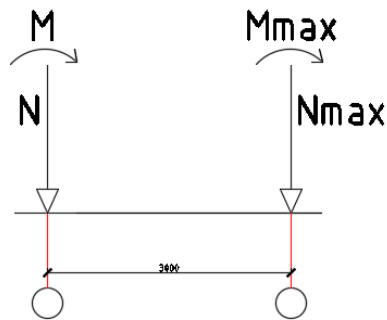


Рисунок 2.37 - Схема прикладання навантаження від гілок поздовжньої рами

$$N_{1\max} = 260,8 \text{ кН}, M_{1\max} = 1 \text{ кН}\cdot\text{м}; N_1 = 122,6 \text{ кН}, M_1 = 1 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

Під опорний вузол ферми.

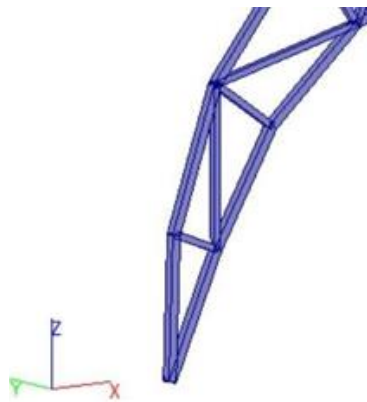


Рисунок 2.38 - Фрагмент загального вигляду кріплення ферми

Як видно з просторової схеми, у точці кріплення ферми діє два навантаження з різними знаками, від верхнього і нижнього поясів. Для зручності складемо проекцію зусилля від нижнього пояса на вертикальну вісь Y (рис. 2.39)

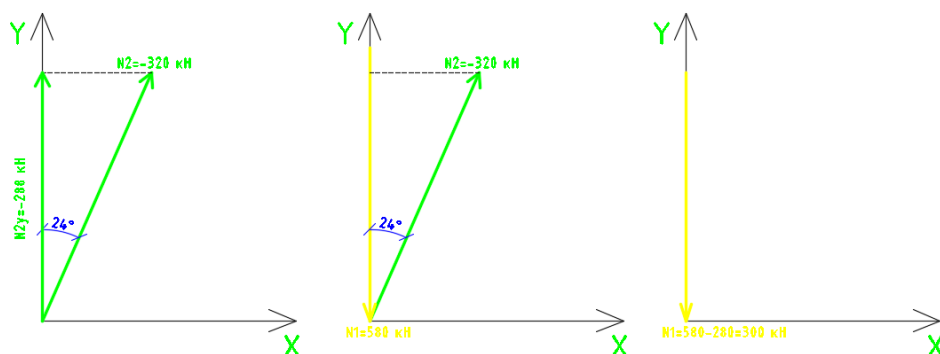


Рисунок 2.39 - Схема приведення навантажень на вісь Y

Підсумкова схема прикладання навантажень представлена на рисунку 6

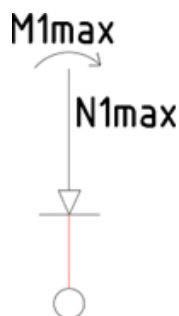


Рисунок 2.40 - Схема прикладання навантаження від несучих колон

$$N_{2 \max} = 300,0 \text{ кН}, M_{2 \max} = 20,0 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

2.8.3 Проектування пального фундаменту під вузол кріплення верми колонибудівлі

Розрахунок ведемо для колони по осі 11.

Стискаюче зусилля і згинальний момент у вузлі дізнаємося з просторової схеми в ПК "SCAD" від розрахункових сполучень зусиль.

$$N_{1 \max} = 100,0 \text{ кН}, M_{1 \max} = 20,0 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

2.8.4 Визначення параметрів фундаменту

Довжина палі залежить від інженерно-геологічних умов і глибини закладення підшви ростверку.

У нашому випадку проектуються висячі палі, що спираються на стисливі ґрунти і передають навантаження вістрям і бічною поверхнею. Мінімальне заглиблення нижнього кінця палі в малостисливі ґрунти, а також у піски великі, середньої крупності і становить не менше 0,5 м, а в інші види нескельних ґрунтів - не менше 1,0 м.

Позначку голови палі приймають на 0,3-0,5 м вище за позначку підшви

ростверку з подальшим зрубуванням.

Глибина закладення підошви ростверку залежить від конструктивного рішення підземної частини будівлі та висоти ростверку.

Під час будівництва на пучинистих ґрунтах передбачають заходи, що запобігають впливу нормальних зусиль здимання на підошву ростверку. Це досягається влаштуванням під ним повітряного зазору. Який має бути огорожений.

З урахуванням рекомендацій довжину палі прирівняємо до найближчого розміру сортаменту і коригуємо позначку вістря палі.

Ростверк:

До бетонування ростверку виконується повітряний прошарок товщиною 100 мм.

Відмітка ростверку під вузол кріплення ферми -0,0 м; висота ростверку 0,9 м; глибина закладення -0,9 м.

Паля:

- відмітка голови -0,6 м;
- відмітка голови після зрубування -0,9 м; відмітка нижнього кінця - 3,6 м;
- довжина палі $L=3,0$ м.
- Приймаємо цільну палю С30.30.

2.8.5 Несуча здатність палі по ґрунту

Розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі (R) = 2120 кПа. Сумарний опір палі по бічній поверхні = 129,4 кН/м

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{CR} R A + u \sum \gamma_{cf}), \text{ кН} \quad (2.19)$$

де γ_c - коефіцієнт умов роботи палі в ґрунті;

γ_{CR} - коефіцієнт умов роботи ґрунту під нижнім кінцем палі;

γ_{cf} - коефіцієнт умов роботи ґрунту по бічній поверхні палі; R - розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі;

A - площа поперечного перерізу палі ; u - периметр поперечного перерізу палі.

Приймаємо:

$$\gamma_{CR} = 1,0; \gamma_{cf} = 0,8; R = 2120 \text{ кПа}; A = 0,3 \cdot 0,3 = 0,09 \text{ м}^2; u = 3 \cdot 0,3 = 0,9 \text{ м.}$$

Обчислимо несучу здатність по ґрунту основи забивної палі:

$$F_d = 1(1 \cdot 2120 \cdot 0,09 + 0,9 \cdot 0,8 \cdot 129,4) = 284,8 \text{ кН.}$$

Під час призначення навантаження, що допускається на палю, враховуються обмеження. Для забивних палей перерізом 30х30 см, заглиблених у піски пилуваті, дрібні, середньої крупності та глинисті ґрунти - 400-600 кН.

Ці значення встановлюють за досвідом проєктування і виходячи із забезпечення надійності фундаменту; при цьому беруть до уваги можливість пошкодження палей під час забивання, допуски і відхилення їх від проєктного положення.

Тобто допустиме навантаження на одну палю, з урахуванням коефіцієнта надійності:

$$F_d / \gamma_k = 284,8 / 1,4 = 203,4 \text{ кН.} \quad (2.20)$$

З урахуванням рекомендацій, приймаємо $F_d = 200 \text{ кН}$.

2.8.6 Визначення кількості палей у фундаменті та конструювання ростверку

Число палей у фундаменті встановлюється виходячи з умови максимального використання їхньої несучої здатності.

Кількість палей визначаємо за формулою:

$$n = \frac{N_{1max}}{\left(\frac{F_d}{\gamma_k}\right) - \bar{A} \cdot d_p \cdot \gamma_{mt}}; \quad (2.21)$$

$$n = \frac{300}{200 - 0,9 \cdot 0,9 \cdot 25} = 1,6 \text{ шт} \approx 2 \text{ шт};$$

де N_{2max} - навантаження на фундамент;

γ_k - коефіцієнт надійності, при визначенні несучої здатності розрахунком приймається рівним 1,4;

F_d - максимально допустиме навантаження на палю;

γ_{cp} - усереднена питома вага ростверку і ґрунту на його обрізах;

d_p - глибина закладення ростверку;

A - площа ростверку, що припадає на одну палю

Для того щоб забезпечити максимально можливий збіг центру тяжіння ростверку з точкою докладання зусилля і виключити всі несприятливі фактори пов'язані з цим, необхідно збільшити кількість палей у куці до 4. Це забезпечить симетричне розташування палей у куці.

Приймаємо 4 палі.

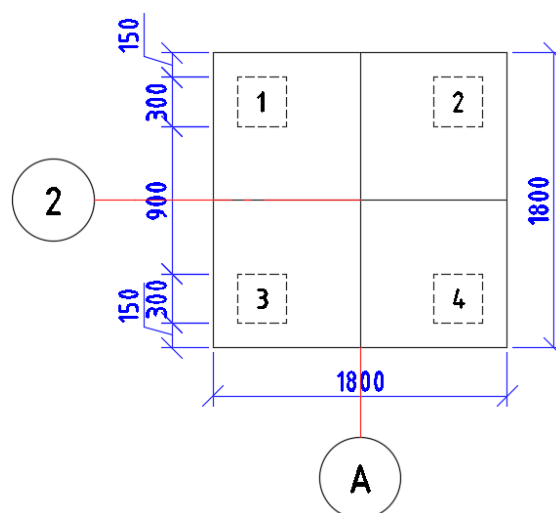


Рисунок 2.41 - Схема конструювання пального куця

Вага ростверку :

$$G_p = b_p l_p d_p \gamma_{mt} = 1,8 \cdot 1,8 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 25 = 72,9 \text{ кН}; \quad (2.22)$$

2.8.7 Розрахунок пальового фундаменту за несучою здатністю

Розрахунок пальового фундаменту виконують за 1-ою групою граничних станів. При цьому має виконуватися умова:

$$N_{\text{пл}} \leq F_d / \gamma_c; \quad (2.23)$$

де $N_{\text{пл}}$ - найбільше розрахункове навантаження, що передається на палю, кН;

Розрахункове навантаження на палю під час дії моментів визначається за формулою:

$$N_{\text{пл}} = \frac{N'}{n} + \frac{M_x \cdot y}{\sum(\gamma_i^2)} + 1,1 \cdot 10 \cdot g_{\text{пл}}; \quad (2.24)$$

$$N' = N_{1\text{max}} + G_p \cdot 1,1 = 300 + 72,9 \cdot 1,1 = 380,2 \text{ кН};$$

$$M_x = M_{2\text{max}} = 20 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$g_{\text{пл}} = 0,7 \text{ м};$$

n - число паль у фундаменті;

y - відстань у площині дії моменту від головної осі куца до палі, зусилля в якій визначається;

y_i - відстань від головної осі до кожної з паль.

$$N_{\text{пл}}^{1,2} = \frac{380,2}{4} - \frac{20 \cdot 0,6}{4 \cdot 0,6^2} + 1,1 \cdot 10 \cdot 0,7 = 92,7 \text{ кН};$$

$$N_{\text{пл}}^{3,4} = \frac{380,2}{4} + \frac{20 \cdot 0,6}{4 \cdot 0,6^2} + 1,1 \cdot 10 \cdot 0,7 = 92,7 \text{ кН};$$

$$N_{\text{пл}} \leq \frac{F_d}{\gamma_k};$$

$$N_{\text{пл}} = 92,7 \text{ кН} \leq \frac{F_d}{\gamma_k} = 200 \text{ кН};$$

Несуча здатність паль забезпечена.

2.8.8 Конструювання пальового фундаменту

Розміри ростверку мають бути кратні 300, відстань від його грані до найближчої палі - не менше 150 мм.

Проектований ростверк 1800x1800 мм.

Сполучення ростверку з палями - жорстке. При другому арматура замонолічується в ростверк на величину 300 мм.

На голови паль укладаються арматурні сітки плити.

Стрижні сіток, що потрапляють на палі, вирізають, а сітки укладають із захисним шаром у 50 мм.

Клас бетону для ростверків за міцністю на стиск - не нижче В12,5, за Армування підшви здійснювати сітками зі стрижнів арматури класу АІІІ.

2.8.9 Розрахунок ростверку на продавлювання колоною

Під час цього розрахунку уточнюють, що піраміда продавлювання починається від дна склянки з гранями, що становлять кут 45° з вертикаллю або торкаються внутрішніх граней паль.

Перевірка на продавлювання проводиться з умови:

$$F \leq \frac{2R_{bt} h_{op}}{\alpha} \left[\frac{h_{op}}{c_1} (b_c + c_2) + \frac{h_{op}}{c_2} (l_c + c_1) \right], \quad (2.25)$$

де F - продавлювальна сила в палях. Визначаються від навантаження, прикладеного до обрізу ростверку, кН.

R_{bt} - розрахунковий опір бетону розтягуванню, для бетону класу В12,5 приймається рівним 600 кПа;

c_1, c_2 - відстань від граней колони до граней основи піраміди продавлювання

(не більше ніж h_{op} і не менше ніж $0,4 h_{op}$), м.

h_{op} - робоча висота перерізу ростверку;

α - коефіцієнт, що враховує часткову передачу поздовжньої сили N через стінки стакана (не менше 0,85);

$$\alpha = 1 - \left(\frac{0,4 R_{bt} \cdot A_c}{N_{max}} \right) = 1 - 0 = 1; \quad (2.26)$$

A_c - площа бічної поверхні колони, закладеної в стакан фундаменту; Оскільки сполучення колона - фундамент шарнірне, то $A_c = 0$.

Виконаємо перевірку:

$$F \leq \frac{2 \cdot 600 \cdot 0,6 \cdot 1,1 \cdot 0,85}{1} \left[\frac{0,85}{0,37} (0,5 + 0,34) + \frac{0,85}{0,34} (0,55 + 0,37) \right] = 4033,89 \text{ кН},$$

$380,2 \text{ кН} \leq 4033,89 \text{ кН} \Rightarrow$ умова виконується.

2.9 Висновок до розділу

З огляду на показники техніко-економічного розрахунку і дані при конструюванні фундаментів видно, що пальовий фундамент для такого типу будівлі і даних ґрунтових умов найбільш раціональний. Передбачуваний термін служби пальових фундаментів коливається в межах від 100 до 150 років.

РОЗДІЛ 3

НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ

У рамках розроблення кваліфікаційної роботи було виконано обґрунтування і доцільність обраної теми випускної кваліфікаційної роботи. Крім того, розглянуто кілька варіантів конструктивної схеми будівлі з виділенням переваг і недоліків.

Об'єктом дипломного проекту є ангар для двох вертольотів малої авіації. Проектований майданчик, наданий для будівництва авіаційного ангара, розташований на території Херсонського міжнародного аеропорту.

Проектований об'єкт призначений для зберігання і технічного обслуговування вертольотів на прикладі вертольота Robinson R44 Raven I.

Розглянемо варіанти конструктивної схеми ангара для вертольотів малої авіації.

Будівля являє собою одноповерхову будівлю прямокутної в плані форми з розмірами 30.0x46.84 метрів.

3.1 Варіант конструктивної схеми №1

Конструктивне рішення у вигляді системи поздовжніх однопрогонових ферм, закріплених з пілоном за рахунок вант.

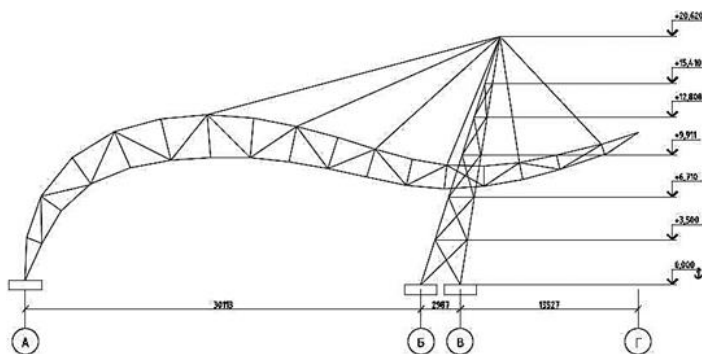


Рисунок 3.1 - Конструктивна схема 1 варіанта

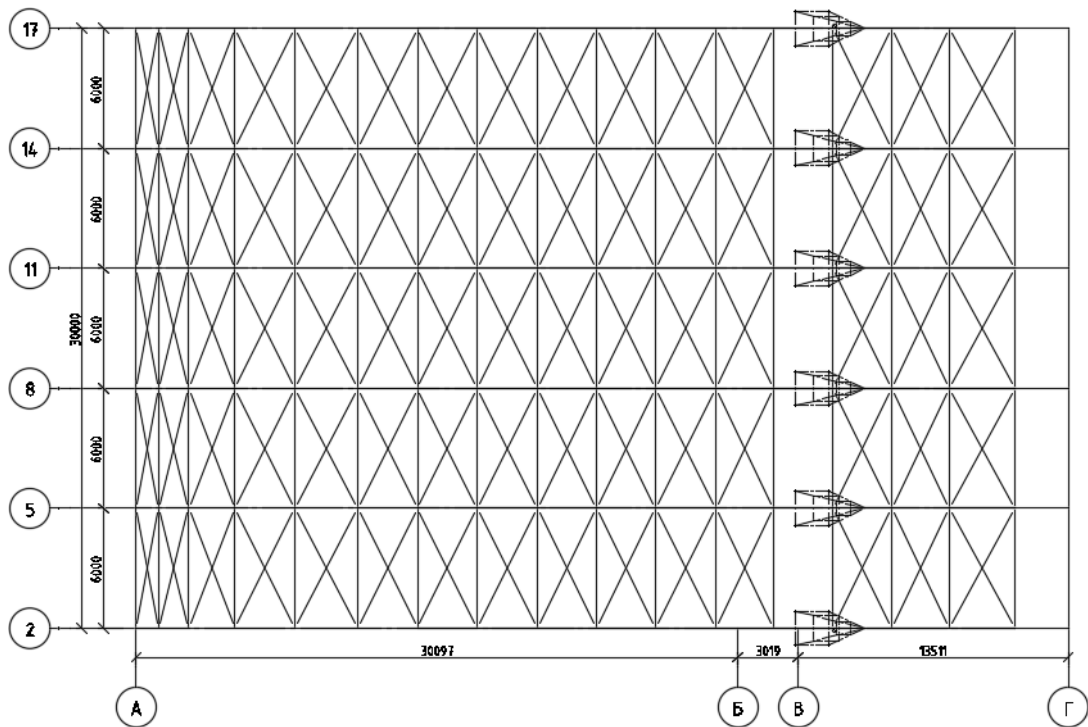


Рисунок 3.2 - План 1 варіанта

Конструкція покриття складається з поздовжніх криволінійних ферм у поперечному напрямку. Кожна ферма розділена на два відправочні елементи для зручності складання і транспортування. Стійкість ферм із площини вигину забезпечується системою зв'язків:

горизонтальних у площині нижніх поясів у поздовжньому напрямку;
горизонтальних у площині нижніх поясів у поперечному напрямку. Кріплення ферм до пілонів забезпечується за рахунок вант.

Висота до низу конструкцій покриття від рівня підлоги варіюється від 0 до 12.5 м.

Висота до верху конструкцій покриття від рівня підлоги - від 0 до 12,8 м. Пояси ферм, розкоси і стійки виконані з квадратних труб.

З'єднання стрижнів реалізується за допомогою зварювання.

Пілони виконані у формі трикутних ґратчастих конструкцій із круглих труб.

Поліпшити показники витрати металу можливо за рахунок застосування попередньої напруги.

3.2 Варіант конструктивної схеми №2

Конструкція покриття складається з поздовжніх криволінійних ферм у поперечному напрямку. Стійкість ферм із площини вигину забезпечується системою зв'язків:

горизонтальних у площині нижніх поясів у поздовжньому напрямку;
горизонтальних у площині нижніх поясів у поперечному напрямку.

Кріплення ферм до двох вертикальних пілонів забезпечується за рахунок вант. Для стійкості, пілон закріплений розтяжками в протилежному напрямку від ферм.

Висота до низу конструкцій покриття від рівня підлоги варіюється від 0 до 12.5 м.

Висота до верху конструкцій покриття від рівня підлоги - від 0 до 12,8 м.
Пояси ферм, розкоси і стійки виконані з квадратних труб.

З'єднання стрижнів реалізується за допомогою зварювання.

Пілони виконані у формі прямокутних ґратчастих конструкцій із круглих труб.

Поліпшити показники витрати металу можливо за рахунок застосування попередньої напруги.

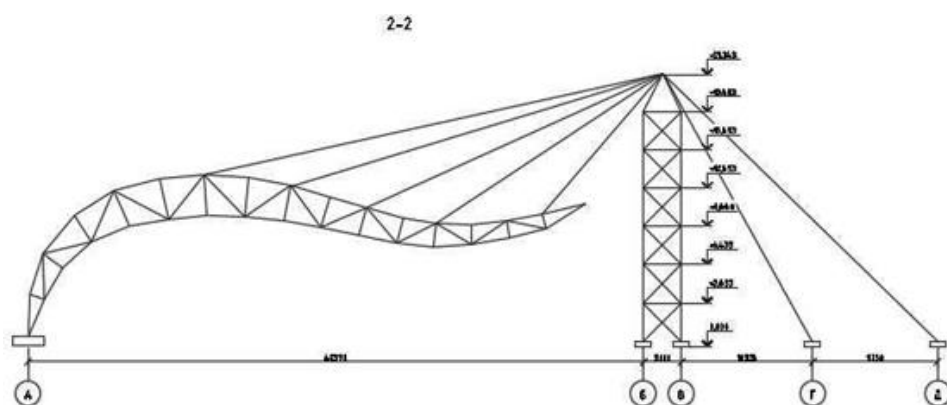


Рисунок 3.3 - Конструктивна схема 2 варіанта

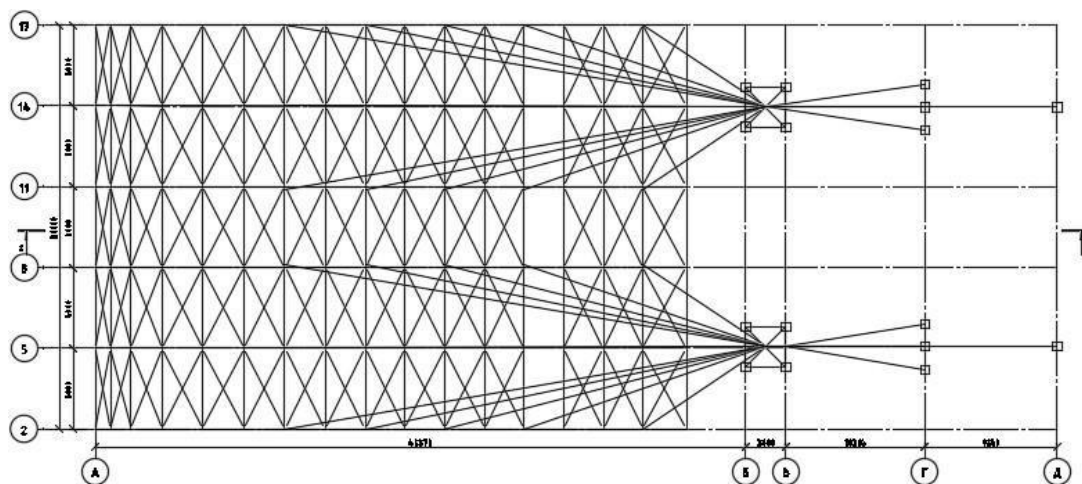


Рисунок 3.4 - План 2 варіанта

3.3 Вибір варіанта конструктивної схеми

Охарактеризуємо такі параметри конструкцій як: вартість проєкту, площу забудови і масу монтованих конструкцій.

Результати порівняльного аналізу наведено на рисунку 3.5.

3.4 Висновок

На основі порівняння та аналізу отриманих діаграм можна зробити такі висновки:

найменшу металоємність має каркас першого варіанта; найбільша площа забудови передбачається в другому варіанті;

за умовним показником "вартості проєкту" найоптимальнішим варіантом виявився перший.

З вище перерахованих пунктів слід зробити висновок, що перший варіант конструктивної схеми є найбільш прийнятним.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Заходи з охорони праці

4.1.1 Виробнича санітарія і гігієна праці в будівництві

До початку будівельно-монтажних робіт на будівельному майданчику передбачається влаштування тимчасових будівель і споруд, а також санітарно-побутових приміщень. Підставою для вибору номенклатури та розрахунку потреби в площах інвентарних адміністративних і побутових тимчасових будівель є тривалість будівництва даного об'єкта.

4.1.2 Санітарно-побутове забезпечення будівельного майданчика

На підставі встановленої потреби в площах здійснюється вибір типу інвентарних будівель. У проекті запроектовані наступні інвентарні будівлі: контора майстра, медкімната, диспетчерська та прохідна, душова з гардеробом на 8 осіб (2 контейнера), кімната для прийому їжі і умивальня, приміщення для обігріву робітників і відпочинку, приміщення для сушіння і чищення одягу, вбиральня на 2 очка. Розміщення запроектованих санітарно-побутових будівель на будмайданчику (будгенпланом) виконано з урахуванням вимог техніки безпеки, санітарних і пожежних норм (дані будівлі розташовані поза небезпечної зони роботи крана, з навітряного боку переважаючого напрямку «рози вітрів»).

Всі санітарно-побутові будівлі підключені до тимчасової мережі водопостачання запроектованої на будмайданчику. Електропостачання санітарно-побутових будівель здійснюється через тимчасову мережу, підключену через ГРЩ (головний розподільний щит) до існуючої трансформаторної підстанції ТП-25 гідроочищення. Для відводу використовуваних вод з санітарно-побутових приміщень запроектована на будмайданчику тимчасова мережа каналізації, підключена до існуючої заводської мережі.

У приміщенні для обігріву і відпочинку встановлюється пристрій для швидкого зігрівання робочих, титани або кип'ятильники, вішалки для одягу та

пристрої для швидкого (від 10 до 15хв) просушування рукавиць.

Кімната прийому їжі обладнана умивальниками, кип'ятильниками, електричною плитою і холодильником. Опалювальні та вентиляційні установки в приміщенні для сушіння забезпечують висушування спецодягу і спецвзуття протягом часу, що не перевищує тривалості однієї робочої зміни.

Вбиральня розміщена на відстані не більше 80 м від найбільш віддаленого робочого місця і на відстані 37м від об'єкту, що будується.

Забезпеченість робітників питною водою здійснюється через побутові приміщення, які підключені до господарсько-питної мережі водопостачання будмайданчика. На робочі місця, що знаходяться над планувальним майданчиком на висоті понад 10м питна вода з розрахунку не менше 3 л на 1 особа доставляється у флягах. У приміщеннях санітарно-побутового призначення виділені і укомплектовані місця для аптечок з набором медикаментів і перев'язувальних матеріалів, носилок, шин та інших засобів для надання першої долікарської допомоги потерпілим. На всі мобільні (інвентарна) будівля є паспорт і інструкція з експлуатації.

4.1.3 Освітлення будівельного майданчика і місць робіт

Для будівельного майданчика і ділянок робіт передбачено загальне рівномірне освітлення. При цьому освітленість становить не менше 2лк. Причому для головних проходів та проїздів становить не менше 3лк, а для місць навантаження-вивантаження матеріалів - 10лк. Місця встановлення опалубки, лісів і огорож мають освітленість не менше 30лк.

Для освітлення будмайданчика використовуємо прожектори розташовані по периметру майданчика на висоті, що залежить від сили світла ламп і необхідної освітленості. Кількість прожекторів визначено в розділі 5 записки і становить 7 шт. Тип ЖО 04-400-001У1, лампи натрієві високого тиску (ДНаТ-400) P = 400Вт. Для обмеження сліпучої дії прожекторів розміщуємо їх на висоті 8 м.

Зовнішнє освітлення має незалежне управління. Живлення виконується

окремим 3-х жильним кабелем від силового щитка ГРЩ.

Монтаж будівельних конструкцій виконується при середній освітленості не менше 30лк. Освітлення робочих місць на висоті виконано з використанням інвентарних, мобільних прожекторних щогл ППМ. Щогли підключені через УЗО, гнучким 3-х жильним кабелем КГ.

Електроживлення санітарно-побутових будівель виконується окремим 5-ти жильним кабелем від силового щитка ГРЩ через УЗО (або диференційний автомат). У кожному інвентарному будівлі є свій вступний щиток, укомплектований захисною апаратурою. Для електроприймачів 0,4/0,23кВ, відповідно до ГОСТ 30331.2-95, застосована система заземлення типу TN-C-S.

4.1.4 Заходи щодо зниження вібрації і шуму від використовуваної будівельної техніки та установок

Методами і способами зниження шуму і вібрацій є технологічні, щодо поліпшення з покращення віброакустичних характеристик існуючих машин і обладнання, організаційні, санітарно-гігієнічні.

До технологічних заходів по боротьбі з шумом відноситься вибір таких технологічних процесів, в яких використовуються механізми і машини, що створюють мінімальні динамічні навантаження; ізоляцію шуму на шляхах його поширення, шляхом застосування звукоізолюючих конструкцій та звуко матеріалів.

Технічні рішення щодо зниження вібрації існуючих машин і обладнання спрямовані на зменшення вібрації в джерелі їх виникнення, тобто застосування вібробезпечних машин або машини з найменшою вібрацією; використання віброізолюючих пристроїв і фіксування робочих місць; використання вібропоглинаючих матеріалів.

Організаційними заходами досягається обмеження числа робочих, що піддаються впливу шуму. Розроблено схеми розміщення машин з урахуванням створення мінімальних рівнів вібрації на робочих місцях. Організація робіт

шумного обладнання виключає роботу кількох машин з високим рівнем шуму одночасно. Удосконалення режимів роботи машин, виключення контакту працюючих з вібруючими поверхнями за межами робочого місця або зони введенням огорожень, попереджувальних знаків, використанням попереджувальних написів, забарвлення, сигналізації, блокування і т.п.

Санітарно-гігієнічні заходи полягають у забезпеченні робочих індивідуальними засобами захисту від шуму і вібрації і контролем за їх правильним використанням; проведенні систематичних медичних оглядів для виявлення робочих, які за станом здоров'я не можуть працювати під впливом шуму; своєчасному виявленні у робочих ознак захворювань шумової та вібраційної хворобою.

Як індивідуальні засоби захисту використовують, навушники, вкладиші, шоломи, дія яких заснована на ізоляції й поглинанні звуку. У зв'язку з великим поширенням в будівництві різного ручного інструменту надзвичайно актуальна проблема зменшення передачі вібрації на руки робітників. Зниження рівня вібрації, що передається на руки, досягається шляхом використання віброзахисних рукавиць, в яких амортизатором є прокладка із спеціального поролону товщиною до 12мм.

4.2 Безпека надзвичайних ситуацій

4.2.1 Заходи щодо попередження НС. ГСЧС в режимі повсякденної діяльності, підвищеної готовності і в надзвичайному режимі

Розробка заходів щодо попередження надзвичайних ситуацій в більшості випадків ґрунтується на встановленні номенклатури небезпек, квантифікації небезпек, виявленні причин небезпеки і власне розробці заходів щодо попередження надзвичайних ситуацій.

Організаційними заходами забезпечуються завчасна розробка і планування дій органів управління, сил і засобів, всього персоналу об'єктів при загрозі виникнення та виникненні НС. Такі заходи включають:

- прогнозування наслідків можливих НС та розробку планів дій як на мирний, так і на воєнний час, враховуючи весь комплекс робіт в інтересах підвищення стійкості функціонування об'єкта;

- створення і оснащення центру аварійного управління об'єкта і локальної системи оповіщення;

- підготовку керівного складу до роботи в НС;

- створення комісії з стійкості і організацію її роботи;

- розробку інструкцій щодо зниження небезпеки виникнення аварійних ситуацій, безаварійної зупинки виробництва, локалізації аварій і ліквідації наслідків;

- навчання персоналу дотримання заходів безпеки, порядку дій при виникненні надзвичайних ситуацій, локалізації аварій та гасіння пожеж, ліквідації наслідків;

- підготовку сил і засобів локалізації аварійних ситуацій і відновлення виробництва;

- підготовку евакуації населення з небезпечних зон;

- визначення розмірів небезпечних зон навколо потенційно небезпечних об'єктів;

- перевірку готовності систем оповіщення та управління в НС;

- організацію медичного нагляду і контролю за станом здоров'я осіб, які отримали різні дози опромінення.

Інженерно-технічними заходами здійснюється підвищення фізичної стійкості будівель, споруд, технологічного обладнання і в цілому виробництва, а також створення умов для його якнайшвидшого відновлення, підвищення ступеня захищеності людей від вражаючих факторів НС. До них відносяться:

- створення на всіх небезпечних об'єктах системи автоматизованого контролю за ходом технологічних процесів, рівнів забруднення приміщень і повітряного середовища цехів небезпечними речовинами і пиловими частинками;

- створення локальної системи оповіщення про виникнення НС персоналу об'єкта, населення, яке проживає в небезпечних зонах (радіаційного, хімічного і

біологічного зараження, катастрофічного затоплення і т.п.);

- накопичення фонду захисних споруд і підвищення захисних властивостей сховищ і ПРУ в зонах можливих руйнувань і зараження;

- протипожежні заходи;

- скорочення запасів і термінів зберігання вибухо-, газо- і пожежонебезпечних речовин, обвалування ємностей для зберігання, пристрій заглиблених ємностей для зливу особливо небезпечних речовин з технологічних установок;

- безаварійна зупинка технологічно складних виробництв;

- локалізація аварійної ситуації, гасіння пожеж, ліквідація наслідків аварії і відновлення порушеного виробництва;

- дублювання джерел енергопостачання;

- захист джерел води і контроль якості води;

- герметизація складів і холодильників в небезпечних зонах.

Спеціальними заходами досягається створення сприятливих умов для проведення успішних робіт по захисту і порятунку людей, які потрапили в перелік небезпечних зон, і якнайшвидшої ліквідації НС та їх наслідків. Такими заходами є:

- накопичення засобів індивідуального захисту органів дихання та шкіри;

- створення на хімічно небезпечних об'єктах запасів матеріалів для нейтралізації розлитих АХОВ і дегазації місцевості, заражених будівель, транспортних засобів, одягу і взуття;

- забезпечення герметизації приміщень в житлових і громадських будівлях, розташованих в небезпечних зонах;

- розробка і впровадження у виробництво захисної тари для забезпечення збереження продуктів і харчової сировини при перевезенні, зберіганні і роздачі продовольства;

- регулярне проведення навчань і тренувань по діях в НС з органами управління, формуваннями, персоналом організацій.

Залежно від обстановки, масштабу прогнозованої або виниклої надзвичайної ситуації встановлюється один з наступних режимів функціонування ГСЧС:

режим повсякденної діяльності - при нормальній виробничо-промисловій, радіаційній, хімічній, біологічній (бактеріологічній), сейсмічній і гідрометеорологічній обстановці, за відсутності епідемій, епізоотій та епіфітотій;

- режим підвищеної готовності - при погіршенні виробничо-промислової, радіаційної, хімічної, біологічної (бактеріологічної), сейсмічної і гідрометеорологічної обстановки, при отриманні прогнозу про можливість виникнення надзвичайної ситуації;

- надзвичайний режим - при виникненні і під час ліквідації надзвичайної ситуації.

Основними заходами, здійснюваними при функціонуванні режимів ГСЧС, є:

- в режимі повсякденної діяльності:
- ведення моніторингу надзвичайних ситуацій, прогнозування можливості виникнення надзвичайних ситуацій;
- планування і виконання цільових і науково-технічних програм і заходів щодо попередження НС, забезпечення безпеки і захисту населення, скорочення можливої шкоди від НС, а також щодо підвищення стійкості функціонування промислових об'єктів і галузей економіки в НС;
- вдосконалення підготовки керівного складу органів управління з надзвичайних ситуацій;
- створення, заповнення та освіження резервів матеріальних ресурсів для ліквідації надзвичайних ситуацій;
- здійснення всіх видів страхування;
- в режимі підвищеної готовності:
- створення комісіями з надзвичайних ситуацій оперативних груп для виявлення причин погіршення обстановки в районі можливої надзвичайної ситуації та вироблення пропозицій щодо її нормалізації;
- уточнення планів захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій областей (районів), міст, інших державних організацій;
- посилення чергової і диспетчерської служб;
- ведення моніторингу надзвичайних ситуацій, прогнозування можливості

виникнення і розвитку надзвичайної ситуації;

- проведення першочергових заходів з організації життєзабезпечення населення і захисту навколишнього середовища, забезпечення сталого функціонування об'єктів;

- в надзвичайному режимі:

- часткове або повне введення в дію планів захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій областей (районів), міст;

- висування оперативних груп в район надзвичайної ситуації;

- організація ліквідації надзвичайної ситуації;

- визначення меж зони надзвичайної ситуації;

- безперервне ведення моніторингу НС, прогнозування розвитку надзвичайної ситуації, її масштабів і наслідків.

4.2.2 Основні принципи і способи захисту населення в НС

Основними способами захисту є:

- укриття населення в захисних спорудах і інших спорудах, пристосованих для цих цілей в конкретній ситуації (метро, підземні виробки, підземні простори міст і ін.);

- евакуація населення із зон можливих стихійних лих, аварій, катастроф або при загрозі їх виникнення і у воєнний час;

- використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) і медичних засобів захисту (МСЗ).

Захист населення і господарства досягається шляхом поєднання комплексу основних способів захисту (укриття, евакуація, застосування ЗІЗ і МСЗ).

Поряд з цим в цілях захисту населення повинні проводитися наступні заходи:

- обов'язкове навчання населення способам захисту і діям в НС;

- своєчасне оповіщення населення про загрозу виникнення НС;

- радіаційна, хімічна і бактеріологічна розвідка, дозиметричний і лабораторний контроль;

- захист продовольства, води, сільськогосподарських тварин і рослин від зараження радіоактивними речовинами (РВ), сильнодіючими отруйними речовинами (СДОР), бактеріальними засобами (ВС);

- спеціальні профілактичні, санітарно-гігієнічні та протиепідемічні заходи;

- санітарна обробка людей, спеціальна обробка одягу та взуття, знезараження території.

Оповіщення населення про НС проводиться за допомогою автоматизованої системи централізованого оповіщення. Вона дозволяє включати сирени, виробничі гудки, інші сигнальні пристрої, передавати мовну інформацію з використанням державного радіо і телебачення.

Для мирного часу встановлений один сигнал оповіщення про НС з умовним найменуванням "Увага всім!". Сигнал передається населенню шляхом включення на 3 хвилини сирен, інших сигнальних пристроїв. Для населення це означає, що сталася НС.

Якщо НС відбувається на потенційно небезпечному об'єкті, то населення яке проживає поблизу об'єкта оповіщається негайно за допомогою локальної системи оповіщення, наявної на об'єкті. Оповіщення може бути за допомогою гучномовців, сирен, реунів в житлових будинках.

ВИСНОВКИ

У рамках кваліфікаційної роботи було запроектовано будівлю, ангару для зберігання та обслуговування гвинтокрилів.

Для вибору типу конструкцій покриття було проведено варіантне проектування, зі створенням варіантів таких конструктивних схем, при яких задовольнялися б всі міцнісні, функціональні та технологічні властивості споруди. У ньому було виявлено найбільш раціональний варіант як з погляду економічності, і з погляду технологічності застосування конструкцій (монтажу).

В архітектурно-будівельному розділі було розроблено об'ємно-планувальні та архітектурні рішення, які задовольняють вимогам нормативної документації на будівництво таких об'єктів. Для визначення складу огорожувальних конструкцій будівлі було проведено теплотехнічний розрахунок всіх типів конструкцій, що огорожують. У графічній частині роботи відображено плани, розрізи, вузли та фасади готельного комплексу.

Розрахунково-конструктивний розділ включає збір навантажень, розрахунок у просторовій моделі з використанням ПК SCAD. Крім конструкцій надземної частини, було проведено техніко-економічний аналіз пального фундаменту з кущовим ростверком із застосування різних видів палів. У графічній частині дипломного проекту представлені креслення основних несучих конструкцій будівлі із схемами, вузлами, специфікаціями на елементи.

Таким чином, робота підтверджує актуальність та доцільність будівництва ангару.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ковальчук Я. О. Методичний посібник для виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія” / Я. О. Ковальчук, Г. М. Крамар, О. М. Мещерякова. - Тернопіль : ТНТУ, 2020. – 56 с.
2. ДБН В.2.2-9-2019 Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення.
3. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи К.: Мінбуд України, 2006.
4. ДБН В.1.17-2016 Пожежна безпека об’єктів будівництва. – К.: Держбуд України, 2016.
5. ДБН В.2.1-10-2009 Основи та фундаменти споруд. К.: Мінрегіонбуд України, 2009.
6. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель, 2021.
7. ДБН В.2.6-98:2009 Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2011.
8. ДСТУ Б В.2.1-2-96. Ґрунти. Класифікація. – К.: Державний комітет України у справах містобудування і архітектури, 1995.
9. ДБН А.2.1–1-2008 Інженерні вишукування для будівництва. Основні положення. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2008.
10. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об’єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування.
11. ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій» [На заміну ДБН Б.2.2-12:2018; чинний від 2019-04-26]. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України 2019, 117 с;
12. ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво у сейсмічних районах України» [На заміну ДБН В.1.1-12:2006; чинний від 2014-10-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2014, 110 с.;
13. ДБН В.1.2-2:2006 «Система забезпечення надійності та безпеки

будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування» [Чинний від 2006-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінбуд України 2006, 75 с.;

14. ДБН В.2.1-10-2009 «Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення. Основи та фундаменти будинків і споруд. Основи та фундаменти. Основні положення проектування» [чинний від 2009-07-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України 2009, 78 с.;

15. ДБН В.2.6-98:2009 «Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення» [На заміну СНіП 2.03.01-84; чинний від 2011-06-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України 2011, 71 с.;

16. ДБН В.2.6-198:2014 «Сталеві конструкції. Норми проектування» [На заміну ДСТУ Б В.2.6-194:2013 та ДБН В.2.6-163:2010 у частині розділу 1; чинний від 2015-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України 2014, 199 с.;

17. ДСТУ Б А.2.4-15:2008 «Антикорозійний захист конструкцій будівель і споруд» [На заміну ГОСТ 21.513-83; чинний від 2010-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України 2009, 13 с.;

18. ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення» [На заміну СНіП Ш-4-80; чинний від 2012-04-01]. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України 2012, 116 с.;

19. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія» [На заміну СНіП 2.01.01-82 і таблиці 2 ДСТУ-Н Б А.2.2- 5:2007; чинний від 2011-11-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України 2011, 123 с.;

20. ДБН В.1.1-7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» [На заміну ДБН В.1.1-7-2002; чинний від 2017-06-01]. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України 2017, 35 с.;

21. ДБН В.2.1-10-2018 «Основи і фундаменти будівель. Основні положення» [На заміну ДБН В.2.1-10-2009; чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України 2018, 36 с.;

22. Malezhyk, M.P., Pidhurs'kyi, M.I., Rudyak, Y.A., Pidhurs'kyi, I.M. & Voitovych, L.V. (2019) Investigation of the Fracture of an Orthotropic Plate with Circular Hole and Two Edge Cracks Under Pulsed Loading by the Method of Dynamic Photoelasticity. *Materials Science*, 55(2). P. 254-258. (SCOPUS)

23. Ігнат'єва В.Б. Аналіз способів поліпшення теплотехнічних характеристик при будівництві будівель / В.Б. Ігнат'єва, Е.О. Текін // ЛОГОС. Мистецтво наукової думки, 2019. - Vol. 3. – С. 97-100. Режим доступу: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/2617-7064/article/view/306/293> 44. Ignatyeva, V. B. (2018).

24. Макара, Т.Я. Оцінка вогнестійкості елементів металевого каркасу торгівельно-офісного центру / Т.Я. Макара, Т.О. Криницький, А.П. Сорочак // Актуальні задачі сучасних технологій: збірник тез доповідей ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів (Тернопіль, 25-26 листопада 2020). – Т. 1. – Т. : ТНТУ, 2020. – С. 93.

25. Ковальчук Я. Теплоізоляційні будівельні матеріали з місцевих технологічних відходів / Я. Ковальчук, Г. Крамар, Л. Бодрова, І. Коваль, С. Мариненко // Наукові нотатки. - 2019. - Вип. 66. - С. 165-171.

26. Розрахунки і проектування спеціальних будівель і споруд: Навчальний посібник/ Фомиця Л.М., Артеменко А.К., Мамін О.М., Височин І.А. // Під редак. Л.М.Фомиці.- К: Урожай.- 1994.

27. Yaroslav Shved, Yaroslav Kovalchuk, Liudmyla Bodrova, Halyna Kramar, Natalya Shynhera, Material consumption optimization of a welded rafter truss made of angle profiles, *Procedia Structural Integrity*, Volume 36, 2022, Pages 10-16, ISSN 2452-3216, <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2021.12.076>.

28. Shved, Yaroslav, Yaroslav Kovalchuk, and Natalya Shynhera. "Welded truss deformation under thermal influence." *Вісник Тернопільського національного технічного університету* 105.1 (2022): 13-18.

29. ДСТУ-П ОHSAS 18002: 2006 Системи управління безпекою та гігієною праці. Основні принципи виконання вимог (OHSAS 18002:2000, IDT).

30. ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці і промислова безпека у будівництві.

Основні положення"

31. ДСТУ 2293:2014 Охорона праці. Терміни та визначення основних понять

32. ДСТУ Б А.3.2-15:2011 Норми освітлення будівельних майданчиків

33. ДСТУ Б В.2.8-43:2011 Огородження інвентарні будівельних майданчиків та ділянок виконання будівельно-монтажних робіт. Технічні умови

34. НПАОП 0.00-6.23–92 Про порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці

35. НПАОП 0.00-4.12–05 Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці.

36. Методичні вказівки для написання розділу дипломного проекту з дисципліни «Охорона праці в галузі» / В. Б. Каспрук. - Тернопіль: ТНТУ, 2017. -14 с

37. «Основи наукових досліджень і теорія експерименту : Навчальний посібник / укл. Ю. Б. Капаціла, П. О. Марущак, В. Б. Савків, О. П. Шовкун. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2023. 186 с.».

38. Техноекологія та цивільна безпека. Частина «Цивільна безпека». Навчальний посібник / В.С. Стручок, – Тернопіль: ТНТУ ім. І.Пулюя, 2022. – 150 с.

39. Стручок В.С. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / В.С.Стручок. — Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. — 156 с.