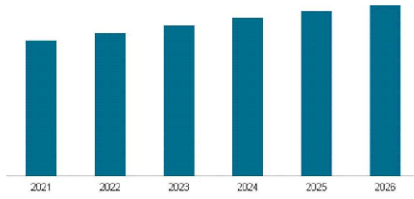


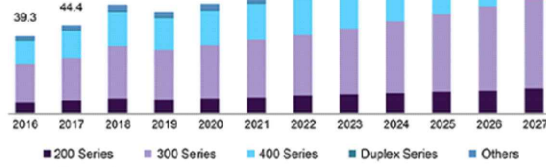
Економічне обґрунтування доцільності використання сталевих конструкцій

Global Metal Casting Market Size, 2021-2026 (in US\$ Billion)



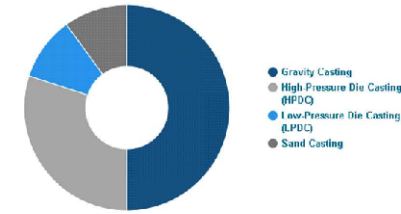
www.immgroup.com

China stainless steel market size, by grade, 2016 - 2027 (USD Billion)



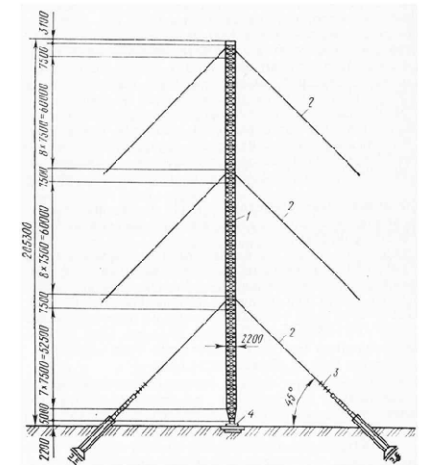
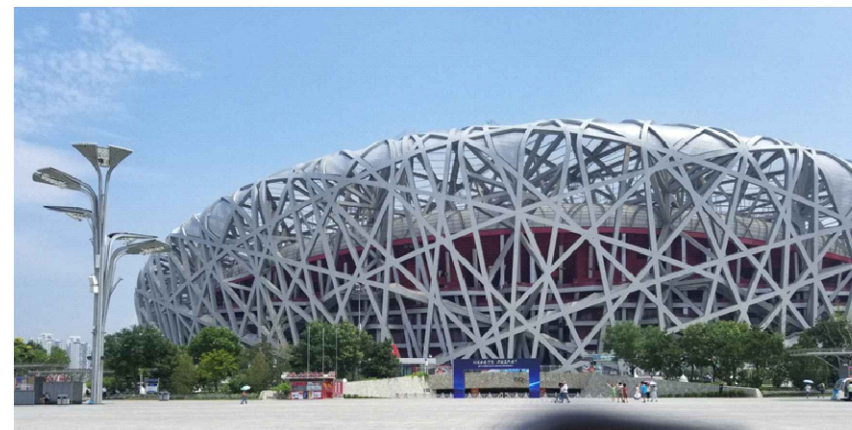
Source: www.grandviewresearch.com

Global Metal Casting Market Share, By Process (in US\$ Million)

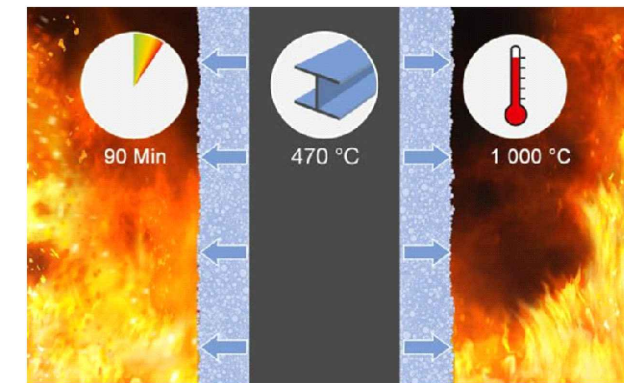
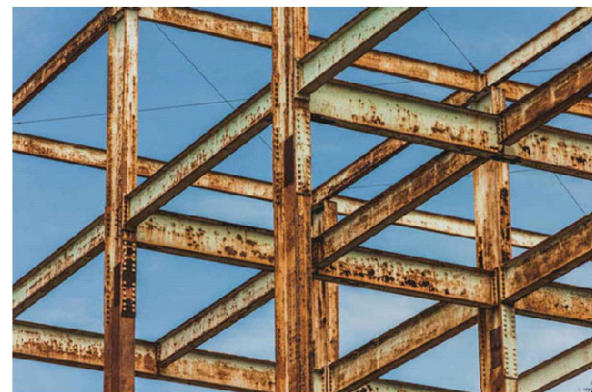


www.immgroup.com

Приклади наскрізних сталевих конструкцій

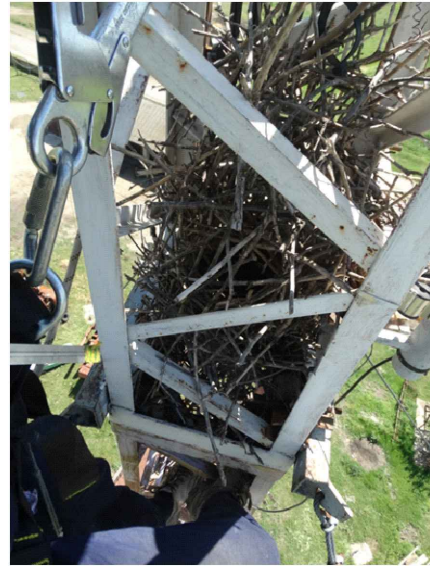
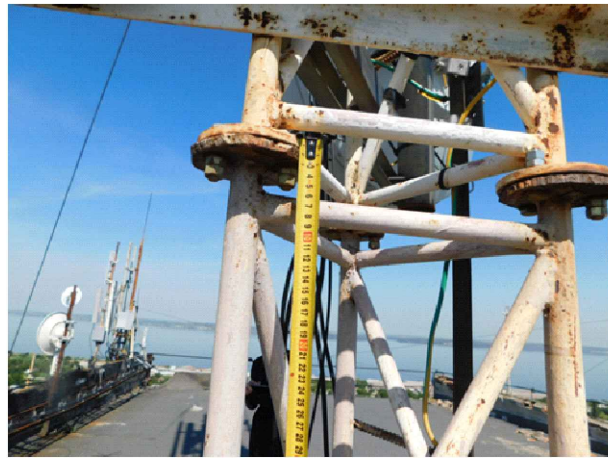


Недоліки металевих конструкцій

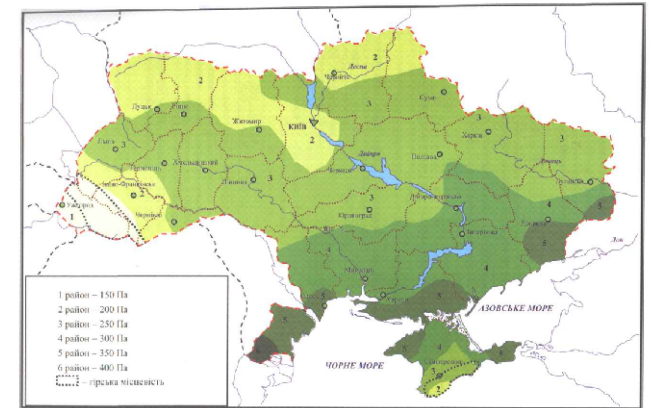
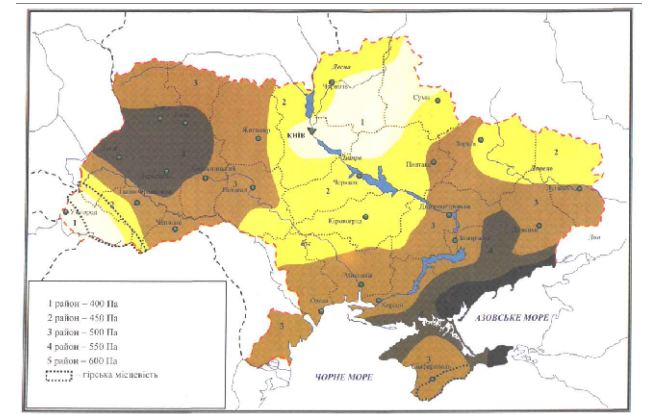
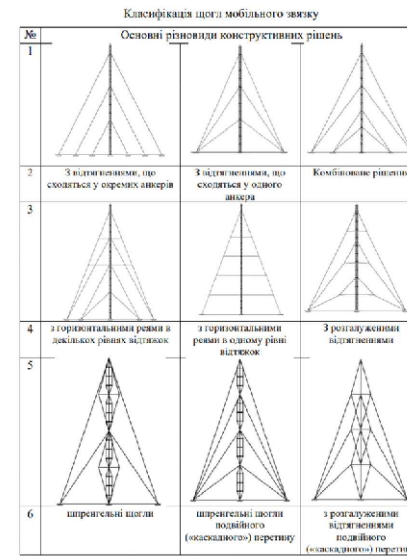
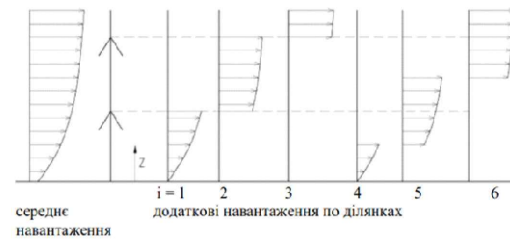


						MP 601-БМ.20128			
Зм.	Кільк.	Арх.	Док.	Підпис	Дата	Аналіз технічного стану з легких сталевих наскрізних холодноформованих конструкцій			
Виконав	Курчів Д.В.					Основні поняття, огляд існуючих конструкцій	Сталі	Аркуші	Архив
Керівник	Сенко О.В.						У	1	12
Н. Контр.	Сенко О.В.					Економічне обґрунтування доцільності використання сталевих конструкцій. Приклади наскрізних сталевих конструкцій. Недоліки металевих конструкцій			
Затверд.	Сенко О.В.					Національний університет "Полтавська політехнічна інженерно-кадровий центр" Кафедра ЕМЗ			

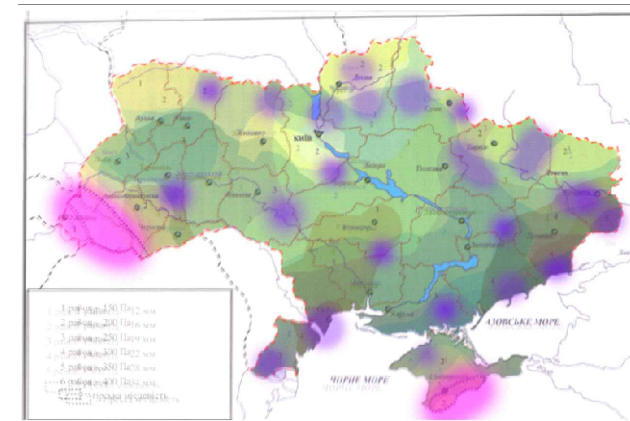
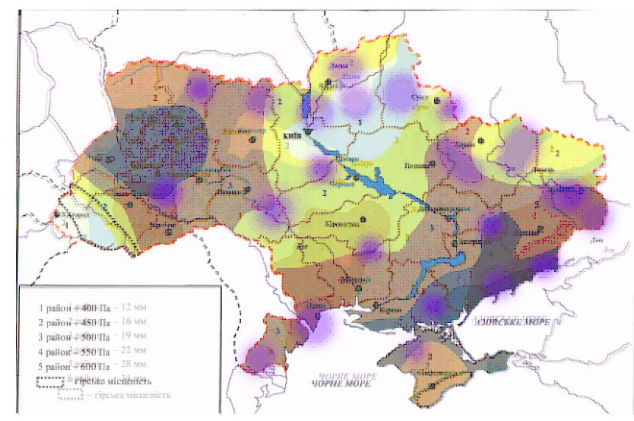
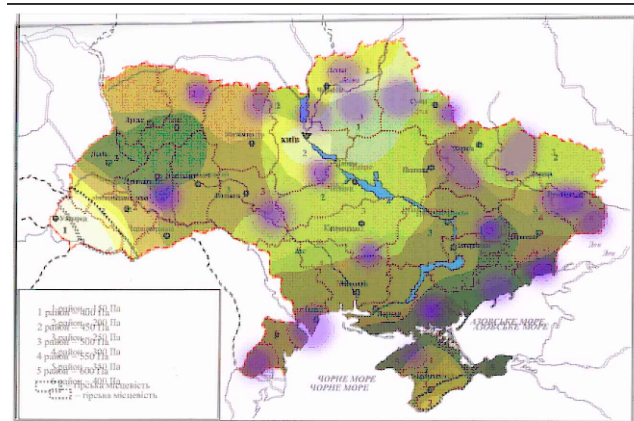
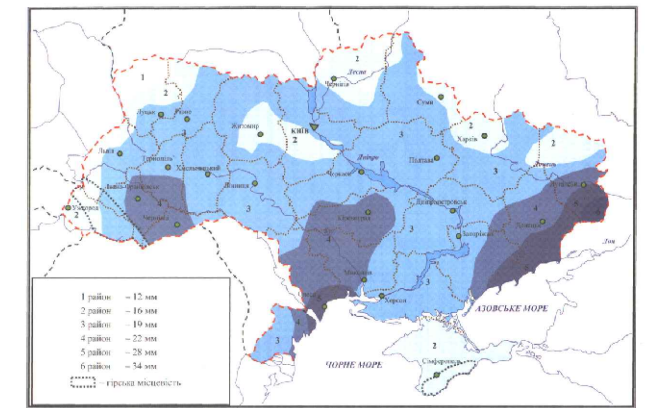
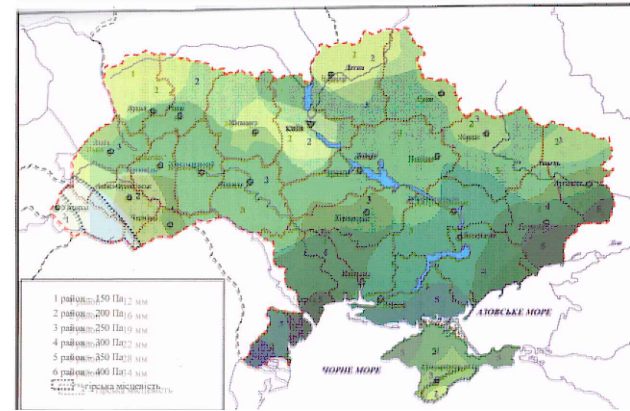
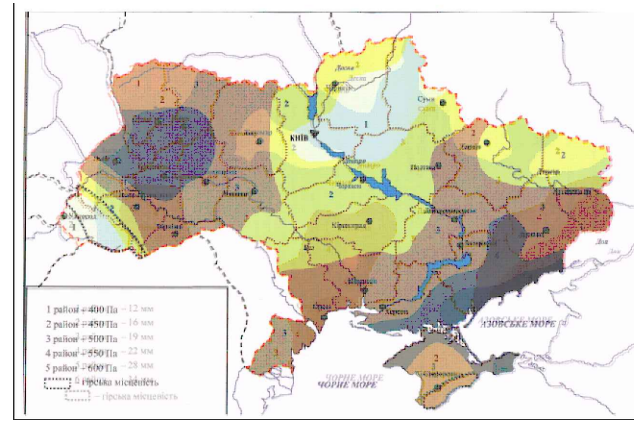
Аналіз тимчасових споруд на прикладі щогл зв'язку



№	Критерій	Варіанти решітки				
		Сталь	Сплави алюмінію		Дерево	
1	Сировина з якої виготовлена					
2	Переріз щогли	Суцільний			Решітчастий	
3	Переріз пояса	З круглої сталі	З труб замкового профіля		Із кутиків	
4	По типу решітки	Трикутні	Напівромбові	Ромбові	Ромбовидні	Хрестові

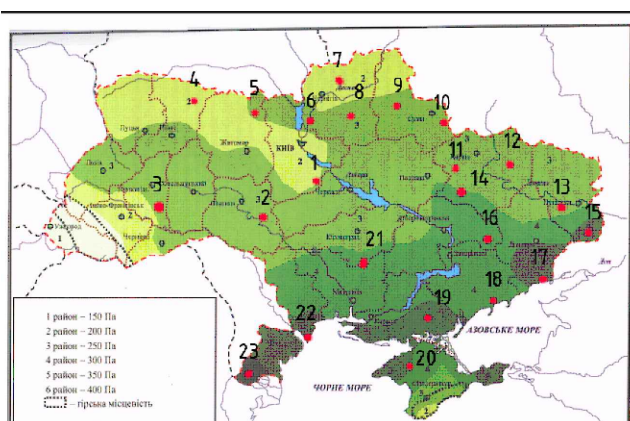
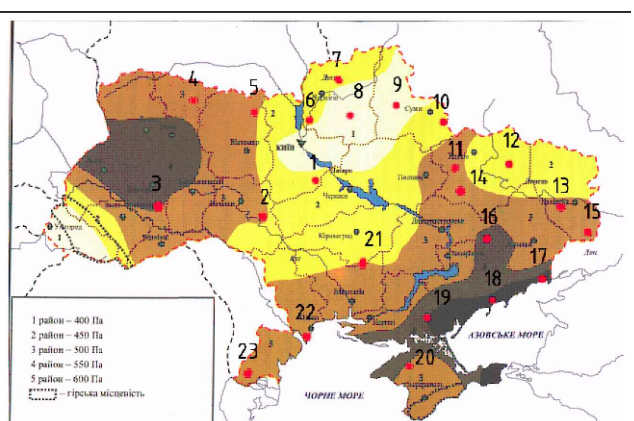
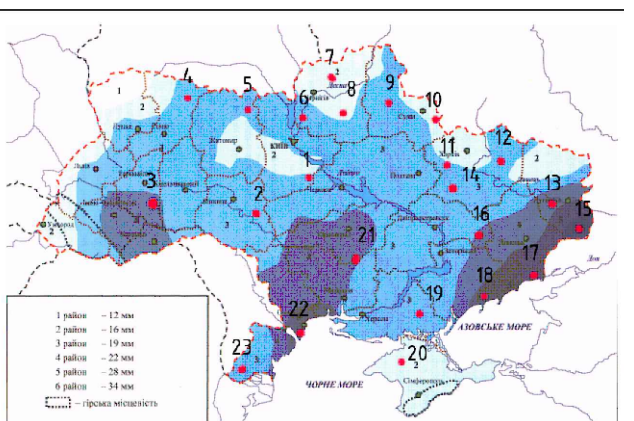


Аналіз карти тиску вітру та ожеледі за для стандартизації перерізів



Таблиця запропонованих місць можливого зведення щогл зв'язку

№	Місце будівництва		Вітер влітку		Вітер взимку		Ожеледь, мм	Сер. Темп. повітря, °С	
	Населений пункт	Область	район	W ₀ , Па	район	W ₀ , Па			
1	Миронівка	Київська	II	450	III	250	III	19	7,8
2	Немиров	Вінницька	III	500	III	250	III	19	7,3
3	Теребовля	Тернопільська	IV	550	III	250	IV	22	6,9
4	Сарни	Рівненська	III	500	II	200	III	19	7,4
5	Овруч	Житомирська	III	500	III	250	III	19	7,1
6	Остер	Чернігівська	II	450	III	250	III	19	7,0
7	Городня	Чернігівська	II	450	II	200	I	12	6,3
8	Вертіївка	Чернігівська	I	400	III	250	II	16	7,0
9	Терни	Сумська	I	400	III	250	III	19	6,8
10	Суми	Сумська	II	450	III	250	II	16	6,8
11	Коломак	Харківська	III	500	III	250	III	19	7,6
12	Шевченково	Харківська	II	450	III	250	III	19	7,6
13	Горське	Луганська	III	500	III	250	IV	22	8,6
14	Сахновщина	Харківська	III	500	IV	300	III	19	7,6
15	Сведловськ	Луганська	III	500	V	350	V	28	8,6
16	Просяна	Дніпропетровська	IV	550	IV	300	IV	22	8,7
17	Новоазовськ	Донецька	V	600	V	350	V	28	8,1
18	Бердянськ	Запорізька	V	600	IV	300	V	28	8,3
19	Генічеськ	Херсонська	V	600	V	350	III	19	10,5
20	Роздольне	Крим	IV	550	V	350	II	16	10,6
21	Восіятське	Миколаївська	III	500	IV	300	IV	22	10,1
22	Одеса	Одеська	III	500	V	350	V	28	10,3
23	Ізмаїл	Одеська	III	500	VI	400	III	19	10,8



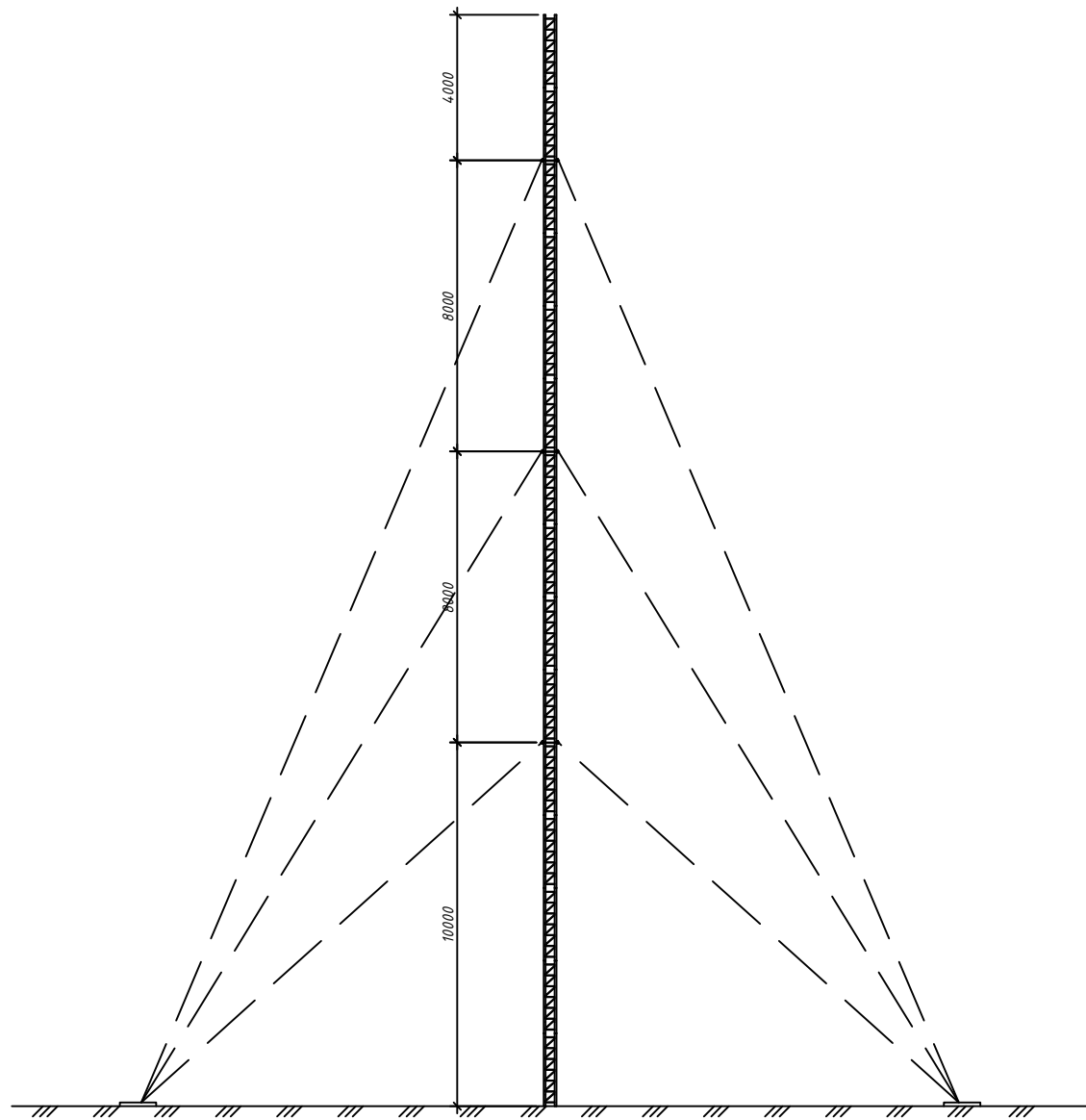
MR 601-БМ.20128

Аналіз тимчасових споруд з легких сталевих наскрізних холодноформованих конструкцій

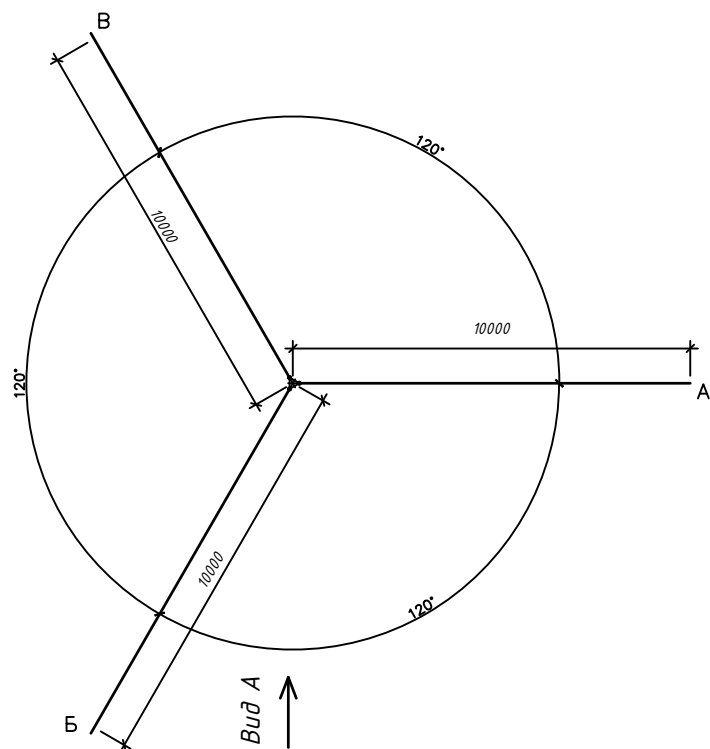
Зм.	Київ	Арх.	Док.	Підпис	Дата
Виконав	Кузнецов Д.В.				
Керівник	Семко О.В.				
Дослідження тимчасових споруд					
Стадія	Архив	Архив	Архив		
	4	2	12		
Аналіз тимчасових споруд на прикладі щогл зв'язку. Аналіз карти тиску вітру та ожеледі за для стандартизації перерізів. Таблиця запропонованих місць можливого зведення щогл зв'язку.					
Н. Копр.	Семко О.В.				
Затверд.	Семко О.В.				

Національний університет "Томашівська політехніка імені Я. Кобилянського" Кафедра Етаці

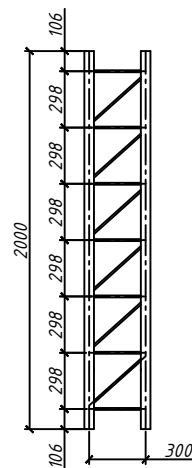
Запропонована щогла Вид А. Масштаб 1:100



План розміщення запропонованої щогли на місцевості. Масштаб 1:100

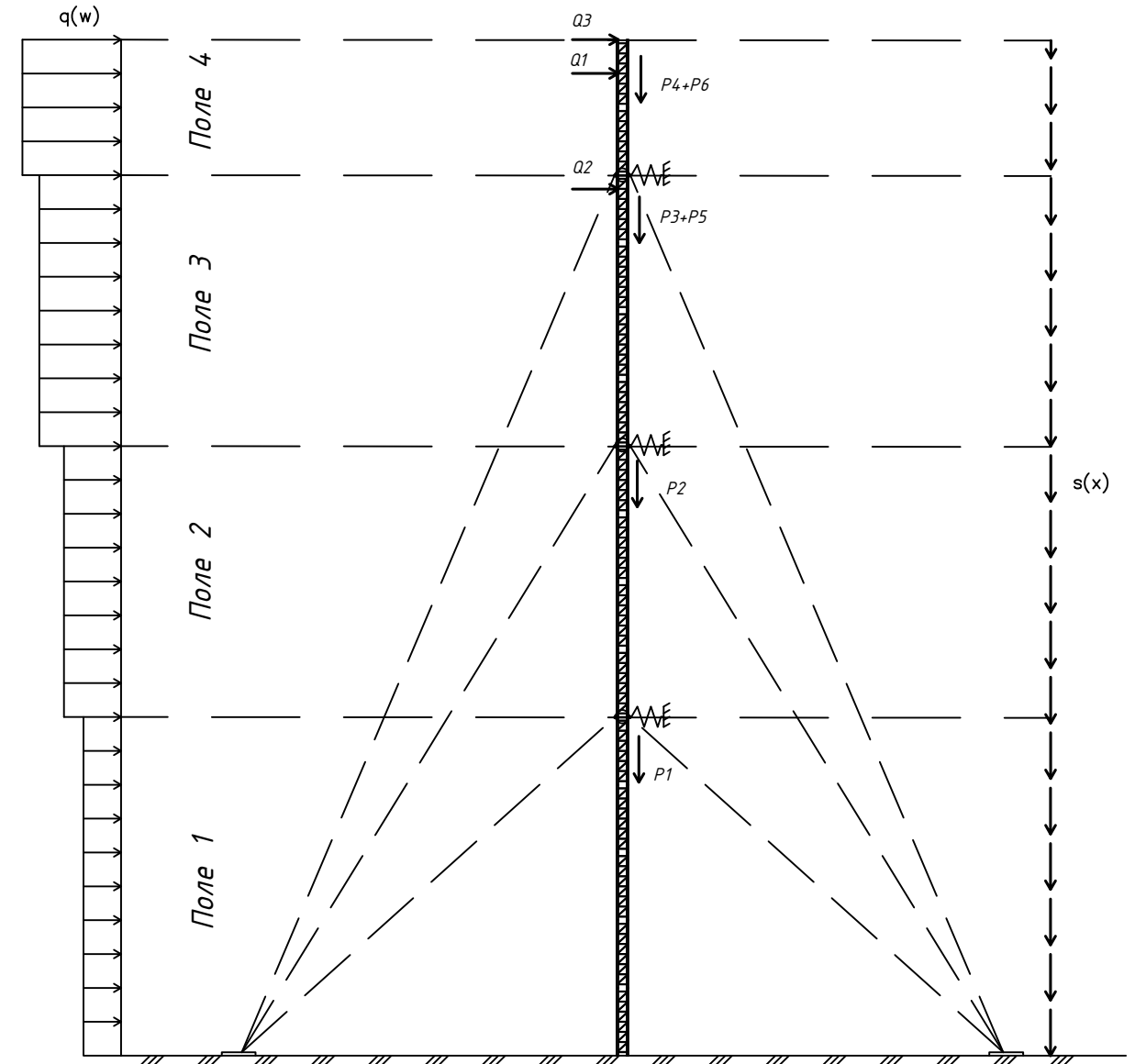


Запропонована типова секція щогли. Масштаб 1:20



Попередні прийняті пояс секцій труба прямошовна діаметром 48 x 3 мм (ГОСТ 10704-91), розлірки та розкоси - круга сталь діаметром 12 мм (ГОСТ 2590-2006). Матеріал металоконструкцій - сталь С245 (ГОСТ 27772-88), Ст 20.

Схематичне зображення сил що діють на щоглу



Умовні позначення:
 $q(w)$ - вітрове навантаження на стовбур щогли;
 $s(x)$ - розподілена власна вага щогли, куди включається навантаження від додаткових деталей і пристроїв закріплених на стовбурі, що мало впливають на характеристики жорсткості але істотно збільшують вагу;
 $P1, P2, P3$ - осьові зосереджені сили, що реалізують вплив на щоглу поперечно напружених вант;
 $P4, P5, P6$ - вага додаткового обладнання також вага обладнання, на верхньому майданчику спільно з вагою обслуговуючого персоналу;
 $Q1, Q2, Q3$ - вітрове навантаження на устаткування.

MR 601-БМ.20128					
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис.	Дата.
Виконав	Кучинський Д.В.				
Керівник	Сенко О.В.				
Н. Контр.	Сенко О.В.				
Затверд.	Сенко О.В.				
Аналіз раціональних місць встановлення та можливостей стандартизації					
У 3 12					

Робота по створенню схеми в SCAD

The image illustrates the workflow in SCAD software for creating a structural model. Key steps include:

- Project Setup:** Configuring the new project settings, including units and language.
- Surface Definition:** Defining the properties of the vertical axis, such as radius and height.
- Axis Creation:** Creating a vertical axis with a specified radius and height.
- Member Definition:** Defining the properties of the lattice members, including their cross-sections and material properties.
- Structure Assembly:** Assembling the lattice structure by connecting members to the central axis.
- Final Model:** The completed 3D model of the tower structure, showing the lattice and its connection to the central axis.

				MP 601-БМ.20128		
				Аналіз тимчасових споруд з легких сталевих наскрізних холодноформованих конструкцій		
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	Аналіз раціональних місць встановлення та можливостей стандартизації
Виконав	Керівник	Семко О.В.				Стаття
Керівник	Семко О.В.					Архів
						4
						12
				Робота по створенню схеми в SCAD		
				Національний університет "Полтавська політехніка імені Ю. Кондратюка" Кафедра БІС		

Таблиці розрахунків аеродинамічних характеристик елементів ґратчастого стовбуру щогли з урахуванням ожеледі відповідно до місця встановлення

№	h (м)	H0 (м)	L (м)	h _{св} (м)	С _п	Висота	Линейн	Г _{пол} (м/с)	Г _н (м/с)	В	h	h _в (м)	Вітр/С _п	h _к (м)	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п				
1	3.000	10.000	5.000	1.400	1.800	Зона I	Ромео	10.00	0.0542	0.3642	2	1.28	0.813	177.2	1.000	1.200	1.300	1.400	1.500	1.600	1.700	1.800	1.900	2.000	2.100	2.200	2.300	2.400	2.500	2.600	2.700	2.800	2.900	3.000	3.100	3.200	3.300	3.400	3.500	3.600	3.700	3.800	3.900	4.000

№	h (м)	H0 (м)	L (м)	h _{св} (м)	С _п	Висота	Линейн	Г _{пол} (м/с)	Г _н (м/с)	В	h	h _в (м)	Вітр/С _п	h _к (м)	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п			
1	3.000	10.000	5.000	1.400	1.800	Зона I	Ромео	10.00	0.0542	0.3642	2	1.28	0.813	177.2	1.000	1.200	1.300	1.400	1.500	1.600	1.700	1.800	1.900	2.000	2.100	2.200	2.300	2.400	2.500	2.600	2.700	2.800	2.900	3.000	3.100	3.200	3.300	3.400	3.500	3.600	3.700	3.800	3.900	4.000	4.100	4.200	4.300	4.400

№	h (м)	H0 (м)	L (м)	h _{св} (м)	С _п	Висота	Линейн	Г _{пол} (м/с)	Г _н (м/с)	В	h	h _в (м)	Вітр/С _п	h _к (м)	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п	С _п
1	3.000	10.000	5.000	1.400	1.800	Зона I	Ромео	10.00	0.0542	0.3642	2	1.28	0.813	177.2	1.000	1.200	1.300	1.400	1.500	1.600	1.700	1.800	1.900	2.000	2.100	2.200	2.300	2.400	2.500	2.600	2.700	2.800	2.900	3.000	3.100	3.200	3.300	3.400	3.500	3.600	3.700	3.800	3.900	4.000	4.100	4.200	4.300	4.400	

Умовні позначення до таблиць:
 А - Висота розрахункового поля;
 В - Діаметр стовбура розрахункового елемента (на висоті щогли);
 Г - Висота середнього розрахункового поля від основи щогли з урахуванням її можливого кренування;
 С_п - Коэффициент висоти стовбура (коэффициент, який враховує вплив впродовж тиску на висоту) за м. 5.9. ДЕН В.1.2-2:2006;
 h_к - Діаметр елементів розрахункового поля;
 h_в - Площа об'єкту розрахунку поля;
 В_п - Площа горизонтального елемента щогли розрахункового поля;
 С_п - Числовий коефіцієнт, що вказує частоту вітрових поривів 12-м. ДЕН В.1.2-2:2006.
 А - Діаметр, обмежений контуром розрахункового поля;
 С_п - Аеродинамічний коефіцієнт (коэффициент) на елемент конструкції;
 К - Аеродинамічний коефіцієнт (коэффициент) на елемент конструкції;
 С_п - Аеродинамічний коефіцієнт (коэффициент) на елемент конструкції;
 Ф - Коэффициент заломлення на шквело 16. ДЕН В.1.2-2:2006;
 П - Коэффициент, що вказується відповідно до ст. 17. ДЕН В.1.2-2:2006.

MR 601-БМ.2018

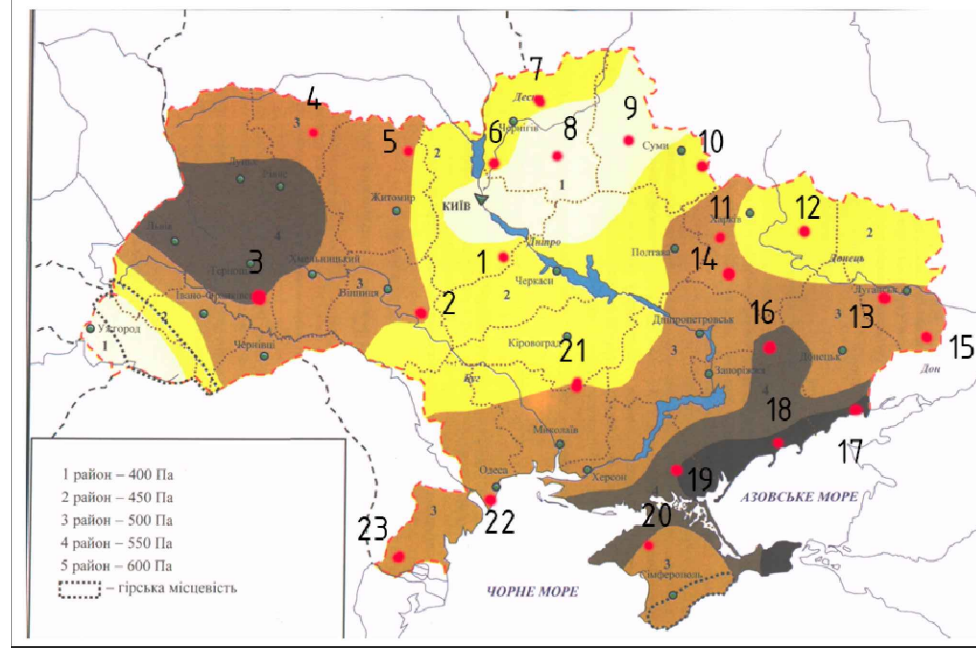
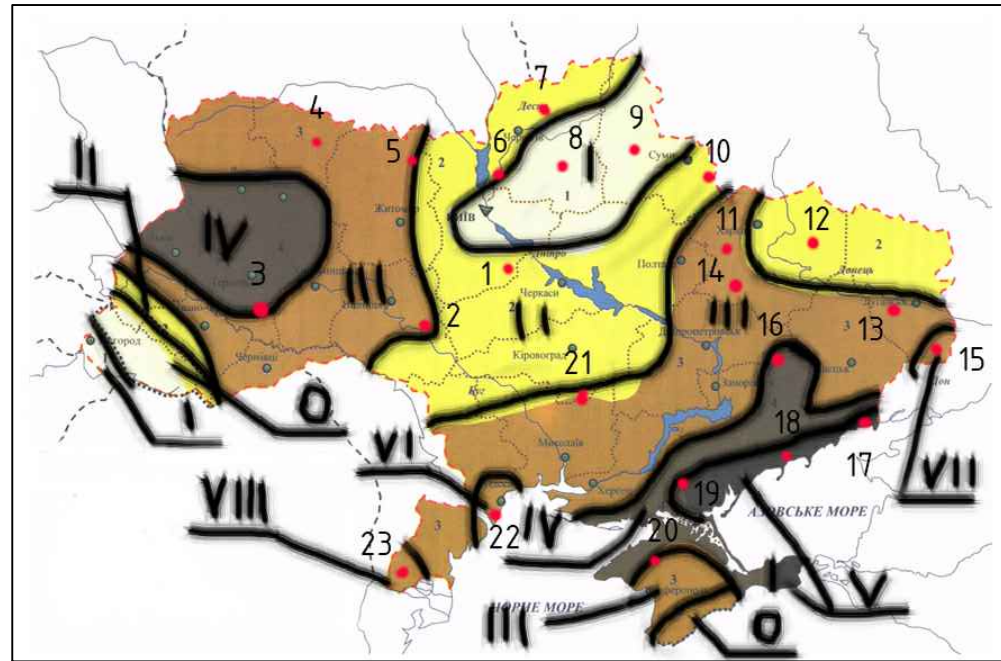
Аналіз тимчасових споруд з легких сталевих наскрісних холодноформованих конструкцій встановлення та можливості стандартизації

Зм. Київ, Арк. Док. Підпис Дата
 Виходив Кувальчук ДВ
 Керівник Сенина О.В.
 Н. Контр. Сенина О.В.
 Завтрад.

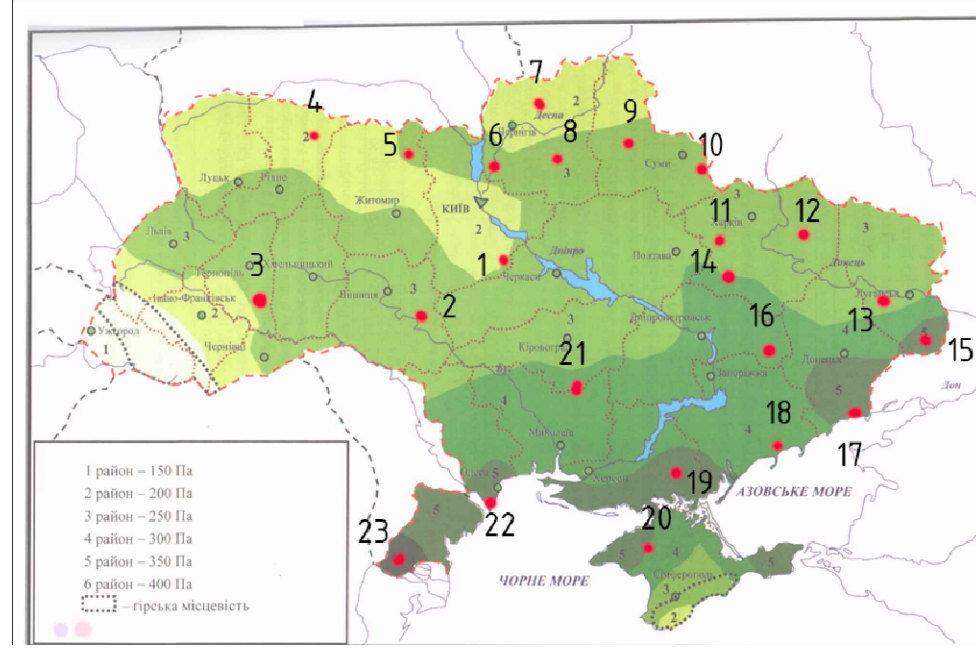
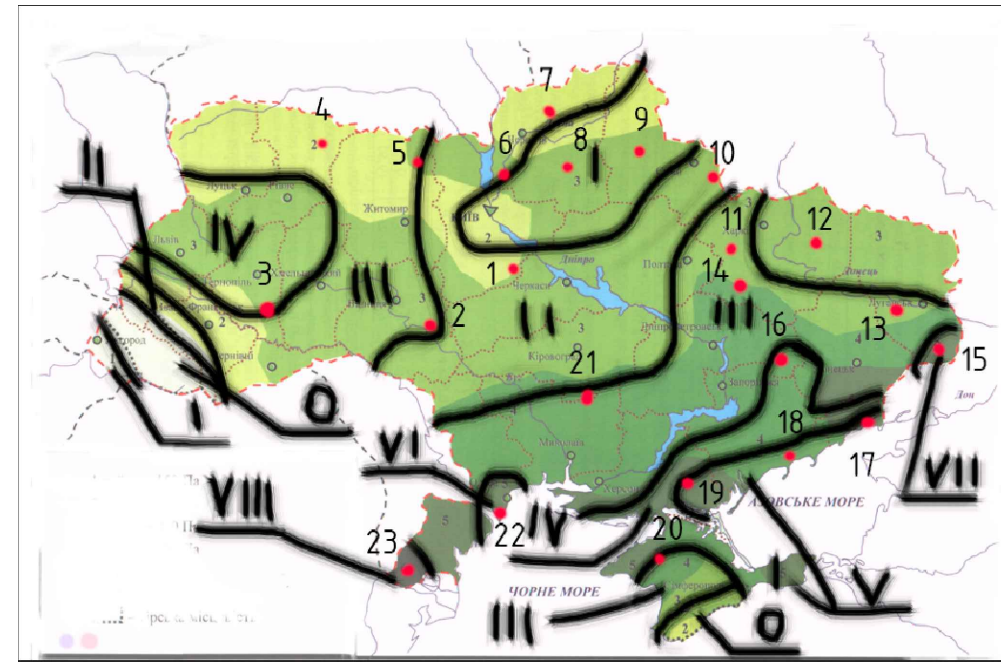
Стаття Аркуш Аркшів
 4 7 12

Аналіз тимчасових споруд з легких сталевих наскрісних холодноформованих конструкцій встановлення та можливості стандартизації
 Полтавський університет "Полтавська національна інженерно-технічна академія" кафедра БТД

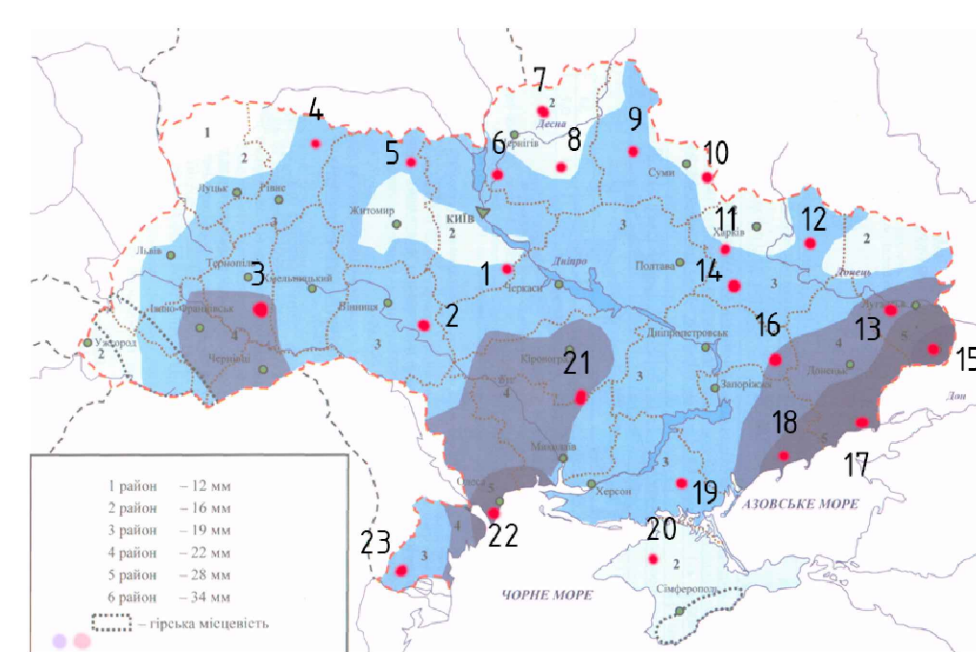
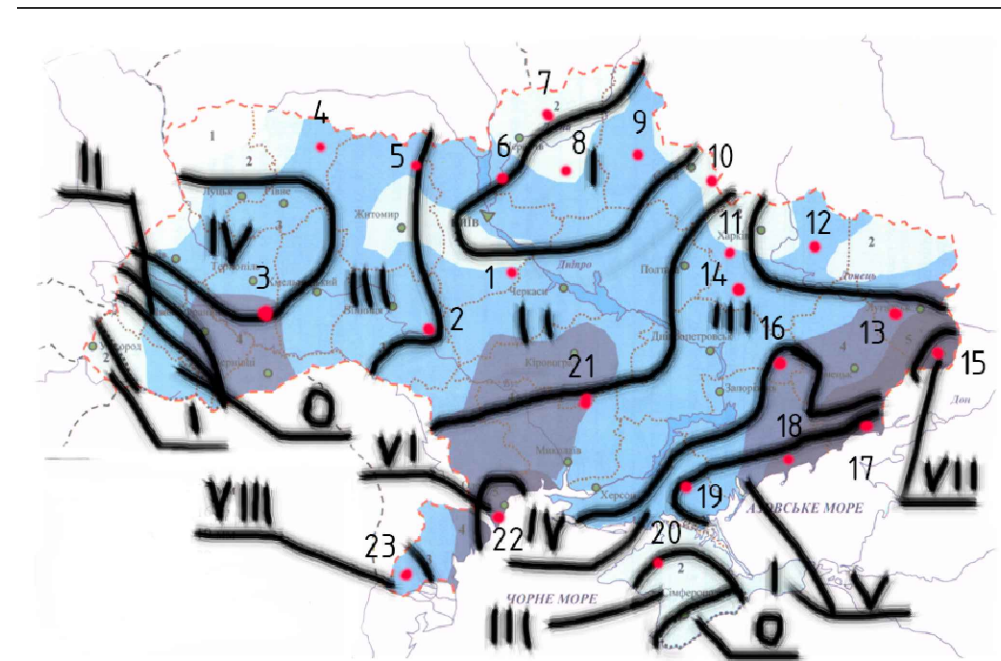
Порівняння виведеної карти з картами вітрового тиску, вітрового тиску при ожеледі та ожеледі



1 район – 400 Па
2 район – 450 Па
3 район – 500 Па
4 район – 550 Па
5 район – 600 Па
----- гірська місцевість



1 район – 150 Па
2 район – 200 Па
3 район – 250 Па
4 район – 300 Па
5 район – 350 Па
6 район – 400 Па
----- гірська місцевість



1 район – 12 мм
2 район – 16 мм
3 район – 19 мм
4 район – 22 мм
5 район – 28 мм
6 район – 34 мм
----- гірська місцевість

Таблиця запропонованих місць можливого зведення щогл зв'язку

№	Місце будівництва		Вітер влітку		Вітер взимку		Ожеледь		Сер. Темп. повітря, °С
	Населений пункт	Область	район	W ₀ , Па	район	W ₀ , Па	район	b, мм	
1	Миронівка	Київська	II	450	III	250	III	19	7,8
2	Немиров	Вінницька	III	500	III	250	III	19	7,3
3	Теребовля	Тернопільська	IV	550	III	250	IV	22	6,9
4	Сарни	Рівненська	III	500	II	200	III	19	7,4
5	Овруч	Житомирська	III	500	III	250	III	19	7,1
6	Остер	Чернігівська	II	450	III	250	III	19	7,0
7	Городня	Чернігівська	II	450	II	200	I	12	6,3
8	Вертівка	Чернігівська	I	400	III	250	II	16	7,0
9	Терни	Сумська	I	400	III	250	III	19	6,8
10	Суми	Сумська	II	450	III	250	II	16	6,8
11	Коломак	Харківська	III	500	III	250	III	19	7,6
12	Шевченково	Харківська	II	450	III	250	III	19	7,6
13	Горське	Луганська	III	500	III	250	IV	22	8,6
14	Сахновщина	Харківська	III	500	IV	300	III	19	7,6
15	Сведловськ	Луганська	III	500	V	350	V	28	8,6
16	Просяна	Дніпропетровська	IV	550	IV	300	IV	22	8,7
17	Новоазовськ	Донецька	V	600	V	350	V	28	8,1
18	Бердянськ	Запорізька	V	600	IV	300	V	28	8,3
19	Генічеськ	Херсонська	V	600	V	350	III	19	10,5
20	Роздольне	Крим	IV	550	V	350	II	16	10,6
21	Восіятське	Миколаївська	III	500	IV	300	IV	22	10,1
22	Одеса	Одеська	III	500	V	350	V	28	10,3
23	Ізмаїл	Одеська	III	500	VI	400	III	19	10,8

Гірська місцевість відмічена на карті окремим регіоном (0) оскільки в цьому регіоні може змінюватись методика розрахунку від географічної висоти та рельєфу місцевості

					MP 601-БМ.20128		
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Аналіз тимчасових споруд з легких сталевих наскрізних холодноформованих конструкцій		
Виконав	Курнцов Д.В.				Аналіз раціональних місць встановлення та можливостей стандартизації		
Керівник	Сенко О.В.				Стадія	Аркуш	Аркушів
					У	11	12
					Аналіз тимчасових споруд на прикладі щогл зв'язку. Аналіз карти тиску вітру та ожеледі за для стандартизації термостійкості. Таблиця запропонованих місць можливого зведення щогл зв'язку.		
Н. Контр.	Сенко О.В.				Національний університет "Полтавська політехніка імені Ю. Кондратюка" Кафедра ЕІСІ		
Затверд.	Сенко О.В.						

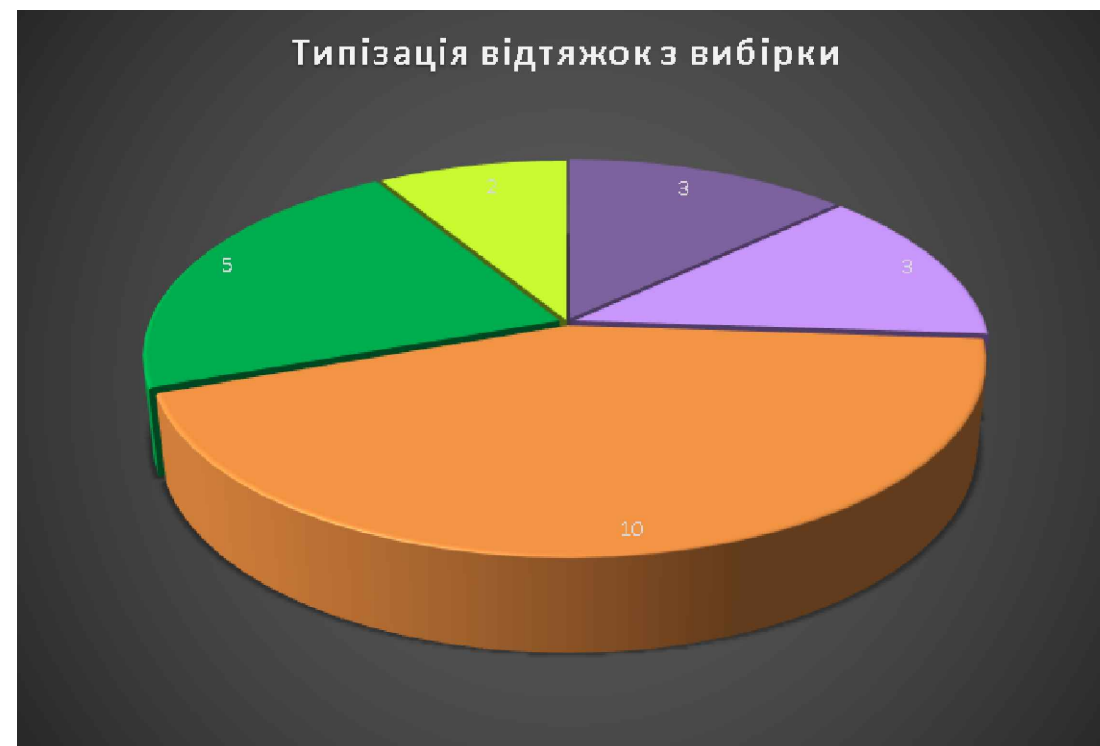
Відсоткове та кількісне співвідношення типізованих секцій



Типізація секції та відтяжок з вибірки у зведеній формі

ТИПІЗАЦІЯ СЕКЦІЇ		ТИПІЗАЦІЯ ВІДТЯЖОК	
1	8;9	1	8;9
2	1;6;7;10;12	2	1;6;7;10;12
3	2;4;5;11;13;14;21	3	2;4;5;11;13;14;21;22;23
4	3;16;20	4	3;16;20
5	17;18;19	5	17;18;19
6	22		
7	15		
8	23		

Відсоткове та кількісне співвідношення типізованих відтяжок



						MP 601-БМ.20128		
Зн.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	Аналіз раціональних місць встановлення та можливостей стандартизації		
Виконав	Курмачів Д.В.					Стаття	Аркуш	Аркушів
Керівник	Семко О.В.					У	12	12
						Відомо про кількісне співвідношення типізованих відтяжок; Типізація секцій та відтяжок з вибірки у зведеній формі		
Н. Контр.	Семко О.В.					Національний університет "Львівська політехніка" ім. Я. Кобилянського, кафедра ЕКЦ		
Затверд.	Семко О.В.							

ВСТУП

Актуальність теми: У сучасному світі широкого застосування здобувають споруди які мають різноманітні призначення. Споруди які мають на меті заощадити час на будівництво, монтаж, та подальший демонтаж переважно виконуються з металу. Для спрощення транспортування та зменшення впливу навколишніх факторів вітру температури та інших факторів які впливають на споруду, виконання металевих конструкцій відбувається з наскрізного каркасу. Висока здатність сприймати значні навантаження забезпечуються завдяки невеликих перетинах в порівнянні зі значною міцністю металу. Зручність металевих конструкції беззаперечно оскільки їх легко підсилювати при збільшенні навантажень, а при виникненні дефектів вони легко піддаються ремонту.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами: Робота виконувалася в розвиток держбюджетної дослідної теми у Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» «Енергоефективні конструктивні рішення елементів будівель» № держреєстрації – 0121U109497, термін виконання 2021 – 2022 рр., вона відповідає напряму наукових досліджень кафедри навчально-наукового інституту архітектури, будівництва та землеустрою.

Метою роботи: є дослідити можливості стандартизації елементів наскрізних металевих конструкції залежно від місця встановлення по території України. Розроблення карти стандартизації елементів відповідно до територіального розміщення металевих наскрізних будівель на території України.

Завдання дослідження:

- виконати дослідження можливих типів металевих конструкцій загалом присутніх на теперішній час;
- дослідити типізацію та нормативну літературу по прозорим конструкціям;

- розробити проектні рішення по запропонованій типізованій секції для щогли мобільного зв'язку;
- провести аналітичні розрахунки завдяки новітнім методам моделювання та визначити коефіцієнти використання несучої здатності елементів та конструкції відносно місця встановлення;
- розробити карту для пришвидшення швидкості розрахунку щогл зв'язку;

Об'єкт дослідження: елементи та самі споруди з легких сталевих наскрізних холодно формованих конструкції.

Предмет дослідження: нормативні документи ДБН та наукові дослідження авторів, сучасні технології проектування та моделювання (SCAD).

Методи дослідження: При розрахунку використовувався метод кінчених елементів в програмі SCAD. Для виведення місць метод порівняння також методи: аналіз джерел, метод узагальнення, методів порівняння, аналізу вихідних та отриманих в ході обстеження даних, метод пояснення отриманих даних, метод прямих геометричних параметрів.

Наукова новизна роботи: полягає в тому, що одержані результати аналізу підлягають можливості стандартизації конструкцій та дають змогу провести більш детальні дослідження в можливості стандартизації конструкції в цілому залежно від місця встановлення конструкції. Також результати аналіз дають змогу пришвидшення створення проектної документації та оптимізації роботи у виведених районах будівництва залежно від місця встановлення.

Практичне значення одержаних результатів: зменшення часу на проектування тим самим зменшення вартості проектних робіт.

Обсяг та структура роботи. Магістерська робота складається зі вступу, трьох розділів та списку використаних літературних джерел із 40 найменувань. Робота викладена на 109 сторінках, в тому числі 47 рисунків, 28 таблиць та 4 сторінки списку використаних джерел.

РОЗДІЛ 1

									Арк
									2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

602БП. 13015. ПЗ

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ, ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ

1.1. Дослідження ринку використання конструкцій з металу.

У 2020 році обсяг світового ринку лиття металу сягнув 131 мільярдів доларів США. Заглядаючи у майбутнє, IMARC Group очікує, що у 2021-2026 роках ринок зростатиме в середньому на 7,6%. Пам'ятаючи про невизначеність COVID-19, ми постійно відстежуємо та оцінюємо прямий, а також опосередкований вплив пандемії на різні області кінцевого споживання. Ці ідеї включені до звіту головних учасників ринку Рис(1.1) [1].

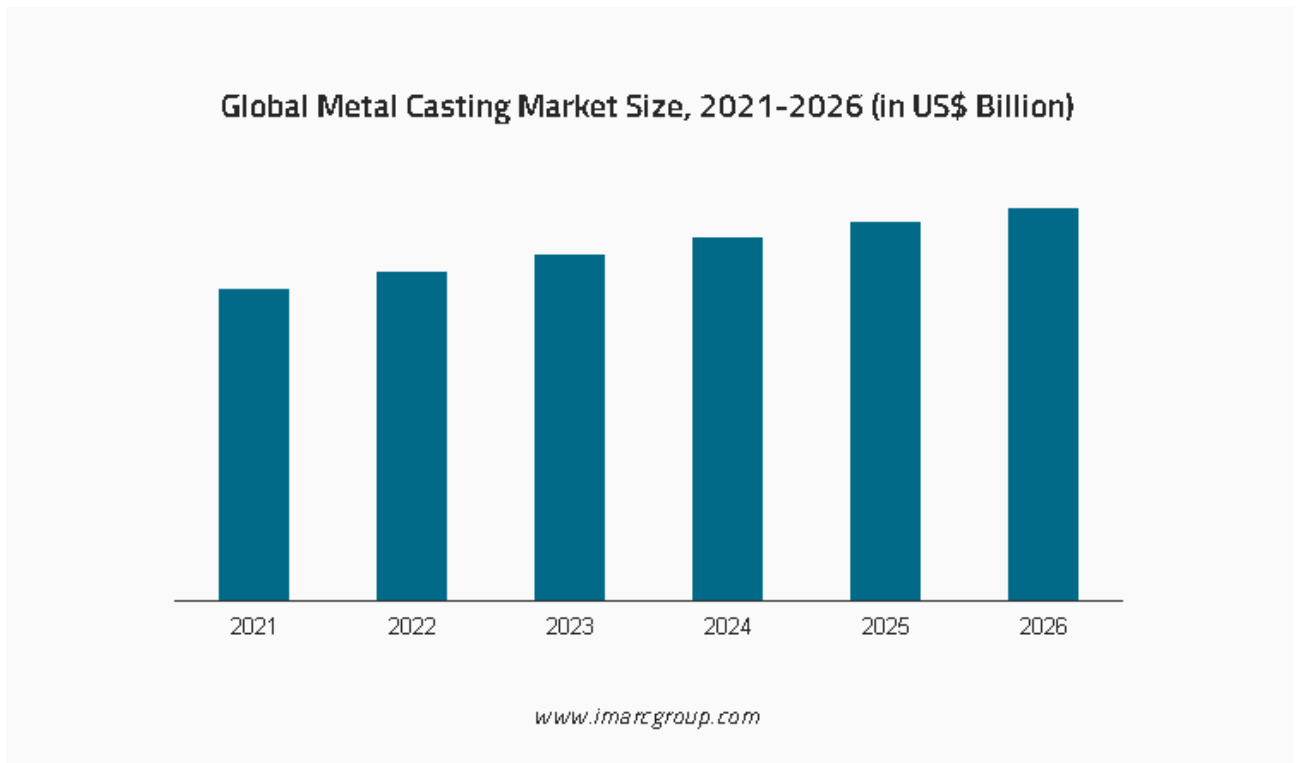


Рисунок 1.1 – Розмір світового ринку лиття металів

Будівництво – одна з найбільших галузей кінцевого використання виробів із нержавіючої сталі. Різна інфраструктура та будівельні майданчики вимагають великої кількості нержавіючої сталі для підвищення естетичної привабливості та стійкості конструкції до корозії. Швидка урбанізація та зростання населення планети, ймовірно, стимулюватимуть попит на будівлі та інфраструктуру. Згідно з прогнозами Організації Об'єднаних Націй «World Population Prospects 2017», чисельність населення світу досягне 8,6 мільярда

					602БП. 13015. ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

до 2030 року та ще 1,2 мільярда до 2050 року. Це, у свою чергу, сприятиме збільшенню попиту на нержавіючу сталь у найближчі роки.

Збільшення обсягів ринку виробництва сталі можливо відстежити на прикладі збільшення розмірів китайського ринку нержавіючої сталі Рис (1.2) [2].

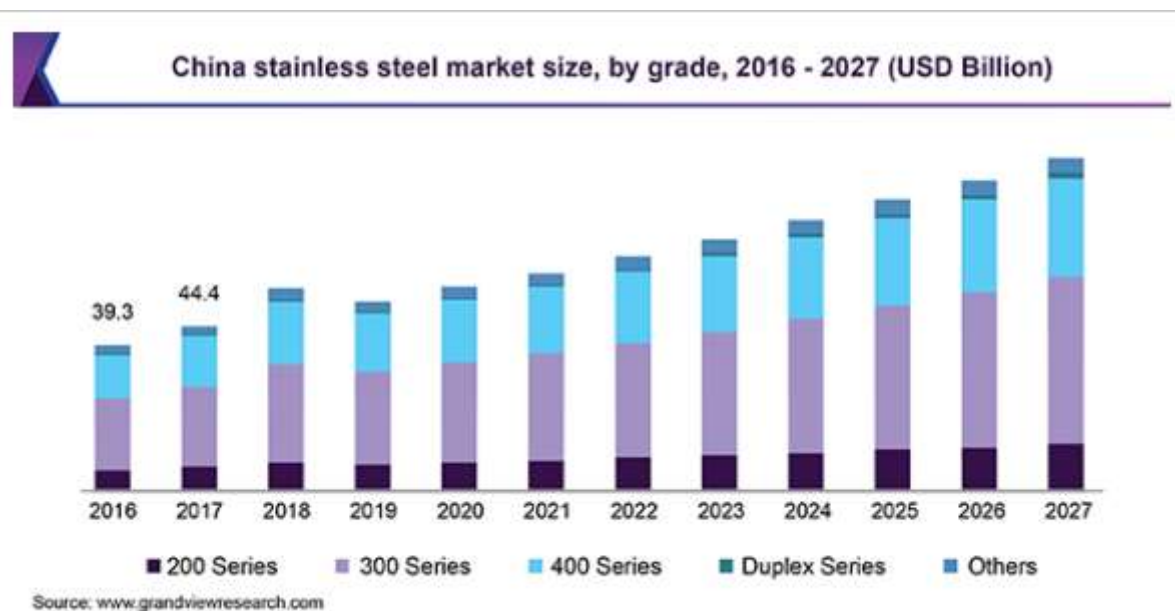


Рисунок 1.2 – Розмір китайського ринку нержавіючої сталі за сортами

Лиття металу - це процес, при якому розплавлений метал заливається в порожнистий контейнер бажаної геометричної форми для утворення деталі, що затверділа. Існує безліч надійних та ефективних матеріалів для металевого лиття, таких як сірий чавун, високоміцний чавун, алюміній, сталь, мідь та цинк. Металеве лиття дозволяє виробляти об'єкти складної форми та дешевше в порівнянні з іншими виробничими процесами для виробництва середніх та великих партій виливків. Литі металеві вироби є невід'ємною частиною людського життя та економіки, оскільки вони входять до складу 90% промислових товарів та обладнання, починаючи від побутової техніки та хірургічного обладнання та закінчуючи найважливішими компонентами літаків та автомобілів.

Раннє застосування тонкостінних алюмінієвих профілів обмежувалося

ситуації, коли важливою була економія ваги. З прогресом у сирому вигляді

сам матеріал та виробничі процеси, асортимент актуальних та потенціал використання практично необмежений.

Технологія лиття металу дає безліч переваг; він допомагає підвищити енергоефективність, знизити виробничі витрати, покращити якість довкілля та створити нові інноваційні литі вироби. Завдяки цим перевагам він використовується в трубах та фітингах, гірничодобувному та нафтопромислому устаткуванні, двигунах внутрішнього згорання, залізницях, арматурі та сільськогосподарському устаткуванні, які значною мірою залежать від лиття для створення однорідних продуктів. Крім того, ливарні заводи покладаються на вторинну переробку металу як економічне джерело сировини, що значно знижує кількість металобрухту. Крім того, постійні дослідження в галузі лиття металів забезпечують інновації та покращення в процесі лиття, включаючи розробку лиття за виплавлюваними моделями та комп'ютерними інструментами візуалізації для ливарників з метою створення альтернативних засобів лиття під тиском. Ці передові технології лиття дозволяють дослідникам ливарного виробництва виробляти бездефектні виливки та допомагають їм детально досліджувати явища, пов'язані з параметрами нового процесу лиття. Більш того, умови навколишнього середовища, що погіршуються, спонукали виробників розробляти виливки на основі моделювання, щоб скоротити відходи та експлуатаційні витрати. Ключова сегментація ринку: IMARC Group надає аналіз ключових тенденцій у кожному сегменті звіту про світовий ринок лиття металів, а також прогнози зростання на глобальному та регіональному рівні у 2021-2026 роках. У нашому звіті ринок розподілений за категоріями на основі процесу, типу матеріалу, кінцевого використання, компонентів, типу

										Арк
										5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

602БП. 13015. ПЗ

транспортного засобу, електричного та гібридного типу та галузі застосування. Розбивка за процесами Рис(1.3) [1]:

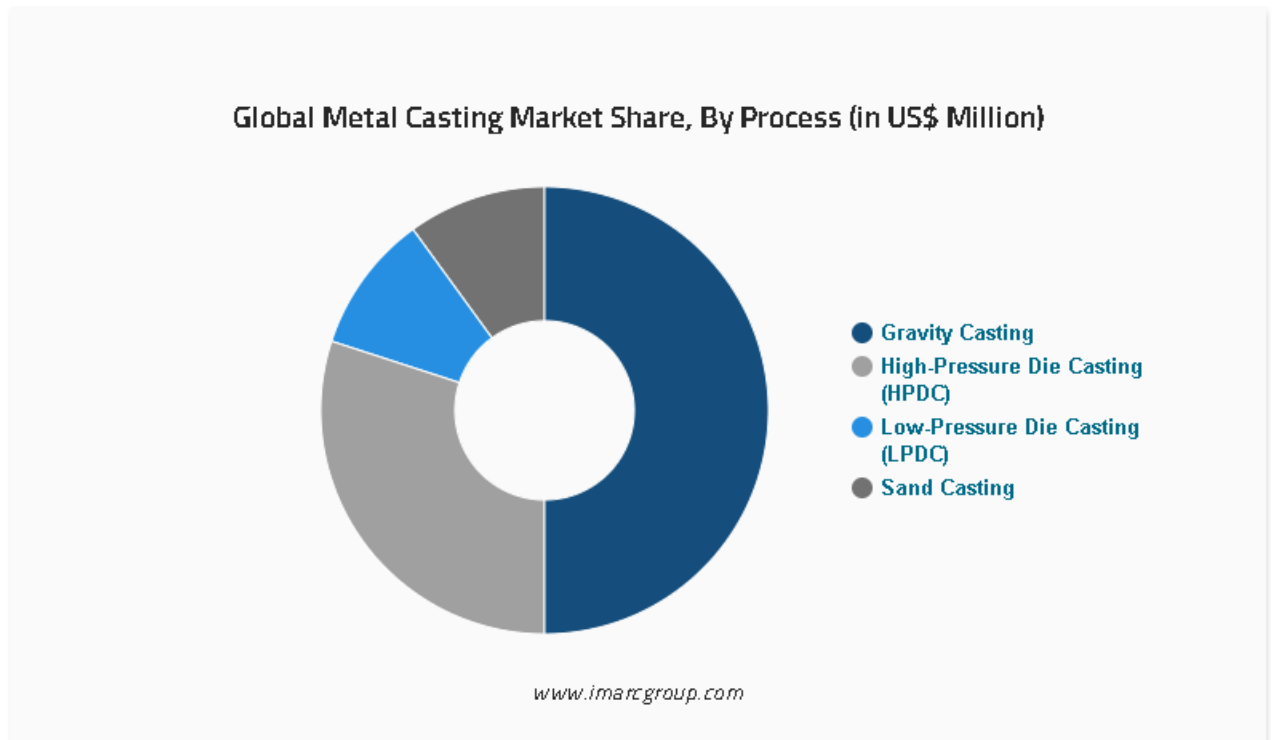


Рисунок 1.3 – Розмір світового ринку лиття металів

Лиття в піщані форми

Гравітаційне лиття

Лиття під високим тиском (HPDC)

Лиття під низьким тиском (LPDC)

Інші

1.2. Завдання перед металевими конструкціями. Переваги та недоліки металевих конструкцій.

Сьогодні легкі металеві конструкції все частіше використовують для будівництва промислових будівель. Така популярність обумовлена бажанням замовника мінімізувати фінансові витрати та час, що витрачається на будівництво об'єкта. Виробничі приміщення повинні насамперед відповідати всім вимогам санітарно-технічних норм, а для цього не обов'язково використовувати класичну технологію будівництва з цегли або бетонних блоків. Збірні конструкції – це сучасне, практичне та економічне вирішення

					602БП. 13015. ПЗ	Арк
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

всіх проблем. Будівництво - одне з найважливіших сталеливарних галузей, яку припадає понад 50% світового попиту сталь.

Важко підсумовувати корисність та переваги сталі за один раз. Можна багато сказати про переваги використання сталевих конструкцій. Використання стали стало звичайною практикою в основному через безліч переваг і більш високу стабільність сталевих конструкцій за розумних витрат. Сталь стала чудовим будівельним матеріалом у будівельній галузі, оскільки забезпечує чудову довговічність та довговічність при проектуванні конструкцій, залежно від форми та геометрії конструкції. До того, як використання сталі в будівництві стало звичайною практикою вага будівельного матеріалу та його щільність визначали витривалість, стійкість конструкції та його можливості в реалізації архітектурних проектів.

Розвиток використання сталі у будівельній галузі призвів до нового концептуального підходу до нових, але міцних конструкцій. Оскільки сталь має більшу межу міцності на розтягування, вона дозволяє розробляти нові структурні системи і пропонує каркасну жорсткість для створення далекосяжних естетичних можливостей для будівництва або пов'язаного з ним проекту.

1.2.1. Переваги використання сталевих конструкцій. Дизайн є однією з найбільш очевидних переваг використання сталевих конструкцій у будівництві є здатність сталі долати великі прольоти. Це дозволяє інженерам розширювати свої можливості, дозволяючи їм створювати новий/великий простір, використовуючи сталеві вироби, які просто не були доступні з іншими матеріалами. Сталева конструкція рекомендується для важких конструкцій, придатних для всіх типів промислових будівель. Від нижнього поверху до поверху можна легко побудувати ферму з шаховим ухилом, балочну плиту та конструкцію із зубчастими балками. При використанні сталі можливі довгі відкриті прольоти, які неможливо реалізувати в бетоні або на дерев'яній опорі. Загальна форма для збірної сталевої будівлі - це простий прямокутник. Однак сталь використовується для створення складніших конструкцій.

									Арк
									7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Найважливішою перевагою дизайну сталі може бути її здатність долати великі відстані, не перериваючи внутрішніх колон. Тому будівельники авіаційних ангарів використовують сталевий каркас. Внутрішній простір із чистим прольотом забезпечує більшу гнучкість планування поверху. Це також дає більшу свободу для пізніших ремонтів та змін. Це консоль із сталі простої конструкції.

Міцність та довговічність. Компоненти з конструкційної сталі міцніші і легші за компоненти з несучого бетону або дерева. Несуча сталева конструкція на 30-50% легша за свій дерев'яний аналог. Це робить структуру із металу більш міцною та довговічною, ніж традиційна дерев'яна конструкція.

Крім міцності, металеві структури більшою мірою здатні витримувати екстремальні навантаження або суворі погодні умови, такі як землетруси, сильний вітер, урагани та сильний снігопад. Вони також стійкі до іржі і, на відміну від дерев'яних конструкцій, не піддаються впливу термітів, плісняви, комах, плісняви та грибкового забруднення. До того ж вони більш вогнестійкі порівняно з дерев'яними/ПКК.

Легка вага. Це може бути дивно, якщо ви будете важити шматок дерева 2 на 4 квадратних сантиметра і шматок сталі 2 на 4 см в профілі, однакової довжини, сталь буде важити більше через свою щільність. Однак, коли в каркасі використовується сталь, структура балки робить її легшою, ніж балка з дерева/бетону з тією ж несучою здатністю.

Простота монтажу та швидкість будівництва. Деталі попередньо виготовляються за конкретною конструкцією на заводі-виробнику або в цеху виготовлення та відвантажуються у готовому до встановлення стані. Отже це значно прискорює час будівництва. Таким чином, можна реалізувати масштабні проекти в більш короткий термін, ніж зазвичай. Звичайні сталеві конструкції споруджуються з гарячекатаних балок і колон, балок з відкритою стінкою та металевих настилів. Оскільки конструкційну сталь складно виготовляти дома, її зазвичай ріжуть, формують і просвердлюють у виробничому цеху відповідно до проектними специфікаціями; це може

									Арк
									8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

призвести до порівняно швидкого та точного будівництва. Завдяки простоті виготовлення легко встановити та зібрати на місці, а також немає необхідності вимірювати та різати деталі на місці.

Універсальність використання не можливо переоцінити, тому що їй можна надати практично будь-якої форми, що робить її привабливим варіантом як для житлових, так і для комерційних будівель Рис 1.4 [3].



Рисунок 1.4 – Пекінський національний стадіон - місце проведення Олімпійських ігор 2008 року / Beijing National Stadium

(39° 59' 27.07" N, 116° 23' 6.67" E)

Гнучкість - одна з головних переваг сталеві конструкції, що означає, що її можна спроектувати відповідно до необхідних потреб. Це допомагає проектувати сталеві конструкції таким чином, щоб вони могли протистояти сильним вітрам чи землетрусам, особливо у разі мостів чи високих веж Рис 1.5[4].

Пластичність Під якістю пластичності розуміється особливість стійкості за впливу величезної сили. Сталь, як правило, не тріскається на відміну порівняно крихких матеріалів. Ця властивість дозволяє будинкам згинатися або деформуватися без руйнування, якщо є будь-який ризик

										Арк
										9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

руйнування, тим самим попереджаючи мешканців про необхідність заздалегідь покинути будівлю. Руйнування не відбувається відразу. Ось чому будівлі зі сталевих конструкцій менше схильні до землетрусів. Будівля з залізним каркасом дасть вам час вибратися з неї в разі небезпеки раптового обвалення.



Рисунок 1.5 – Небесне дерево Токіо/ Tokyo Sky Tree (634м)

(35° 42' 36.36" N, 139° 48' 38.52" E)

Вогнестійкість. Мають високу вогнестійкість у порівнянні з деревом, що знижує ризик виникнення пожежі в будівлі. Розповсюдження

									Арк
									10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

602БП. 13015. ПЗ

вогню зменшується, якщо в будівлі більше сталевих конструкцій. Для підвищення цієї якості конструкційної сталі використовуються спеціальні вогнезахисні покриття. Фарба для сталі, що спучується Рис 1.6 [5].

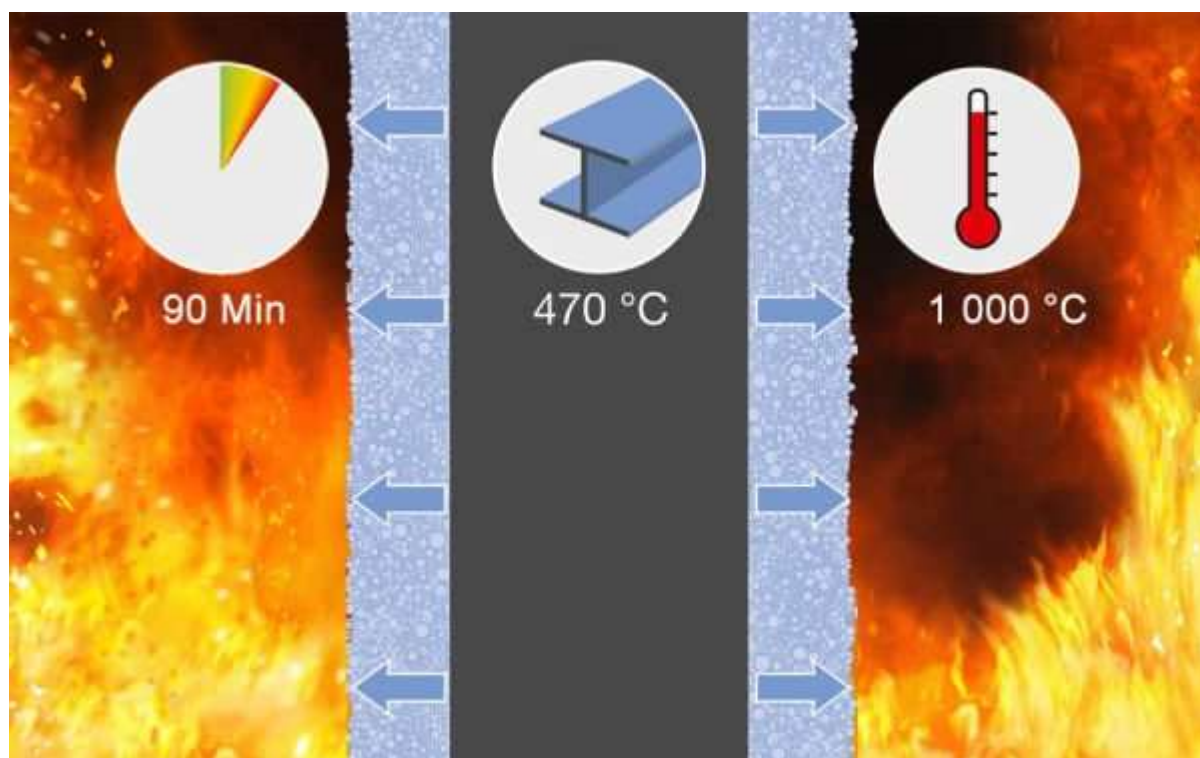


Рис 1.6 – Вогнестійкість сталі зі спученою фарбою

Стійкість до шкідників. Метал стійкий до термітів, і вони не є кормом для ссавців або комах. Порівняно з дерев'яними конструкціями сталеві конструкції вимагають меншого догляду. Металоконструкції також не вимагають обробки захисту від комах.

Стійкість до вологи та погодних умов. Напрочуд стійкі до вологи, хоча цей привілей може бути трохи порушений залежно від вмісту вуглецю в сталі, що використовується. Гаряче цинкування та додаткова порошкова обробка для підвищення стійкості до іржі зроблять компонент із конструкційної сталі ще більш стійким до впливу води. Важливий захист з міркування для компонентів, схильних до погодних коливань та абразивних впливів зовнішнього клімату.

Можливість підсилення і модернізацій. Металопродукція може бути змінена або скоригована за бажанням власника. Наприклад, сталеву стіну

										Арк
										11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

можна легко змінити або перемістити, щоб розширити простір або створити нове внутрішнє планування будівлі. Ця здатність адаптуватися до змін дозволяє спростити розширення та водночас допомагає продовжити термін служби конструкції.

Екологічно чистота. Сталь – один із найбільш перероблюваних матеріалів у світі. Використання та можливість переробки значною мірою економить природні ресурси та енергію, що у свою чергу, знижує вартість виробництва нової продукції.

Можливість будівництва тимчасових споруд з легких сталевих наскрізних холодно формованих конструкції Використання сталі у тимчасових конструкціях можна легко збудувати за допомогою різних методів, таких як зварювання, скріплення болтами, клепами, а також їх можна легко розібрати. Це скорочує час, необхідний за для виготовлення тимчасової конструкції, і тому професійні виробники стали використовують сталь для тимчасових конструкцій. Це зручно, якщо є бажання отримати міцну конструкцію за короткий проміжок часу Рис 1.7 [6]..

					602БП. 13015. ПЗ	Арк
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис 1.7 – Лісовий парк Пінлін, Тайвань, Китай/Taiping District,
Taichung, Taiwan, China Pinglin Forest Park
(24°8'55"N, 120°43'49"E)

Індекс ризику відповідно до «SP 7» (1983, Національний будівельний кодекс Індії), індекс ризику для будівлі зі сталевим каркасом дуже низький, і жодного захисту не потрібно. Однак додавання блискавки приймачі і системи заземлення може значно покращити ступінь захисту за дуже невеликих додаткових витрат і може бути доцільним.

1.2.2. Недоліки використання сталевих конструкцій. Високі експлуатаційні та капітальні витрати. Ржавіння після піддавання суворим або агресивним погодним умовам, можуть зазнати корозії через вплив на сталь атмосферного кисню або агресивного середовища Рис 1.8 [7]. Для запобігання такій проблемі часто потрібне дороге нанесення фарб. Отже, вартість технічного обслуговування сталі може зрости, що непокоїть звичайного користувача. Крім того, первісна вартість будівництва споруди з сталі вища порівняно з бетонними, дерев'яними спорудами. Для виготовлення сталевої каркасів потрібна кваліфікована праця, ніж для конструкції з бетону, дерева.

					602БП. 13015. ПЗ	Арк
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.8 – Наслідок відсутності захисного шару фарби, корозія металу

Сприйнятливість до жолоблення, вигин у сталевому будинку Рис(1.9). Через високе співвідношення міцності і ваги сталеві вироби в цілому більш тонкі. Отже, більш схильні до вигину стінки, ніж залізобетонні елементи. В результаті може знадобитися використання значної кількості матеріалів тільки для покращення опору вигину тонких сталевих виробів.



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

602БП. 13015. ПЗ

Арк

14

Рисунок 1.9 – Приклад наслідку вигину стінки двотаврової колони

Втома та переломи Рис 1.10 [8]. Металоконструкції досить схильні до втоми. Значні коливання міцності на розтяг піддають сталеві елементи надмірному розтягуванню, що знижує їх загальну міцність. Сталь також схильна до тендітного руйнування, коли втрачає пластичність. Ці два несприятливі фактори збільшують його шанси на жолоблення, що, як правило, є причиною втрати стійкості. Усування цього недоліку вирішується додаванням високоміцних сталей вертикальні елементи каркасу, які можуть успішно зміцнити основну конструкцію.

					602БП. 13015. ПЗ	Арк
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.10 – Приклад наслідку втоми металу

Вогнестійка обробка. Хоча сталеві елементи негорючі до температури, міцність сталі сильно погіршується при дії високих температур, що робить їх сприйнятливими до вигину і втрати стійкості стінки. Крім того, сталь є гарним провідником тепла, займає дотичні матеріали і часто викликає пожежі, які швидко поширюються на інші частини будівлі. За високих температур відбувається пластична деформація під навантаженням, що викликає великі прогини сталевих елементів. Будь-які напруги на основному сталевому елементі передають навантаження іншим елементам, що може призвести до обвалення. Отже, сталеві конструкції можуть вимагати додаткової вогнезахисної обробки.

Помилка при виготовленні. Хоча сталь є універсальним матеріалом, нелегко внести виправлення на місці, якщо один або кілька компонентів не підходять належним чином. Більшість виробників металевих будівель дотримуються суворих процедур забезпечення якості, щоб забезпечити правильне приєднання всіх частин будівлі. Насправді в реальності це не завжди вдається. Після виготовлення профілю не є можливим формування чи вирізання потрібного профілю, оскільки товщина і

									Арк
									16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

інструменти для ручної, напів ручної обробки, не дозволяють це зробити на місці монтажу.

1.3. Досвід використання конструкцій із металу. Види станції тимчасового призначення.

Є багато різних типів тимчасових споруд. Приховані або закриті конструкції ненав'язливі опорні конструкції для антен, що використовуються для забезпечення бездротової мережі. Деякі конструкції нагадують вежі з часом або флагштоки. Відкидні вежі (Рис 1.11 [9]) згинаються або шарнірно зчленовуються на рівні 3 метрів або у другому інтервалі, щоб полегшити доступ до обслуговування метеорологічної атмосфери, освітлення або другого встановленого обладнання.

У вишках з відтяжками використовуються відтяжки (Рис 1.12 [10]) для підтримки антен та фідерного обладнання для телекомунікаційних, радіопередач, стільникових та бездротових додатків. Щогли часто встановлюються на другій вежі або будівлі для збільшення висоти або для горизонтального подовження стовпа.



Рисунок 1.11 – Відкидна вежа;

					602БП. 13015. ПЗ	Арк
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

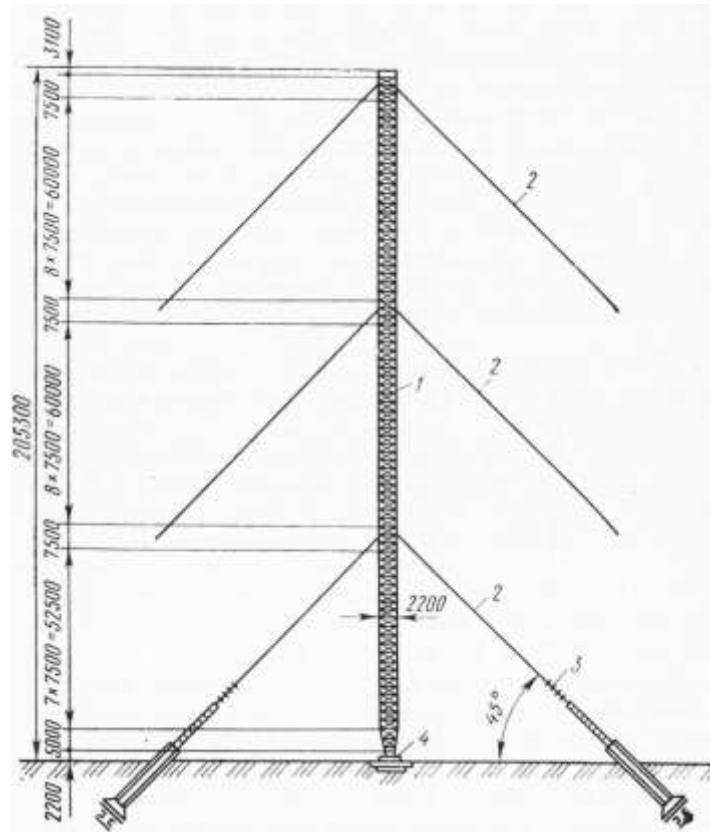


Рисунок 1.12 – Спрощена структура радіощогла-випромінювач: 1 - ствол, 2 - відтягнення, 3 - ізолятори, 4 - опори

Мобільні вежі часто включають телескопічну вежу, яка нахиляється вгору або вниз. Стовпи являють собою щогли, що зазвичай стоять, як правило, з жорсткими циліндричними опорами. Монополі являють собою щоглу, що стоїть для освітлення, дорожнього руху або антен зв'язку. Інші типи веж, щогл, опор та опорних конструкцій включають вежі на даху, самонесучі вежі, а також телескопічні або кривошипні вежі. Деякі продукти використовуються для підтримки камер спостереження, вітряних турбін, метеорологічних приладів та ліній електропередач.

Інші використовуються для підтримки контейнерів для зберігання, таких як резервуари для води або силоси для сипких матеріалів. Башти радіомаяка та дальньої дії призначені для встановлення навігаційних, спрямованих або освітлювальних засобів для літаків, кораблів, вантажівок або автомобілів. Підйомні башти забезпечують вантажно-розвантажувальні роботи з підйомним краном. Башти, щогли та стовпи також використовуються

на морських нафтових платформах або в інших областях видобутку нафти Рис 1.13 [11].



Рисунок 1.13 – Щогли і башти на нафтових платформах

До наскрізних конструкції можна віднести конструкції які складаються та приносяться такі як сцени для культурних заходів Рис 1.14.

									Арк
									19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

602БП. 13015. ПЗ



Рисунок 1.14 – Сцена для культурних заходів

1.4. Висновок по першому розділу

Від хмарочосів та мостів до сучасних будинків – сталь використовується практично у всіх типах конструкцій

Використання сталі неухильно зростає в усьому світі в будівельних проектах, а також в областях, пов'язаних із цивільним будівництвом. Сталевий каркас – ефективний метод будівництва порівняно з іншими.

Сталь має меншу вагу порівняно з деревом/бетоном, що спрощує транспортування. Отже, знижує витрати на паливо та скорочує терміни виконання проекту. Крім цього вона може бути перероблена, отже, з мінімальними відходами сировини.

Різниця у вартості, продуктивності та обслуговуванні між сталевими та залізобетонними каркасними (багатоповерховими) конструкціями незначна, і жоден з цих варіантів не має помітних переваг перед іншим. Кожна будівля потребує окремого розгляду. Індивідуальний аналіз

									Арк
									20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

визначить остаточне рішення та рекомендації щодо вибору матеріалу. Сфера застосування та корисність використання сталевих виробів величезна.

Однак сталева конструкція не така рентабельна за будь-яких умов. Вартість конструкції також багато в чому залежить від її типу та функціональності. Для будівель з великими прольотами, висотних споруд, тимчасових споруд, кращого матеріалу окрім сталі важко знайти. Що є оптимальним рішенням при будівництві тимчасових споруд і не тільки.

За для визначення проблематики аналізу металевих конструкцій які знаходяться на відкритому повітрі, я розглядаю найпоширеніші конструкції які використовуються по всьому світу. Їх призначення та проблематика експлуатації на місці встановлення.

Отже, створення мережі спеціальної стандартизації призначення для спеціальних та силових натяжних пристроїв для тимчасових споруд є необхідним за для економії часу та людських ресурсів є актуальним науковим завданням.

					602БП. 13015. ПЗ	Арк
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2

ДОСЛІДЖЕННЯ ТИМЧАСОВИХ СПОРУД

Одним з різновидів тимчасових споруд з висотним наскрізним каркасом є щогли зв'язку, які жорстко або шарнірно з'єднуються з фундаментною плитою. Такий тип споруд утримуються натяжними сталевими канатами, що мають місце закріплення та ену кількість ярусів. Зазвичай щогли мають решітчастий каркас з чотирма або трьома поясами, що утворюють собою грані з решіткою. Каркас щогли можливо віднести до висотних споруд, оскільки висота щогли перевищує її поперечний переріз. Тимчасові споруди такого типу виділяють в окрему групу будівель які вимагають спеціальних розрахунків, конструктивних рішень, прийомів виготовлення і монтажу, що детально описано в Eurocode 3 [12]. Щогли більш економічні на відміну від башт по витраті металу і вартості, але вимагають більшої площі забудови, постійного регулювання натягу відтяжок або їх заміни, менш надійні в експлуатації.

2.1. Довідкова інформація по розрахунку щогл зв'язку.

Основні відомості по розрахунку тимчасових споруд наведені в багатьох джерелах (ДБН, Eurocode 3 [12], література по тематиці щогл зв'язку наукових діячів). Розрахунок кліматичним впливи на конструкцію виконується відповідно до ДБН В.1.2-2: 2006 [35]. Відповідно до ДБН В.2.6-198:2014 щогли розраховуються на стійкість в цілому при навантаженнях [36].

Мобільний зв'язок має велику необхідність для поширення, та впровадження. Оператори мобільного зв'язку ведуть активні роботи по впровадженню по територіях України. По нинішнім тенденціям застосовується досить велика кількість типів антенно-щоглових споруд. можна виділити наступні основні типи застосовуваних антенно-щоглових споруд:

У містах, як правило, вишки мобільного зв'язку встановлюють на вже існуючих конструкціях, наприклад, на висотних будівлях ділових центрів.

									Арк
									22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

У такому випадку для того, щоб не псувати зовнішній вигляд будівель, антени монтують на кромці даху або зовнішньому підвісі.

2.2. Дослідження варіації розрахунків до сьогоднішніх днів.

Етапи розвитку конструктивних форм щогл аж до наших днів описував Махинько А.В. [13]. Відомості стану проектування щогл в різні пору року написані Соколова А.Г. [14,15,16,17], Воєводіна А.А. [18,19,20], Савицького Г.А. [21,22,23], Кудишин Ю.І. [24], Горєва В.В., [25] Мельникова Н.П. [26], Стрілецького Н.С. [27,28]. Види конструктивних форм висотних споруд, що застосовуються за кордоном, описані в роботі Сміт Б. [29]. Проектуванню щогл теле- і радіозв'язку в проміжку з початку 1920х до початку 1990-х рр. приділялася підвищена увага вчених, в результаті їх роботи було отримано велику різноманітність 25 конструктивних рішень, що забезпечують надійність і довговічність цих конструкцій.

Детальним дослідженням трубчастих конструкцій присвячені роботи Брудкі Я. [30], Левенсона Я.С. [31]. У 1949р. розробляється конструкція тригранної щогли з відстанню між поясами 1.35м, поясами і розкосами з труб. З метою запобігання надмірним коливанням відтяжок щогл влаштовуються горизонтальні реї, які скорочують вільну довжину відтяжок. Ці конструктивні рішення відображені в авторських свідоцтвах Алексашкіна Е.Н., Гайдарова Ю.В., Забородіна М.П., Шуригіна В.П. [32, 33]. У 1961-1964р.р. подібні щогли зведені в Оренбурзі, Владикавказі, Барнаулі.

Пізніше литовським вченим Ятуліс Д. запропоновані конструкції щогл, що мають комбіновану систему відтяжок для утворення додаткових опор стовбура [34]. У 60-80х роках широко застосовувалися легкі попередньо напружені шпренгельні щогли. Окремі ділянки стовбура цих щогл, обмежені суміжними ярусами відтяжок, посилюються попередньо напруженою шпренгельною системою. За рахунок цього підвищується жорсткість при роботі на поперечні і поздовжні навантаження. Розбудові конструктивних рішень і методів розрахунку шпренгельних радіощогл присвячені численні

									Арк
									23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

праці Воєводіна А.А. [35, 36]. Пізніше було розроблено безліч комбінованих рішень, які суміщають в собі властивості вище названих типів конструкцій. Морозовим Є.П. запропоновано конструктивне рішення щогли, шпренгелі якої утворюють розгалужені відтягнення подвійного («каскадного») перетину Таблиця. 2.1, п. 4 [26].

Таблиця 2.1

Класифікація щогл мобільного зв'язку

№	Основні різновиди конструктивних рішень		
1			
2	З відтягненнями, що сходяться у окремих анкерів	З відтягненнями, що сходяться у одного анкера	Комбіноване рішення
3			
4	з горизонтальними реями в декількох рівнях відтяжок	з горизонтальними реями в одному рівні відтяжок	З розгалуженими відтягненнями
5			
6	шпренгельні щогли	шпренгельні щогли подвійного («каскадного») перетину	з розгалуженими відтягненнями подвійного («каскадного») перетину

У авторському свідоцтві Мельникова Н.П., Морозова Е.П., Параккіна О.Н. відображено конструктивне рішення, що поєднує властивості

шпренгельних щогл, щогл з розгалуженими відтягненнями і з реями [26]. Англійським вченим Сміт Б. описано конструктивне рішення щогли з розширеним перетином стовбура в місці кріплення відтяжок [29]

2.3. Загальна схема щогли зв'язку.

Загальна схема щогли по висоті мають висоту 10-80м, 1-6 ярусів канатів. Стовбури спираються на фундамент шарнірно або жорстко. Для щогл мобільного зв'язку, характерна висока мобільність в зведенні.

Споруди до 70м мають ширину між поясами мають відстань 300, 330, 400, 450, 500, 630, 650 мм проектують з підйомом зовні [37, 38]. У якості частини для підйому персоналу виконують з зовнішнього боку приварені "ступені". За для підйом антенно-фідерної частини використовують кабель росту який кріпиться з боку. Щогли з ствольним ходом решітки меншим ніж 30 см для підйому персоналу обслуговування використовують решітку по каркасу.

Якщо пояс проектують з трубчатих елементів використовують труби сталі труба гарячеформована безшовніе або використовують труби прямо шовні Рис 2.1. Решітка з круглої сталі діаметром 10-16 мм та трубчатого профілю до 51мм виконується, частіш за все в комбінації з трубчатим поясом або поясом з круглої сталі.

					602БП. 13015. ПЗ	Арк
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.1 – Приклад виконання секції з труб

Частіш за все коли мова йде про щоглу з трьома гранями грані щогли виконують з круглої сталі або трубчатого профілю. Використання профілю з кутиками для тригранної щогли зустрічається досить рідко. Що обумовлено ускладненням створення секції потрібного розміру в перерізі і залишком обрізаних частин. До цього ще виникає потреба в додатковому розрахунку вигинання кутиків з площини і в площині роботі сприймаючої конструкції.

Якщо пояс проектують з кутиків решітка виконується з кутиків меншого профілю, або круглої сталі з розпірками з кутиків в торцях Рис 2.2.

										602БП. 13015. ПЗ	Арк
											26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							



Рисунок 2.2 – Приклад виконання секції з кутиків

Решітка поєднується з поясами частіше за все зварюванням. Прямі горизонтальні стрижні решітки називаються розпівками. Розкосами називають стрижні які знаходяться під кутом. Діафрагми жорсткості виконуються зі сталевих пластин, круглої сталі, що приварюється до решітки. Вони стають перешкодою температурним деформаціям конструкцій. Секції з'єднуються в торцях за допомогою фланців. Які в свою чергу скріпляються болтами.. Лацменні вузли це вузли кріплення відтяжок до стовбура. Частіше за все знаходяться в торцях між секціями. Вушка що кріпляться до вузлу виконуються з круглої або листової сталі, з ребром жорсткості або без нього. Основні різновиди секцій щогли по типу решітки можна класифікувати за критеріями такими як: матеріал, типом перетину, числом граней, типом решітки Таблица 2.2.

					602БП. 13015. ПЗ	Арк
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основні різновиди секції щогл по типу решітки

№	Критерій	Варіанти решітки				
1	Сировина з якої виготовлена	Сталь	Сплави алюмінію		Дерево	
2	Переріз щогли	Суцільний			Решітчатий	
3	Переріз пояса	3 круглої сталі	3 труб замкового профіля		Із кутиків	
4	По типу решітки	Трикутні	Напівроз косні	Розкосні	Ромбовид ні	Крестові

Відтяжки являють собою сталеві оцинкованих канатів з металевим або органічним осердям. Кріплення відтяжок виконується затискачами. Зазвичай для закріплення одного канату використовують 3-4 затискачі, крок яких варіюється від 150 до 700 мм. Можливий варіант закріплення канатів вплітанням, коли канат переплітаються зі своїм осердям.

2.4. Основні вимоги щодо проектування конструкцій антенних споруд зв'язку по ДБН.

При проектуванні конструкцій антенних споруд зв'язку слід передбачати

– зниження аеродинамічних впливів на споруду і окремі її елементи;

										Арк
										28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	602БП. 13015. ПЗ					

– раціональний розподіл зусиль в елементах конструкцій шляхом використання попереднього напруження.

Для відтяжок і елементів антенних споруд рекомендовано застосовувати канати круглі, вантажні, що не розкручуються подвійного хрестового звивання або одинарного звивання з металевим осердям. При цьому спільні канати повинні застосовуватися при розрахункових зусиллях до 325 кН. Допускається застосування канатів що розкручуються, при подовженні на 25 % обв'язувань з м'якого оцинкованого дроту по кінцях канатів (ДБН В.2.6-198:2014 п.20.3 [36]).

Для відтяжок із зусиллями, що перевищують несучу здатність канатів з круглого дроту, допускається застосування сталевих канатів закритого типу із зетоподібних і клиноподібних оцинкованих дротів[36].

Кінці сталевих канатів у стаканах або муфтах слід закріплювати заливкою цинковим сплавом ЦАМ-9-1,5 згідно з ДСТУ 2774.

При розрахунках конструкцій АС слід приймати коефіцієнти умов роботи згідно з 5.4; 16.2 і додатка Е, а також згідно з Таблицею 2.3

Таблиця 2.2

Коефіцієнти умов роботи при розрахунках конструкцій АС

Елементи конструкцій	Коефіцієнти умов роботи γ_c
Попередньо напруженні елементи решіток	0,90
Фланці: Кільцевого типу	1,10

Продовження таблиці 2.2

Решти типів	0,90
Сталеві канати відтяжок щогл або елементи антенних полотен при їх кількості	
3-5 відтяжок у ярусі або елементів антенних полотен;	0,80
6-8 відтяжок у ярусі;	0,90
9 і більше відтяжок у ярусі	0,95
Закріплення кінців на коуші затискачами або точкове опресування у втулці	0,75
Обплетення каната на коуші або ізоляторі	0,55
Елементи кріплення відтяжок, антенних полотен, проводів, підкосів до опорних конструкцій і анкерних фундаментів	0,90
Анкерні тяжі без різьбових з'єднань при роботі їх на розтяг з вигином	0,65
Провушини при роботі на розтяг	0,65
Деталі кріплень і з'єднань сталевих канатів:	
Механічні, окрім осей шарнірів	0,80
Осі шарнірів при зминанні	0,90

Відносні відхилення опор не повинні перевищувати значень, вказаних у Таблиці 2.3, окрім відхилень опор, для яких встановлені інші значення технічним завданням на проектування.

Таблиця 2.3

										Арк
										30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	602БП. 13015. ПЗ					

Відносні відхилення опор

Вид навантаження	Відносні відхилення (до висоти)
Вітрове або ожеледне навантаження	1/100
Односторонньо підвішені до опори антени за відсутності вітру	1/300

Значення вітрового і ожеледного навантажень допускається приймати на висоті середини ярусів стовбура щогли або в двох третинах висоти підвісу гнучкого елемента (відтяжки) і вважати ці значення рівномірно розподіленими по довжині ярусу або елемента згідно з п. 20.10 [36].

При розрахунку похилих елементів АС (відтяжок щогли, елементів антенних полотен, підкосів) слід враховувати тільки проекцію навантажень, що діють на них, направлену перпендикулярно до осі елемента або його хорди згідно з п. 20.12 [36].

Для відтяжок із зусиллями що перевищують несучу здатність канатів з круглого дроту, допускається застосування сталевих канатів закритого типу із зетоповідібних клиноподібних оцинкованих дротів

Щогла з відтяжками повинні бути розраховані на стійкість в цілому і їх окремих елементів при наступних навантаженнях згідно з п. 20.13 [36].

- від монтажного натягнення відтяжок за відсутності вітру;
- вітрового – в напрямі на одну з відтяжок;
- ожеледного – за відсутності вітру ;
- ожеледного і вітрового – в напрямі на одну з відтяжок;

При перевірці стійкості щогли в цілому розрахункова сила в стовбурі повинна бути меншою ніж критична 1,3 раза згідно з п. 20.13 [36].

					602БП. 13015. ПЗ	Арк
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У проєкті повинні бути вказані значення монтажних натягнень у канатах відтяжок за середньорічної температури повітря в районі встановлення щогли, а також за температури від мінус 40 °С до плюс 40 °С згідно з п. 20.14 [36].

Рекомендовано проєктувати фланцеві з'єднання на болтах класу точності В і високоміцних болтах або на монтажному зварюванні фланців. Використання болтів класу точності А повинно бути узгоджено з організацією, яка буде займатися монтажем секцій [36].

Гнучкість розкосів хрестової решітки яка перевищує значення 250 повинна скріплюватися в місцях перетину між собою. Прогини горизонтальних і вертикальних розпірок не повинен перевищувати 1/250 прогину [36].

У конструкціях решітчастих опор діафрагми повинні встановлюватися на відстань між ними, не більшій ніж три розміри середнього поперечного перерізу секції опори, а також в місцях прикладання зосереджених навантажень і перломів поясів [36].

Відтяжки в щоглах з решітчастим стовбуром слід центрувати в точку перетину осей поясів і розпірок. За умовну вісь відтяжки повинна прийматися хорда [36].

Конструкції вузлів кріплення відтяжок, які не вписуються в транспортні габарити секцій стовбурів щогл, слід проєктувати на окремих вставках у стовбурі у вигляді жорстких габаритних діафрагм згідно з п. 20.20 [36].

Секція яка знаходиться в низу щоглу повинна бути такою щоб передача навантажень проходила через опорний шарнір на фундаменті зі всієї висоти споруди [36].

Для несучих елементів висячих покриттів, відтяжок опор ПЛ та ВРП, контактних мереж транспорту,, щогл і башт атакож напружених елементів у попередньо напружених конструкціях слід застосовувати [36]:

– канати спіральні згідно з ГОСТ 3062, ГОСТ 3063 та ГОСТ 3064;

										Арк
										32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

–канати подвійного звивання згідно з ГОСТ 3066 ГОСТ 3067, ГОСТ 3068, ГОСТ 3081, ГОСТ 7669 та ГОСТ 14954;

– канати закриті несучі згідно з ГОСТ 3090, ГОСТ 7675, ГОСТ 7676, ГОСТ 3068, ГОСТ 18901 ;

–пучки і пасма паралельних дротів, які формуються з канатного дроту, що задовольняє вимоги зхгідно з ГОСТ 7372;

У разі потреби допускається застосовувати канати за іншими нормативними документами при забезпеченні проектних вимог до міцності і класу виконання канатів [36].

У разі потреби допускається застосування прокатних профілів, стрічок, арматурних стрижнів рекомендації згідно з п. 6.2.9 [36].

Значення розрахункового опору (зусилля) розтягу сталевих канатів слід приймати таким, що дорівнює значенню розривного зусилля для каната в цілому, встановленому стандартами або технічними умовами на сталеві канати, поділеному на коефіцієнт надійності $\gamma_m = 1,6$ згідно з п. 7.10 [36].

Розрахунковий опір розтягу високоміцного сталевих дротів R_{dh} , Н/мм² який використовується як пасма або у вигляді пучків, слід визначати за формулою:

$$R_{dh} = 0,63 * R_{un} ; \quad (2.1)$$

Розрахунок на міцність елементів із сталі з характеристичним опором $R_{yn} < 440$ Н/мм² при центральному розтягу і стиску слід виконувати за формулою [36]:

$$\frac{N\gamma_n}{A_n R_y \gamma_c} \leq 1; \quad (2.2)$$

Розрахунок на міцність розтягнутих елементів зі сталі з відношенням $R_u/\gamma_u > R_y$, експлуатація яких можлива і після досягнення металом границі текучості, а також елементів зі сталі з характеристичним опором $R_{yn} > 440$ Н/мм² слід виконувати за формулою (2.2) із заміною значення R_y на R_u/γ_u [36].

									Арк
									33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Розрахунок на міцність перерізу у місцях кріплення розтягнутих елементів, виконаних одиночних кутиків, що приєднуються однією полицею болтами, слід виконувати за формулою (2.4) [36].

$$\frac{N\gamma_n\gamma_u}{A_nR_u\gamma_{c1}} \leq 1; \quad (2.4)$$

де γ_{c1} - коефіцієнт умов роботи

Розрахунок на стійкість елементів суцільного перерізу при центральному стиску і при виконанні вимог другого граничного стану (гнучкість) слід виконувати за формулою [36]:

$$\frac{N\gamma_n}{\varphi AR_y\gamma_c} \leq 1; \quad (2.5)$$

де φ - коефіцієнт стійкості при центральному стиску, значення якого при $\lambda \geq 0,4$ необхідно обчислювати за формулою [36]:

$$\varphi = \frac{0,5}{\bar{\lambda}^2} (\delta - \sqrt{\delta^2 - 39,48\bar{\lambda}^2}). \quad (2.6)$$

Значення коефіцієнта δ у формулі (2.6) слід обчислювати за формулою

$$\delta = 9,87(1 - \alpha + \beta\bar{\lambda}) + \bar{\lambda}^2. \quad (2.7)$$

де α і β - коефіцієнти, що характеризують початкові неправильності форми та залишкові напруження і визначаються за таблицею 2.5 залежно від типу поперечного перерізу стрижня та типу кривої стійкості а, b та с [36].

Значення коефіцієнтів φ , які обчислюють за формулою (2.6), слід приймати не більше ніж $7,6/\bar{\lambda}^2$ для типу [36]:

- кривої стійкості а при $\bar{\lambda} > 3,8$;
- кривої стійкості b при $\bar{\lambda} > 4,4$;
- кривої стійкості с при $\bar{\lambda} > 5,8$;

При значеннях $\bar{\lambda} < 0,4$ для всіх типів кривої стійкості допускається приймати $\varphi = 1,0$ [36].

Значення коефіцієнтів наведені φ у таблиці 2.4 згідно з додатком Ж [36].

Значення коефіцієнтів наведені α і β у таблиці 2.5 згідно з таблицею 8.1 [36].

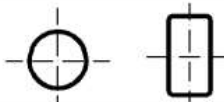
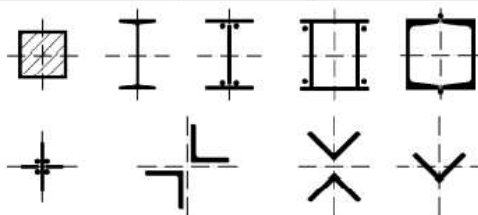
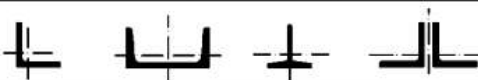
					602БП. 13015. ПЗ	Арк
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4

Умовна гнучкість $\bar{\lambda}$	Коефіцієнт φ для типів кривих стійкості			Умовна гнучкість $\bar{\lambda}$	Коефіцієнт φ для типів кривих стійкості		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
0,4	999	998	992	5,4	261	261	255
0,6	994	986	950	5,6	242	242	240
0,8	981	967	929	5,8	226	226	226
1,0	968	948	901	6,0	211		
1,2	954	927	878	6,2	198		
1,4	938	905	842	6,4	186		
1,6	920	881	811	6,6	174		
1,8	900	855	778	6,8	164		
2,0	877	826	744	7,0	155		
2,2	851	794	709	7,2	147		
2,4	820	760	672	7,4	139		
2,6	785	722	635	7,6	132		
2,8	747	683	598	7,8	125		
3,0	704	643	562	8,0	119		
3,2	660	602	526	8,5	105		
3,4	615	562	492	9,0	094		
3,6	572	524	460	9,5	084		
3,8	530	487	430	10,0	076		
4,0	475	453	401	10,5	069		
4,2	431	421	375	11,0	063		
4,4	393	392	351	11,5	057		
4,6	359	359	328	12,0	053		
4,8	330	330	308	12,5	049		
5,0	304	304	289	13,0	045		
5,2	281	281	271	14,0	039		

Примітка. Наведені у таблиці значення коефіцієнта φ збільшені в 1000 разів.

Таблиця 2.5

Тип поперечного перерізу	Тип кривої стійкості	Значення коефіцієнтів	
		α	β
	a	0,03	0,06
	b	0,04	0,09
	c	0,04	0,14

Примітка. Для прокатних двотаврів заввишки понад 500 мм у разі розрахунку на стійкість у площині стінки приймається тип кривої стійкості a.

2.5. Вітровий вплив на конструкцію.

Щогли зв'язку піддаються різним впливам таким клімату як і всі будови. Температура, ожеледь, вітер у зимній період, вітер у літній період, сейсмічні коливання, імпульсивність вітру. При розрахунках основним видом навантаження є вітрове навантаження, що становить 70...80% загального. Зі збільшенням висоти споруди зростає інтенсивність вітрового навантаження, що залежить також від району будівництва, типу місцевості, форми, обтічності споруди, фідерного обладнання та антен. Вітрове навантаження тиску обчислюється за ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і вплив [35]. Кліматичний вплив та його періодичність визначають за ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія [39]. Для додаткового аналізу конструкцій можливе використання Eurocode 3 застосовують спектральний метод розрахунку Рис. 2.3[12].

											Арк
											36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							



Рисунок 2.3 – Схематичне зображення спектрального методу розрахунку

2.5.1. Опис вітрового тиску згідно с ДБН в літній період. Відповідно до вимог ДБН В.1.2-2:2006 який поширюються на конструкції простої геометричної форми, висота яких не вище 200 метрів [35].

При визначенні вітрового навантаження для будівель і споруд складної конструктивної чи геометричної форми (що включають вантові та висячі покриття, оболонки, антенні полотна), сталевих ґратчастих щогл та башт тощо, а також для будівель і споруд заввишки понад 200 метрів слід виконувати спеціальні динамічні розрахунки для визначення впливу пульсаційної складової навантаження, а в необхідних випадках – обдування моделей в аеродинамічній трубі [35].

Вітрове навантаження є змінним навантаженням, для якого встановлені два розрахункові значення [35]:

- граничне розрахункове значення;
- експлуатаційне розрахункове значення.

При розрахунку вітрового навантаження на споруду слід розглядати як сукупність [35]:

- а) нормального тиску, прикладеного до зовнішньої поверхні споруди або елемента [35];

б) сил тертя, спрямованих по дотичній до зовнішньої поверхні і віднесених до площі її горизонтальної (для шедових або хвилястих покрівель, покрівель з ліхтарями) або вертикальної (для стін із лоджіями і подібних конструкцій) проекції [35];

в) нормального тиску, прикладеного до внутрішніх поверхонь будівель з повітропроникними огороженнями, з прорізами, що відчиняються або постійно відкриті [35].

Сума навантажень може бути подана у формі нормального тиску, зумовленого опором елементів будівлі у напрямку осей x і y та умовно прикладеного до проекції споруди на площину, перпендикулярну до відповідної осі [35].

Граничне розрахункове значення вітрового навантаження визначається за формулою [35]:

$$W_m = \gamma_{fm} W_0 C, \quad (2.8)$$

де γ_{fm} – коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням вітрового навантаження [35];

W_0 – характеристичне значення вітрового тиску [35];

C – коефіцієнт, визначений [35].

Експлуатаційне розрахункове значення вітрового навантаження визначається за формулою [35]:

$$W_e = \gamma_{fe} W_0 C, \quad (2.9)$$

де γ_{fe} – коефіцієнт надійності за експлуатаційним розрахунковим значенням вітрового навантаження [35].

Характеристичне значення вітрового тиску W_0 дорівнює середній (статичній) складовій тиску вітру на висоті 10 м над поверхнею землі, який може бути перевищений у середньому один раз за 50 років [35].

Характеристичне значення вітрового тиску W_0 визначається залежно від вітрового району по карті (рис. 2.4) або за додатком Е [35].

									Арк
									38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

В необхідних випадках W_0 допускається визначати шляхом статистичного оброблення результатів строкових вимірювань швидкості вітру [35].

Коефіцієнт C визначається за формулою [35].

$$C = C_{aer} C_h C_{alt} C_{rel} C_{dir} C_d, \quad (2.10)$$

де C_{aer} - аеродинамічний коефіцієнт;

C_h - коефіцієнт висоти споруди;

C_{alt} - коефіцієнт географічної висоти;

C_{rel} - коефіцієнт рельєфу;

C_{dir} - коефіцієнт напрямку;

C_d - коефіцієнт динамічності.

					602БП. 13015. ПЗ	Арк
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

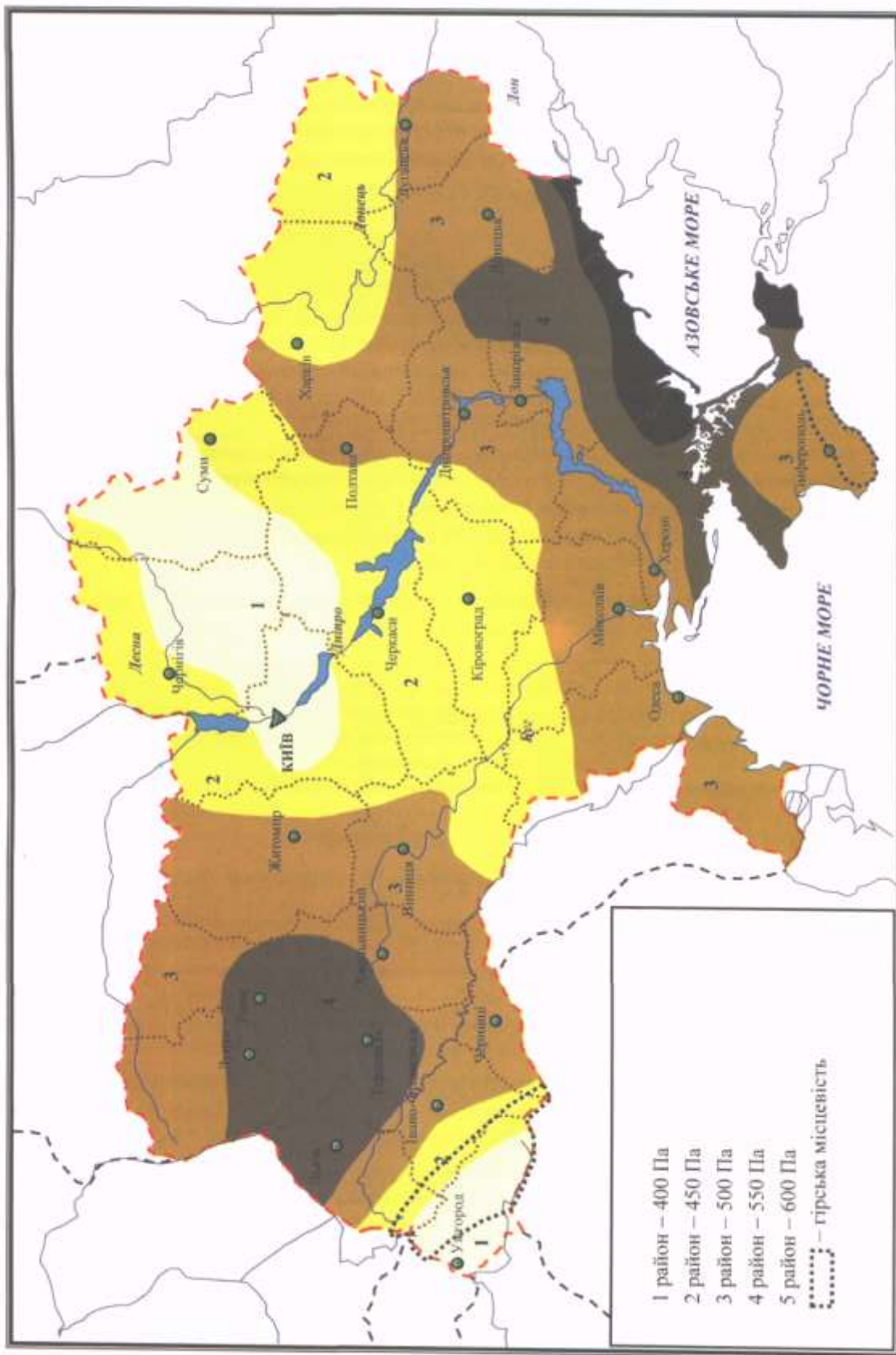


Рисунок 2.4. Карта районування території України за характеристичними значеннями вітрового тиску [35]

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

Аеродинамічні коефіцієнти C_{aer} визначаються за додатком I залежно від форми споруди або конструктивного елемента і можуть мати вигляд [35]:

- коефіцієнтів C_e , які слід враховувати при визначенні вітрового тиску, прикладеного нормально до зовнішніх поверхонь споруди або елемента і віднесеного до одиниці площі цієї поверхні [35];

- коефіцієнтів тертя C_f , які слід враховувати при визначенні сил тертя, спрямованих по дотичній до зовнішньої поверхні споруди або будівлі і віднесених до площі її горизонтальної або вертикальної проекції [35];

- коефіцієнтів C_i які слід враховувати при визначенні вітрового тиску, прикладеного нормально до внутрішніх поверхонь будівель з проникними огороженнями, з прорізами, що відчиняються або постійно відкриті [35];

- коефіцієнтів лобового опору C_x , які слід враховувати для окремих елементів і конструкцій при визначенні тієї складової загального опору тіла, яка діє в напрямку вітрового потоку і віднесена до площі проекції тіла на площину, перпендикулярну до потоку [35];

- коефіцієнтів поперечної сили C_y , які слід враховувати для окремих елементів і конструкцій при визначенні тієї складової загального опору тіла, яка діє перпендикулярно до вітрового потоку і віднесена до площини проекції тіла на площину потоку [35].

Аеродинамічні коефіцієнти C_{aer} наведені в додатку I, де стрілками позначений напрямок вітру. Знак «плюс» біля коефіцієнта відповідає напрямку тиску вітру на поверхню, знак «мінус» – від поверхні. Проміжні значення коефіцієнтів слід визначати лінійною інтерполяцією [35].

У випадках, не передбачених додатком I (інші форми споруд, врахування при належному обґрунтуванні інших напрямків вітрового потоку або складових загального опору тіла в інших напрямках тощо), аеродинамічні коефіцієнти допускається приймати за довідковими та експериментальними даними або на основі результатів продувань моделей конструкцій в аеродинамічних трубах [35].

Коефіцієнт висоти споруди C_h враховує збільшення вітрового навантаження залежно від висоти споруди або її частини, що розглядається, над поверхнею землі (Z), типу навколишньої місцевості і визначається за Рис. 2.5 [35].

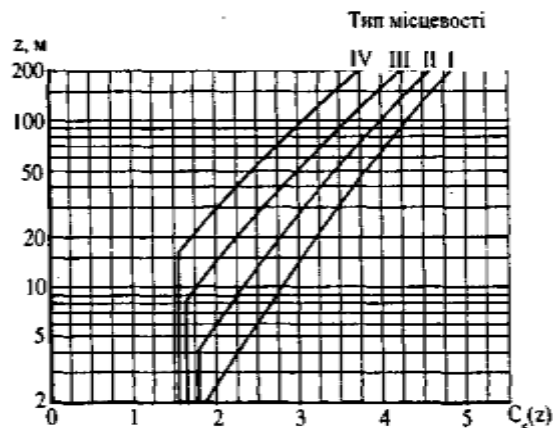


Рисунок 2.5. Коефіцієнт висоти споруди C_h , [35]

Типи місцевості, що оточує будівлю чи споруду, визначаються для кожного розрахункового напрямку вітру окремо [35]:

I - відкриті поверхні морів, озер, а також плоскі рівнини без перешкод, що піддаються дії вітру на ділянці довжиною не менш як 3 км [35];

II - сільська місцевість з огорожами (парканами), невеликими спорудами, будинками і деревами [35];

III – приміські і промислові зони, протяжні лісові масиви [35];

IV – міські території, на яких принаймні 15% поверхні зайняті будівлями, що мають середню висоту понад 15 м [35].

При визначенні типу місцевості споруда вважається розташованою на місцевості даного типу для певного розрахункового напрямку вітру, якщо у цьому напрямку така місцевість є на відстані $30Z$ при повній висоті споруди $Z < 60$ м або 2 км – при більшій висоті [35].

У випадку, якщо споруда розташована на межі місцевостей різних типів або є сумнівні відносно вибору типу місцевості, слід приймати тип місцевості, що має більше значення коефіцієнта C_h [35].

Коефіцієнт географічної висоти C_{alt} враховує висоту H (в кілометрах) розміщення будівельного об'єкта над рівнем моря і обчислюється за формулою [35]:

$$C_{alt} = 4H - 1 \quad (H > 0,5 \text{ км}); \quad C_{alt} = 1 \quad (H < 0,5 \text{ км}). \quad (2.11)$$

Формула (2.11) використовується для об'єктів, розташованих у гірській місцевості, і дає орієнтовне значення в запас надійності. При наявності результатів метеорологічних спостережень за вітром, проведених у зоні будівельного майданчика, характеристичне значення вітрового навантаження обчислюється шляхом статистичного оброблення результатів строкових замірів швидкостей вітру і при цьому приймається $C_{alt}=1$ [35].

Коефіцієнт рельєфу C_{rel} враховує мікрорельєф місцевості поблизу площадки розташування будівельного об'єкта і приймається таким, що дорівнює одиниці, за винятком випадків, коли об'єкт будівництва розташований на пагорбі або схилі [35].

Коефіцієнт рельєфу слід враховувати в тому випадку, коли споруда розташована на пагорбі або схилі на відстані від початку схилу не меншій, ніж половина довжини схилу або півтори висоти пагорба [35].

Коефіцієнт рельєфу C_{rel} визначається за формулами [35].

$$C_{rel} = 1 \quad \text{при} \quad \varphi < 0,05 ;$$

$$C_{rel} = 1 + 2S\varphi \quad \text{при} \quad 0,05 < \varphi < 0,3 ;$$

$$C_{rel} = 1 + 0,6 \quad \text{при} \quad \varphi > 0,3. \quad (2.12)$$

φ – ухил з підвітряного боку;

S – коефіцієнт, що визначається за рис. 2.6 для схилів і за рис. 2.7 для пагорбів.

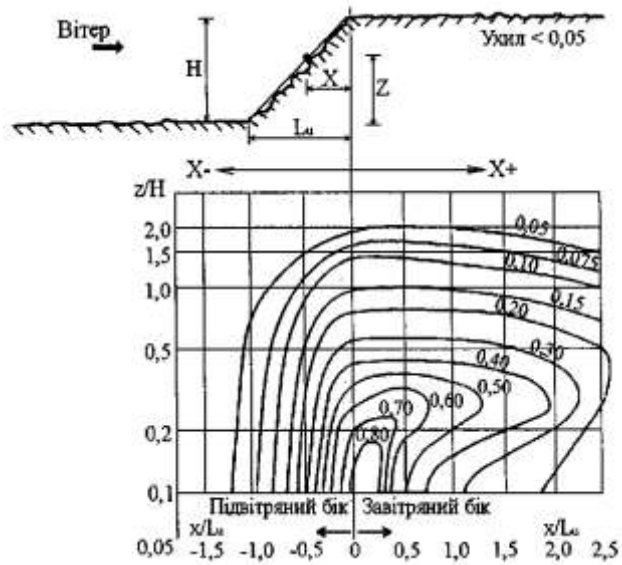


Рисунок 2.6. Коефіцієнт S для схилів [35].

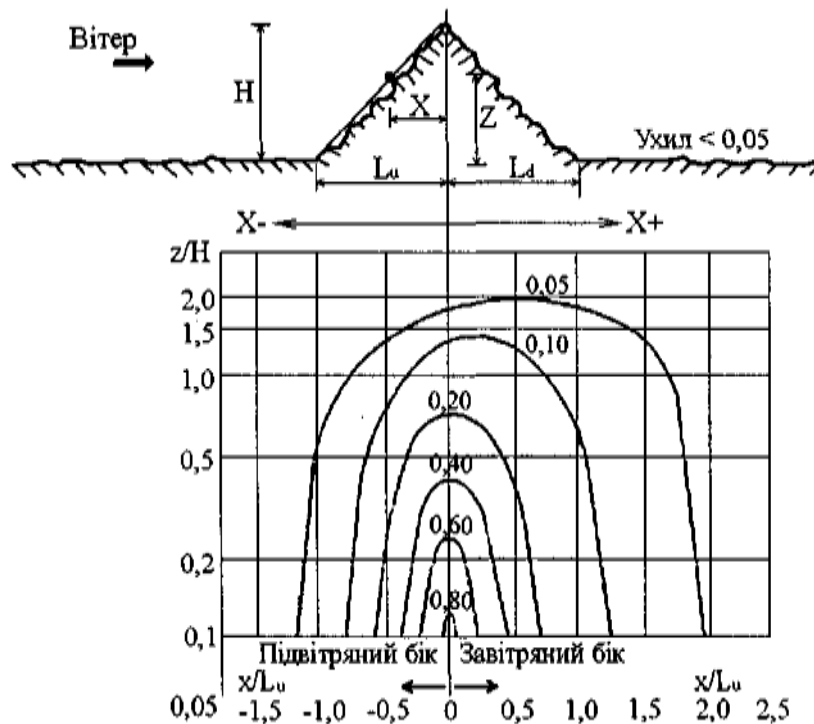


Рисунок 2.7. Коефіцієнт S для пагорбів [35].

На рис. 2.6 і 2.7 позначено [35].:

φ – ухил H/L з підвітряного боку;

L_u - проекція довжини підвітряного схилу на горизонталь;

L_d - проекція довжини завітряного схилу на горизонталь;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

H - висота пагорба або схилу;

X - відстань по горизонталі від споруди до вершини;

Z - відстань по вертикалі від поверхні землі до споруди;

L_e - ефективна довжина підвітряного схилу ($L_e=L$ при $0,05 < \varphi < 0,3$;
 $L_e=3,3H$ при $\varphi > 0,3$).

Коефіцієнт напрямку C_{dir} враховує нерівномірність вітрового навантаження за напрямками вітру і, як правило, приймається таким, що дорівнює одиниці. Значення C_{dir} , що відрізняється від одиниці, допускається враховувати при спеціальному обґрунтуванні тільки для відкритої рівнинної місцевості та при наявності достатніх статистичних даних [35].

Коефіцієнт динамічності C_d враховує вплив пульсаційної складової вітрового навантаження і просторову кореляцію вітрового тиску на споруду [35].

Для основних типів будівель і споруд значення C_d визначаються за графіками на рис. 2.8-2.13. Наведені на рисунках ширина і діаметр прийняті в перерізі, перпендикулярному до вітрового потоку. Значення C_d слід приймати за лівою кривою відповідного графіка [35].

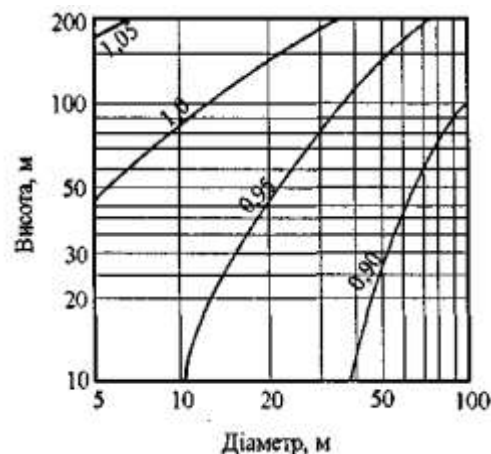


Рисунок 2.8. Коефіцієнт Q для кам'яних будівель і будівель із залізобетонним каркасом [35].

									Арк
									45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

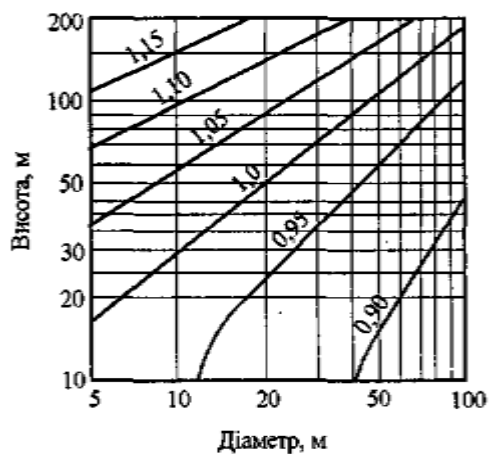


Рисунок 2.9. Коефіцієнт C_d для будівель із сталевим каркасом [35].

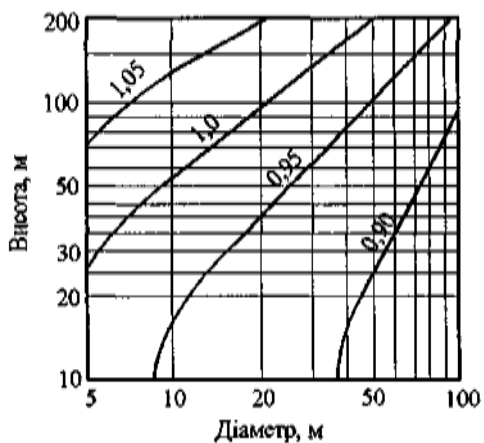


Рисунок 2.10. Коефіцієнт C_d для будівель із сталобетонним каркасом [35].

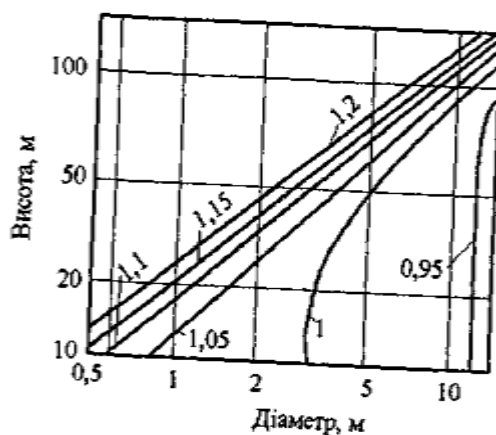


Рисунок 2.11. Коефіцієнт C_d для сталевих труб і апаратів колонного типу без футерівки [35].

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

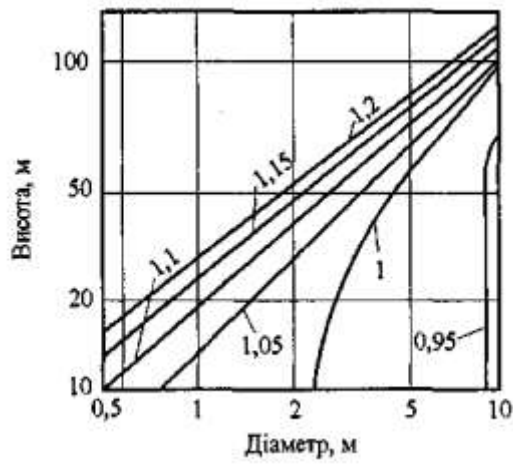


Рисунок 2.12. Коефіцієнт C_d для сталевих труб і апаратів колонного типу з футерівкою [35].

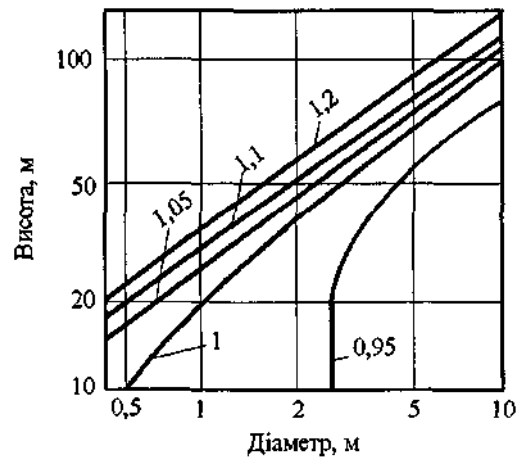


Рисунок 2.13. Коефіцієнт C_d для залізобетонних труб [35].

У випадках, коли $C_d > 1,2$, необхідно виконувати спеціальний динамічний розрахунок, за допомогою якого визначається вплив пульсаційної складової вітрового навантаження [35].

Значення $C_d < 1,0$ враховують малу імовірність одночасного зростання пульсаційного тиску у всіх точках споруди [35].

Для перевірки міцності огорожувальних конструкцій, які зазнають безпосередньої дії вітру і мають площу менш як 36 м^2 , слід приймати $C_d \geq 1,0$ [35].

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням вітрового навантаження γ_{fm} визначається залежно від заданого середнього періоду повторюваності T за табл. 2.6 [35].

Таблиця 2.6

T , років	5	10	15	25	40	50	70	100	150	200	300	500
γ_{fm}	0,55	0,69	0,77	0,87	0,96	1,00	1,07	1,14	1,22	1,28	1,35	1,45

Проміжні значення коефіцієнта γ_{fm} слід визначати лінійною інтерполяцією [35].

Для об'єктів масового будівництва допускається середній період повторюваності T приймати таким, що дорівнює встановленому терміну експлуатації конструкції T_{ef} [35].

Для об'єктів, що мають підвищений рівень відповідальності, для яких технічним завданням встановлена імовірність P неперевикнення (забезпеченість) граничного розрахункового значення вітрового навантаження протягом встановленого терміну служби, середній період повторюваності граничного розрахункового значення вітрового навантаження обчислюється за формулою [35]:

$$T = T_{ef} K_p, \quad (2.13)$$

де K_p – коефіцієнт, визначений за табл. 2.7 залежно від імовірності P .

Таблиця 2.7

P	0,37	0,5	0,6	0,8	0,85	0,9	0,95	0,99
K_p	1,00	1,44	1,95	4,48	6,15	9,50	19,50	99,50

Проміжні значення коефіцієнта K_p слід визначати лінійною інтерполяцією [35].

Коефіцієнт надійності за експлуатаційним розрахунковим значенням вітрового навантаження γ_{fe} визначається за табл. 2.8 залежно від частки часу η , протягом якої можуть порушуватися умови другого граничного стану [35].

Таблиця 2.8

γ_{fe}	0,002	0,005	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,1
η	0,42	0,33	0,27	0,21	0,18	0,16	0,14	0,09

Проміжні значення коефіцієнта γ_{fe} слід визначати лінійною інтерполяцією [35].

Значення η приймається за нормами проектування конструкцій або встановлюється завданням на проектування залежно від їхнього призначення, відповідальності та наслідків виходу за граничний стан. Для об'єктів масового будівництва допускається приймати $\eta = 0,02$ [35].

2.5.2. Опис вітрового тиску згідно с ДБН в зимній період. Вітрові навантаження при ожеледі. Ожеледно-вітрові навантаження слід враховувати при проектуванні повітряних ліній зв'язку, контактних мереж електрифікованого транспорту, антенно-щоглових пристроїв та інших подібних споруд [35].

Ожеледно-вітрові навантаження слід враховувати як сукупність ваги ожеледних відкладень і нормального тиску вітру на покритті ожеледдю елементи [35].

Ожеледно-вітрові навантаження є епізодичними, для кожної складової яких (ожеледних відкладень і вітру) встановлено граничні розрахункові значення [35].

Граничне розрахункове значення ваги ожеледних відкладень визначається за формулою [35]:

$$G_m = G_e \gamma_{fw}, \quad (2.14)$$

де γ_{fw} – коефіцієнт надійності за граничним значенням ваги ожеледних відкладень, [35];

G_e – характеристичне значення ваги ожеледних відкладень, що визначається за 2.13 для лінійного ожеледного навантаження і за 2.14 для поверхневого ожеледного навантаження [35].

					602БП. 13015. ПЗ	Арк
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Характеристичне значення лінійного розподіленого по довжині ожеледного навантаження (Н/м), для елементів кругового перерізу діаметром до 70 мм включно (проводів, тросів, відтяжок щогл, вант тощо) слід визначати за формулою [35]

$$G_e = \pi b k \mu_1 (d + b k \mu_1) \rho g 10^{-3} \quad (2.15)$$

де b – товщина стінки ожеледі, мм, що визначається за табл. 2.9 з урахуванням вимог;

k – коефіцієнт, який враховує зміну товщини стінки ожеледі по висоті h і приймається за табл. 2.10;

d – діаметр проводу, троса, мм;

μ_1 – коефіцієнт, що враховує зміну товщини стінки ожеледі залежно від діаметра елементів кругового перерізу d і приймається за табл. 2.11;

ρ – густина льоду, яка приймається 0,9 г/см³;

g – прискорення вільного падіння, м/с².

Таблиця 2.9

Висота над поверхнею землі h , м	Товщина стінки ожеледі b , мм	
	1-3 ожеледні райони	4-6 ожеледні райони та гірські місцевості
200	35	Приймається на підставі спеціальних обстежень
300	45	Приймається на підставі спеціальних обстежень
400	60	Приймається на підставі спеціальних обстежень

Таблиця 2.10

Висота над поверхнею землі h , м	5	10	20	30	50	70	100
Коефіцієнт k	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0

Таблиця 2.11

Діаметр дроту, троса чи каната d , мм	5	12	20	30	50	70
Коефіцієнт μ_1	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6

Проміжні значення величин слід визначати лінійною інтерполяцією.

Товщину стінки ожеледі на підвішених горизонтальних елементах кругового перерізу (тросах, проводах, канатах) допускається приймати на висоті розташування їхнього приведеного центра ваги. Товщину стінки ожеледі на проводі діаметром до 10 мм слід приймати, як на проводі діаметром 10 мм.

Для визначення ожеледного навантаження на горизонтальні елементи кругової циліндричної форми діаметром до 70 мм товщину стінки ожеледі, наведену в табл. 2.9, слід зменшувати на 10 % [35].

Граничне розрахункове значення поверхневого ожеледного навантаження (P_a) на площинні елементи слід визначати за формулою [35]:

$$G_e = bk\mu_2\rho g, \quad (2.16)$$

де μ_2 – відношення площі поверхні елемента, що піддається обледенінню, до повної площі поверхні елемента. При відсутності даних спостережень допускається приймати μ_2 таким, що дорівнює 0,6. Інші позначення такі самі, як у формулі (2.16) [35].

Характеристичне значення товщини стінки ожеледі b (мм), яке перевищується в середньому один раз за 50 років, на елементах кругового перерізу діаметром 10 мм, розташованих на висоті 10 м над поверхнею землі, визначається залежно від ожеледного району по карті (рис. 2.14) або за додатком Ж [35].

						602БП. 13015. ПЗ	Арк
							51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Товщина стінки ожеледі b (мм) на висоті 200 м і вище приймається за табл. 2.9 [35].

Для гірських районів Карпат і Криму, а також у дуже пересічених місцевостях (на вершинах гір і пагорбів, на перевалах, на високих насипах, у закритих гірських долинах, улоговинах, глибоких виїмках тощо) дані про товщину стінки ожеледі слід приймати на підставі спеціальних спостережень [35].

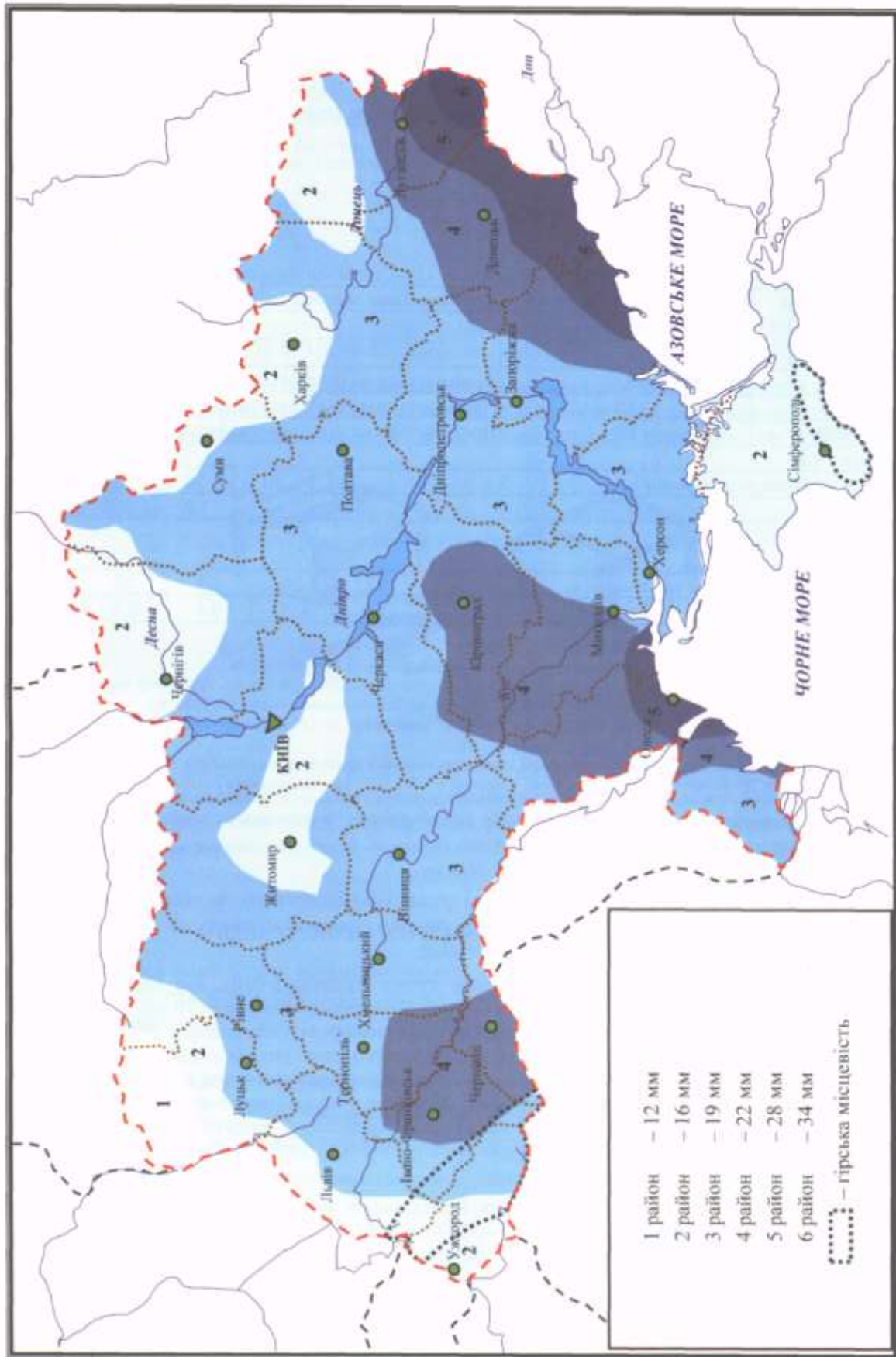
Граничне розрахункове значення нормального тиску вітру на покритті ожеледдю елементи визначається за формулою

$$W_q = W_0 \gamma_{fm}, \quad (2.17)$$

де γ_{fm} – коефіцієнт надійності за граничним значенням нормального тиску вітру на покритті ожеледдю елементи, [35].

					602БП. 13015. ПЗ	Арк
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рисунок 2.14. Карта районування території України за характеристичними значеннями товщини стінки ожеледі [35]



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

602БП. 13015. ПЗ

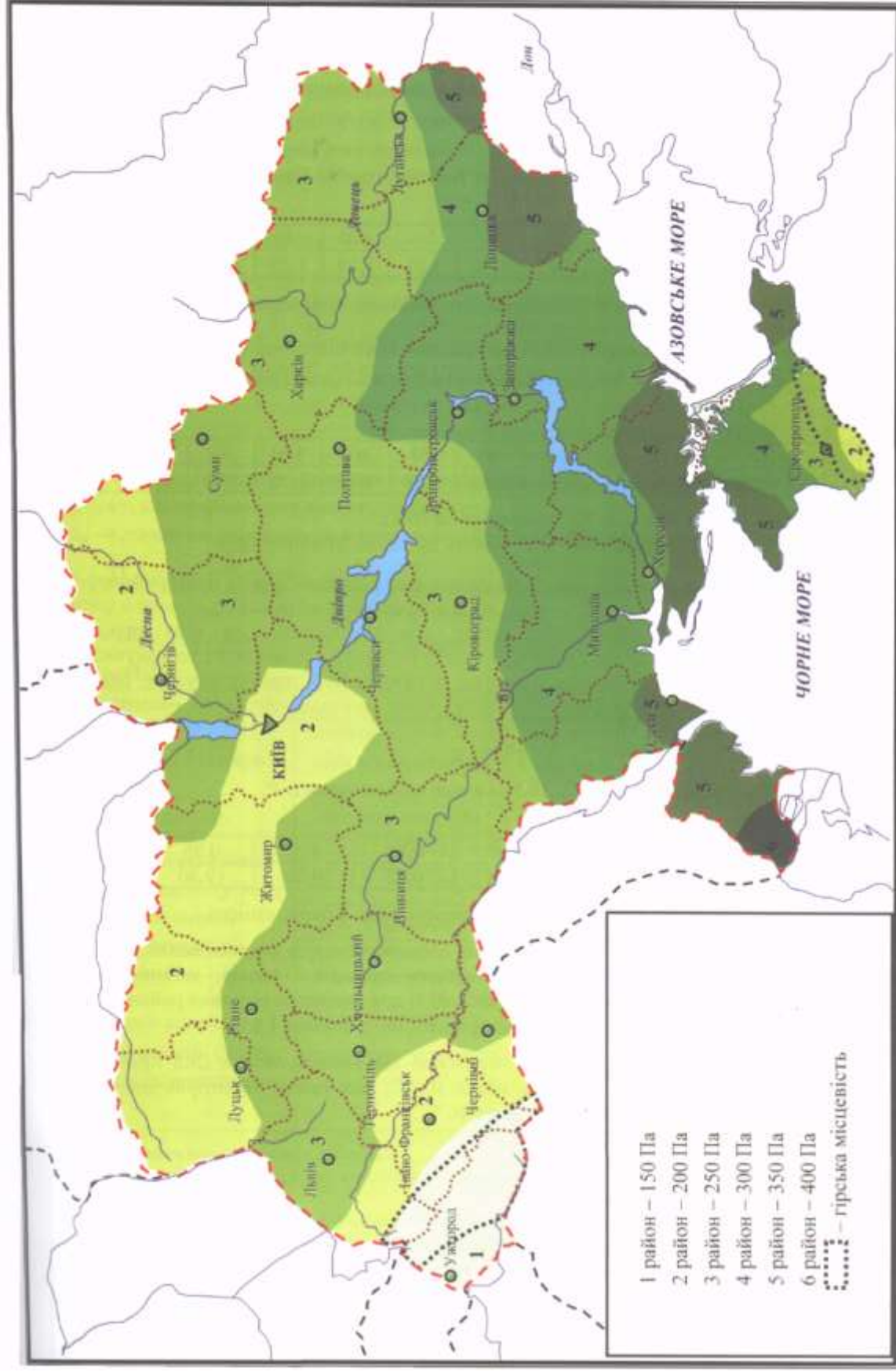


Рисунок 2.15. Карта районування території України за характеристичними значеннями вітрового тиску при ожеледі[35]

Характеристичне значення нормального тиску вітру на вкриті ожеледдю елементи на висоті 10 м над поверхнею землі, яке перевищується один раз за 50 років (W_B), приймається залежно від вітрового району при ожеледі по карті (рис.2.15) або за додатком Ж [35].

Для гірських районів Карпат і Криму дані про вітровий тиск при ожеледі необхідно приймати на підставі спеціальних спостережень [35].

Тиск вітру на вкриті ожеледдю елементи визначають за формулами (2.8) і (2.10) із заміною W_0 на W_B та приймаючи при цьому $C_{rel} = 1$, $C_{dir} = 1$ і $C_d = 1$.

Коефіцієнт надійності за граничним значенням ваги ожеледних відкладень γ_{fm} визначається залежно від заданого середнього періоду повторюваності T за табл. 2.12 [35].

Таблиця 2.12

T , років	5	10	15	25	40	50	70	100	150	200	300	500
γ_{fm}	0,46	0,63	0,72	0,84	0,95	1,00	1,08	1,16	1,25	1,32	1,42	1,53

Проміжні значення коефіцієнта γ_{fm} слід визначати лінійною інтерполяцією [35].

Коефіцієнт надійності за граничним значенням нормального тиску вітру на покриті ожеледдю елементи γ_{fw} визначається залежно від заданого середнього періоду повторюваності T за табл. 2.13 [35].

Таблиця 2.13

T , років	5	10	15	25	40	50	70	100	150	200	300	500
γ_{fw}	0,45	0,61	0,71	0,83	0,95	1,00	1,08	1,16	1,26	1,33	1,43	1,55

Середній період повторюваності T [35].

Проміжні значення коефіцієнта γ_{fw} слід визначати лінійною інтерполяцією [35].

					602БП. 13015. ПЗ							Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								56

Для об'єктів масового будівництва допускається середній період повторюваності T приймати таким, що дорівнює встановленому терміну експлуатації конструкції T_{ef} [35].

Для об'єктів, що мають підвищений рівень відповідальності, для яких технічним завданням встановлена імовірність P неперевикнення (забезпеченість) граничного розрахункового значення ожеледно-вітрового навантаження протягом встановленого терміну служби, середній період повторюваності граничного розрахункового значення ожеледно-вітрового навантаження обчислюється за формулою [35].

$$T = T_{ef} K_p, \quad (2.18)$$

де K_p – коефіцієнт, що визначається за табл. 2.14 залежно від імовірності P .

Таблиця 2.14

P	0,37	0,5	0,6	0,8	0,85	0,9	0,95	0,99
K_p	1,00	1,44	1,95	4,48	6,15	9,50	19,50	99,50

Проміжні значення коефіцієнта K_p слід визначати лінійною інтерполяцією [35].

При визначенні вітрових навантажень на елементи споруд, розташованих на висоті понад 100 м над поверхнею землі, діаметр об'єднаних проводів і тросів, установлений з урахуванням товщини стінки ожеледі, наведеної в табл. 2.9, для ожеледно-вітрових районів 1-3 за рис. 2.14 та додатком Е необхідно множити на коефіцієнт, що дорівнює 1,5 [35].

Температуру повітря при ожеледі незалежно від висоти споруд слід приймати в гірських районах з висотою: понад 1000 м – мінус 10 °С; для решти територій для споруд висотою до 100 м – мінус 5 °С, понад 100 м – мінус 10 °С [35].

									Арк
									57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	602БП. 13015. ПЗ				

2.6. Аеродинамічний коефіцієнт наскрізних споруд [35]

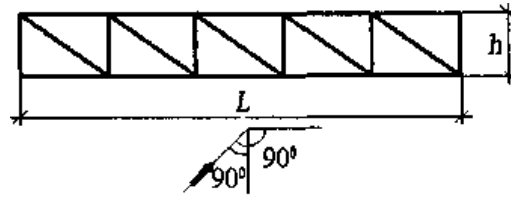


Рисунок 2.16. Схема 16 окремо розташовані плоскі наскрізної конструкції [35]

$$C_x = \frac{1}{A_k} \sum C_{xi} A_i. \quad (2.19)$$

Вітрове навантаження слід відносити до площі, обмеженої контуром конструкції A_k , при цьому припускається, що сума площ A_i i -х елементів, що є проєкціями на площину конструкції, задовольняє умову[35].

$$\varphi = \frac{\sum A_i}{A_k} \leq 0,8. \quad (2.20)$$

Аеродинамічний коефіцієнт i -го елемента конструкцій C_{xi} , для профілів визначається за схемою 15, при цьому допускається приймати $C_{xi}=1,4$, а для трубчастих елементів – за графіком до схеми 14 при $\lambda_e = \lambda$ (див. табл. 2 схеми 13). Напрямок осі X збігається з напрямком вітру і перпендикулярний до площини конструкції [35].

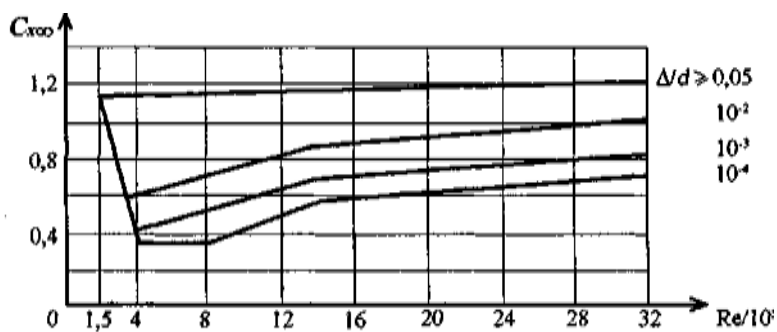
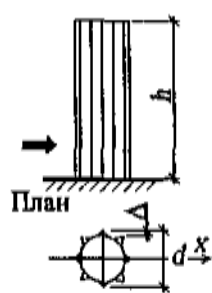


Рисунок 2.17. Споруди та їхні елементи з круговою циліндричною поверхнею (резервуари, градирні, вежі, димарі), проводи і троси, а також круглі трубчасті і суцільні елементи наскрізних споруд [35]

$$C_x = kC_{x\infty} \quad (2.21)$$

k – визначається за табл.1 схеми 13;

$C_{x\infty}$ – визначається за графіком.

Ряд плоских паралельно розташованих ґратчастих конструкцій

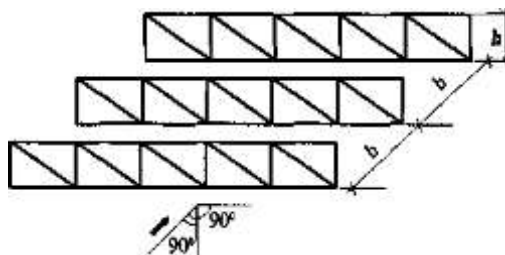


Рисунок 2.18. Схема 17. Ряд плоских паралельно розташованих ґратчастих конструкцій [35]

Для підвітряної конструкції коефіцієнт C_{x1} визначається так само, як для схеми 16; припускається, що й у цій схемі $\varphi \leq 0,8$.

Для другої і наступних конструкцій $C_{x2} = C_{x1} \eta$.

Для ферм із труб при $Re \geq 4 \cdot 10^5$ $\eta = 0,95$, при $Re < 4 \cdot 10^5$ η визначається за таблицею:

Таблиця 2.15

φ	Значення η для ферм з профілів та труб при $Re < 4 \cdot 10^5$ і b/h , що дорівнює:				
	1/2	1	2	4	6
0,1	0,93	0,99	1	1	1
0,2	0,75	0,81	0,87	0,9	0,93
0,3	0,56	0,65	0,73	0,78	0,83
0,4	0,38	0,48	0,59	0,65	0,72
0,5	0,19	0,32	0,44	0,52	0,61
0,6	0	0,15	0,3	0,4	0,5

Тут h – мінімальний розмір контуру; для прямокутних і трапецієподібних ферм h – довжина найменшої сторони контуру; для круглих ґратчастих конструкцій h – їхній діаметр; для еліптичних і близьких до них за обрисом конструкцій h – довжина меншої осі; b – відстань між сусідніми фермами.

Re слід визначати за формулою до схеми 12а, де d – середній діаметр трубчастих елементів; z – допускається приймати таким, що дорівнює відстані від поверхні землі до верхнього пояса ферми. Коефіцієнт φ слід визначати за вказівками до схеми 16.

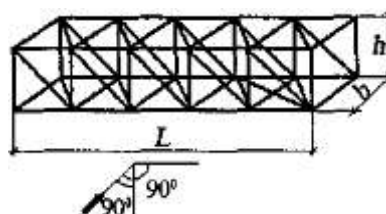


Рисунок 2.18. Схема 18. Ґратчасті вежі та просторові ферми [35]

Аеродинамічний коефіцієнт C_t , стосується площі контуру підвітряної грані, припускається, що й у цій схемі $\varphi \leq 0,8$.

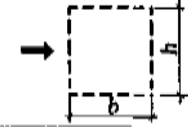
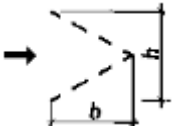
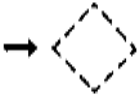
									Арк
									60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	602БП. 13015. ПЗ				

$$C_t = C_x(1 + \eta)k \quad (2.22)$$

Коефіцієнт C_x визначається так само, як для схеми 16, а коефіцієнт η – як для схеми 17. Коефіцієнт k_1 визначається за таблицею, наведеною нижче. При напрямку вітру по діагоналі чотиригранних квадратних у плані веж коефіцієнт k_1 для сталевих веж з одиничних елементів слід зменшувати на 10 %; для дерев'яних веж із складених елементів – збільшувати на 10 %.

					602БП. 13015. ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Таблиця 2.16

Ескізи форм контуру поперечного перерізу і напрямку вітру	k1
	1,0
	0,9
	1,2

2.7. Висновок до розділу другого.

Загалом якщо прийняти до уваги навантаження від вітру та ожеледе-вітрового навантаження, не беручі в увагу тип місцевості та прийнявши рельєф місцевості для встановлення як рівний. Методом комбінування карт вітрів одна на одну – можливо визначити критичні точки для встановлення щогл зв'язку Рис. 2.19. З якого стає зрозуміло в яких місцях характеристичне значення вітру та вітру при ожеледі збігається та утворює критичні місця для встановлення споруд. На вибірці зображені можливі місяця встановлення та стандартизації щогл зв'язку.

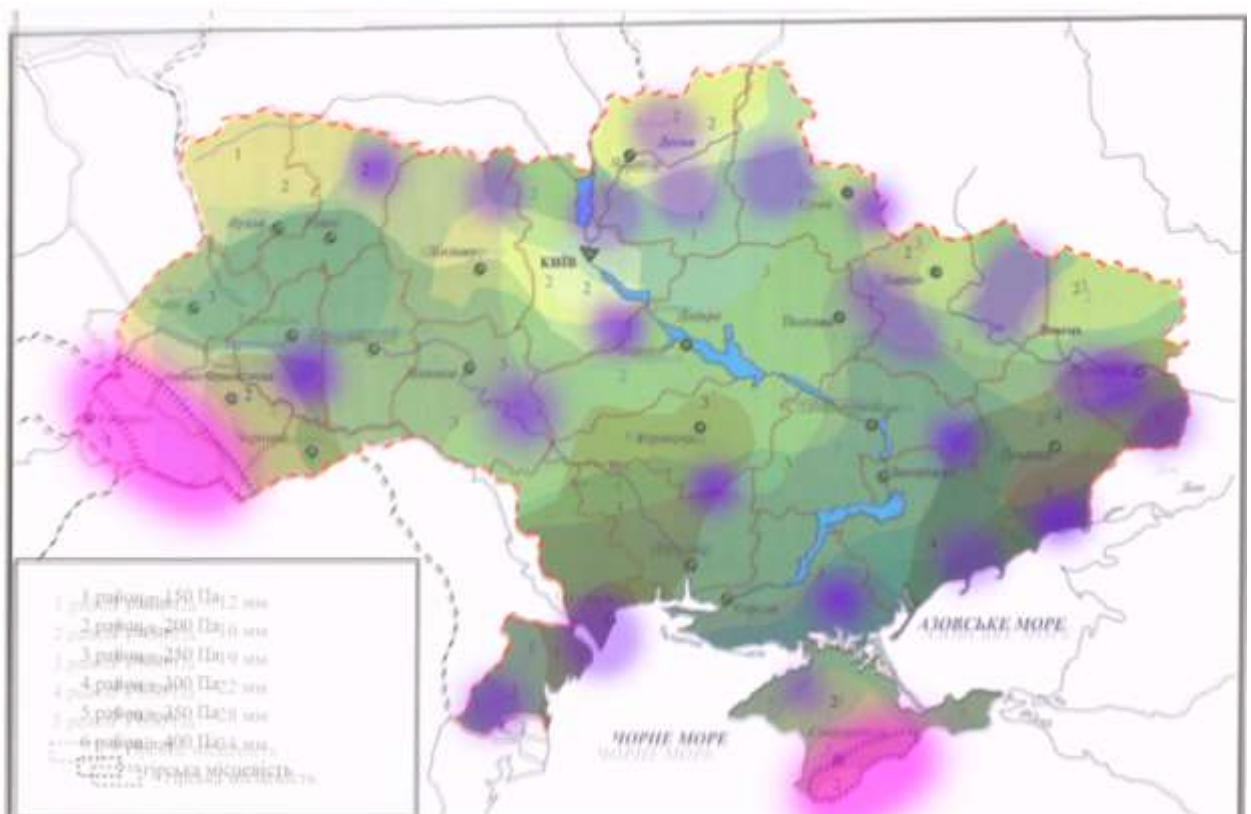


Рисунок 2.19. Запропонована аналітична схема можливого розміщення щогли зв'язку на основі комбінацій карт вітрів рисунків 2.4, 2.14, 2.15

Необхідне більш детальне вивчення критичних місць на більш детальних картах та стандартизацію конструкцій решітки, та діаметру вант за для пришвидшення розгортання щогл зв'язку без потреби їх розрахунку.

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ РАЦІОНАЛЬНИХ МІСЦЬ ВСТАНОВЛЕННЯ ТА МОЖЛИВОСТЕЙ СТАНДАРТИЗАЦІЇ

3.1. Уточнення запропонованих місць встановлення.

Маючи рисунок 2.19 та аналітичну схему стандартної щогли можливо проаналізувати та вивести стандартизацію перерізів для цієї схеми. Оскільки зони помічені фіолетовим (гірська місцевість) не можливо підвести під стандартизацію, тому що в цих місцевостях вітрові потоки ведуть себе по різному залежно від рельєфу місцевості. Та рельєф гірській місцевості достатньо часто змінюється, то виникає потреба у виключенні цих територій з можливих місць стандартизації. Тобто виключив ці зони з вибірки маємо запропоновані зони для вибірки

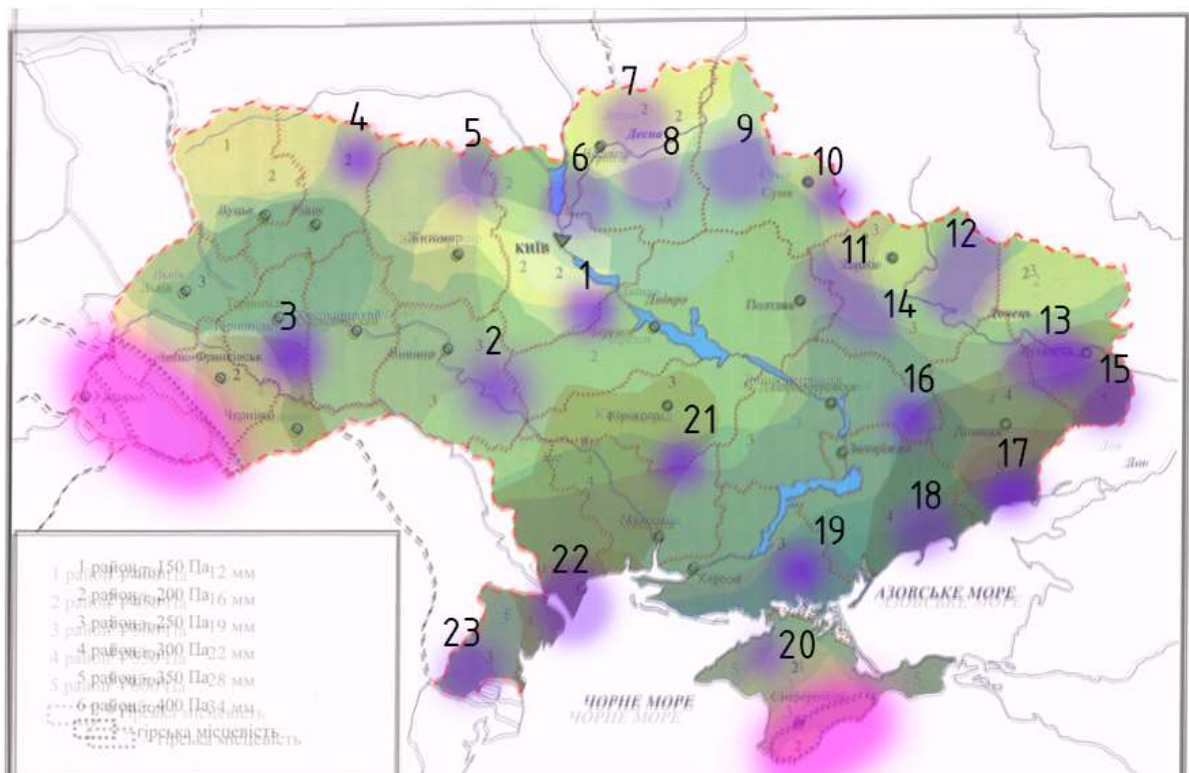


Рисунок 3.20. Запропонована аналітична схема можливого розміщення щогли зв'язку з нумерації областей дослідження

Після більш детального аналізу карт на більш точних картах

вітрів, вітрів при ожеледі та ожеледі можливо вивести більш точне розміщення щогл зв'язку Рис. 3.21.

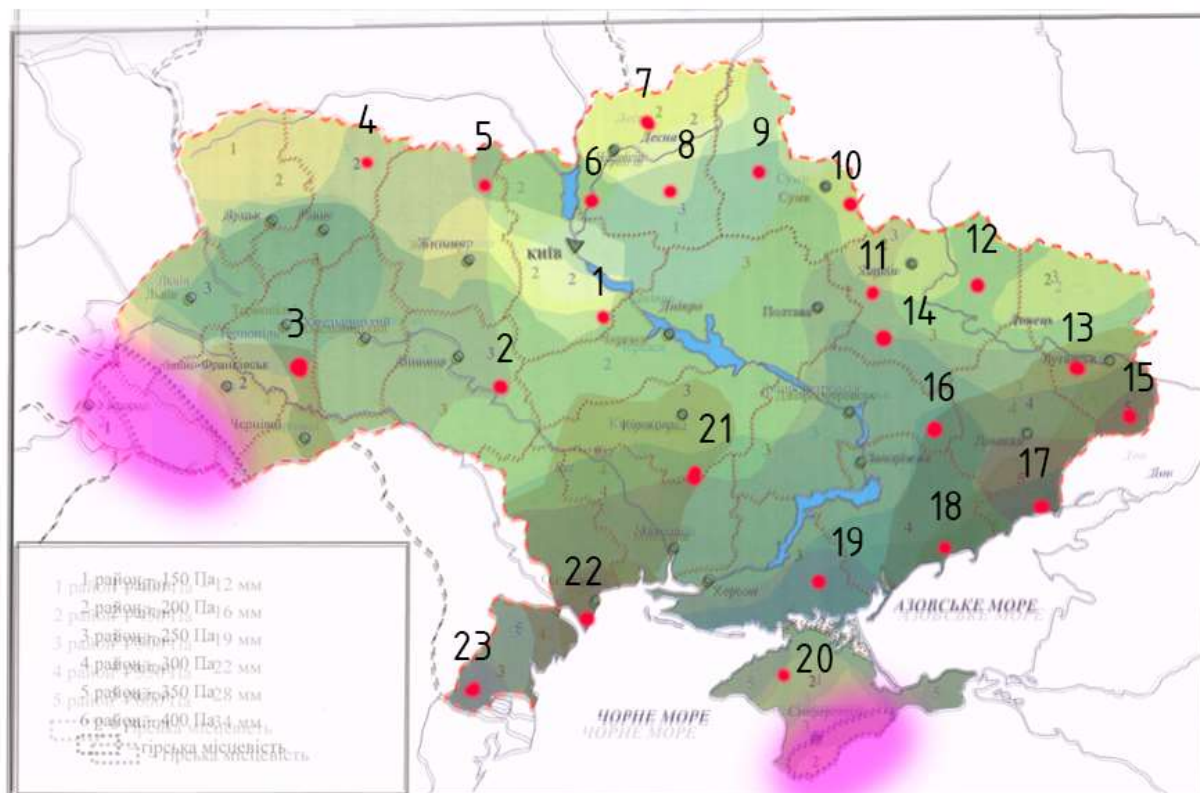


Рисунок 3.21. Запропонована аналітична схема можливого розміщення щогли зв'язку з більш точним місцем розміщення.

За допомогою карт визначаю точні місця будівництва, створюю таблицю.3.16. У якій номер відповідає місцю що зображено на Рис. 3.21.

Відповідність нумерації та назві запропонованих місць будівництва з
рис. 3.21.

№	Запропоноване місце будівництва	
	Населиний пункт	Область
1	Миронівка	Київська
2	Немиров	Вінницька
3	Теребовля	Тернопільська
4	Сарни	Рівненська
5	Овруч	Житомирська
6	Остер	Чернігівська
7	Городня	Чернігівська
8	Вертіївка	Чернігівська
9	Терни	Сумська
10	Суми	Сумська
11	Коломак	Харківська
12	Шевченково	Харківська
13	Горське	Луганська
14	Сахновщина	Харківська
15	Сведловськ	Луганська
16	Просяна	Дніпропетровська
17	Новоазовск	Донецька
18	Бердянск	Запорізька
19	Генічеськ	Херсонська
20	Роздольне	Крим
21	Восіятське	Миколаївська
22	Одеса	Одеська
23	Ізмаїл	Одеська

3.1. Запропонування схема для встановлення.

Для розрахунку та моделювання використовую SCAD [40] - обчислювальний комплекс для аналізу міцності конструкцій методом кінцевих елементів. Для розрахунку решітки, відтяжок та приведенні навантажень до одного поясу використовується Microsoft Excel.

Запропонована секція щогли трьох грана довжиною 2 м, шириною 0,3 м. Тип решітки розкисний правосторонній, розрахункова довжина прийнята при розрахунку згідно п.13.1 ДБН [35]. Хід решітки 0,3 м по висоті з відступами від фланців по 0,1 м. Попередні прийняті пояси секцій труба прямошовна діаметром 48 × 3 мм (ГОСТ 10704-91); розпірки та решітка – кругла сталь діаметром 12мм (ГОСТ 2590-2006). Матеріал металоконструкцій – сталь С245, Ст 20 (ГОСТ 27772-88) Рис. 3.23. Стик поясів секцій – болтовий через фланці, болти $d = 12$ мм, клас міцності 8.8. Щогла встановлена на фундамент, а також кріпиться відтяжками до трьох анкерних вузлів, розміщених на відстані 10 м з кроком 120° по площині. Кількість ярусів відтяжок – 3. Відтяжки кріпляться до щогли на висоті 10 м, 18 м, 26 м. Попередньо прийняті сталеві каната подвійної звивки діаметром 10 мм по ГОСТ 3066-80. Канати закріплення на коуші пресуванням у втулці. Решітка гнеться і вариться до труб в притул, центрується по середині осей інерції поясу. Кількість секцій прийнята 15 штук що дорівнює 30 м конструкції Рис. 3.22. Більш детальне зображення представлено у додатку до розділу

					602БП. 13015. ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

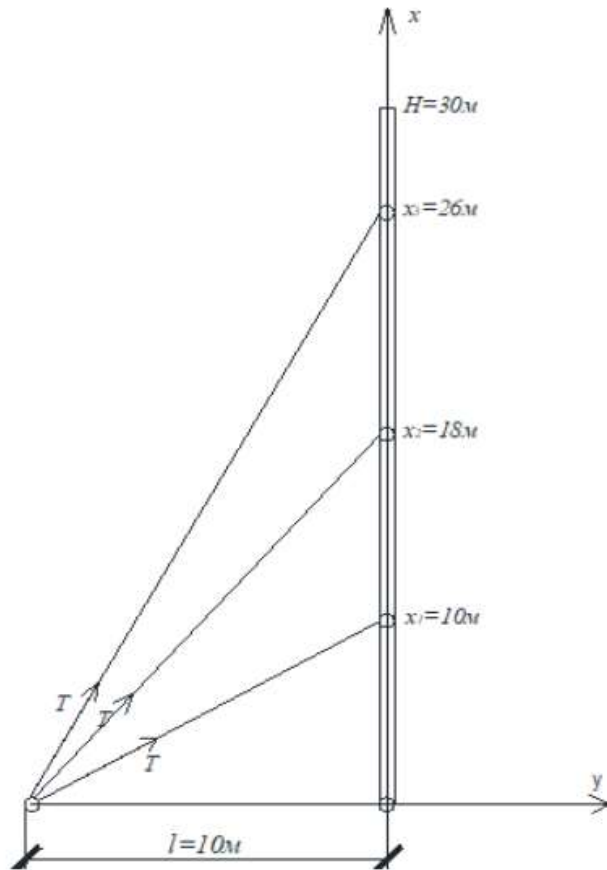
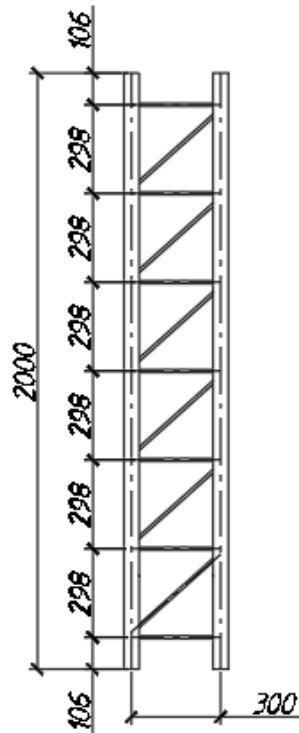


Рисунок 3.22. Запропонована ескізне зображення щогли зв'язку.



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

602БП. 13015. ПЗ

Рисунок 3.23. Запропонована типова секція щогли зв'язку.

3.2. Побудова схеми щогли в SCAD.

Зайшовши в SCAD створивши новий проект за типом схеми 5 – система загального виду. Відкоригувавши одиниці вимів створив новий проект Рис. 3.24.

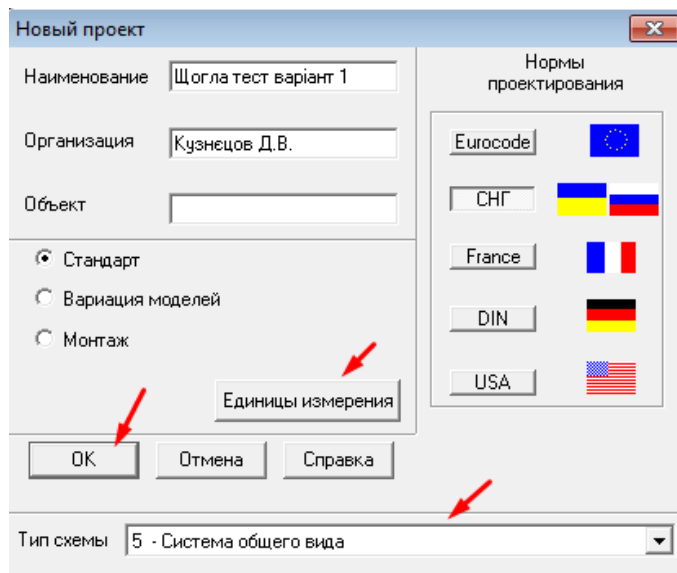


Рисунок 3.24. Створення нового проекту в SCAD.

Зайшовши в пункт Схеми та обравши пункт “Создание поверхности вращения” Рис 3.25. Створюю стержневую схему за заданими параметрами Рис 3.26.



Рисунок 3.25. Обрання пункту “Создание поверхности вращения” в SCAD.

					602БП. 13015. ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

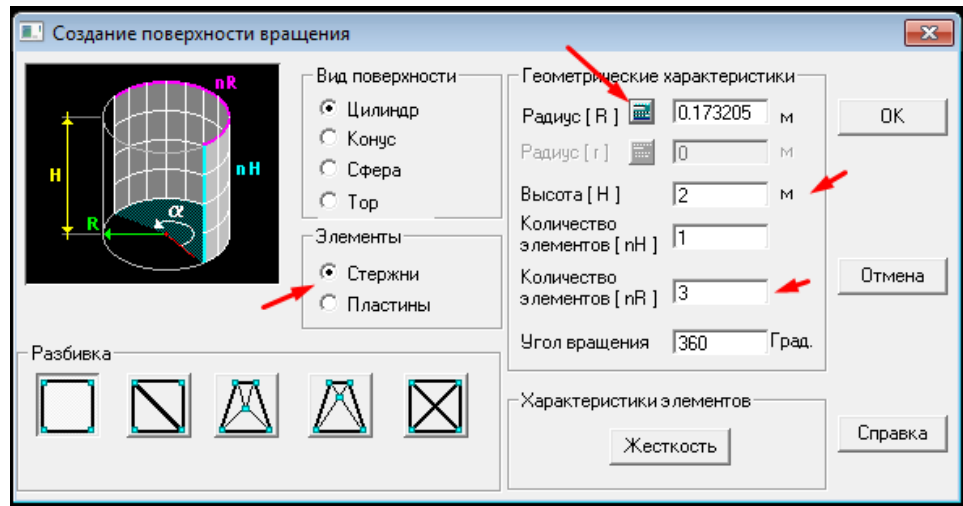


Рисунок 3.26. Створення стержневої клітки в SCAD.

Виділяю зайві елементи частини та вмикаю візуалізацію вузлів на лівій панелі Рис 3.27.

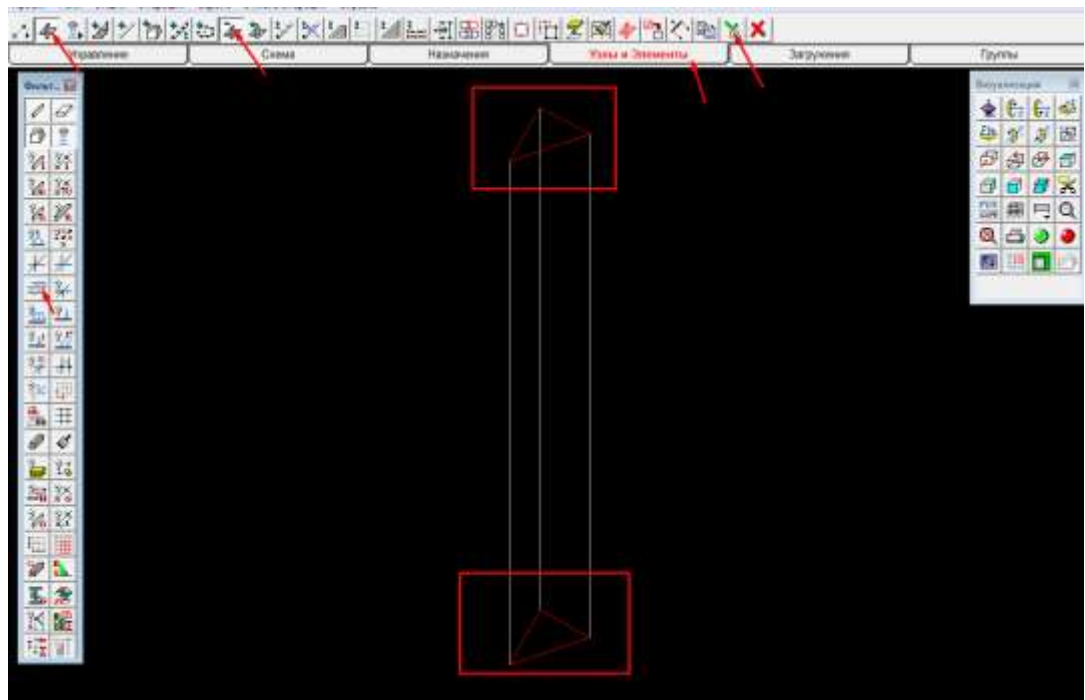


Рисунок 3.27. Видалення зайвих елементів в SCAD.

Розбиваю стержневі для від фланців в 0,1 м Рис.3.28. По аналогії вибрав створені елементи в горі та розбив їх на відстані 1,8 м за для отримання відступу від фланців згори на 0,1 м. Розбиваю решту частин на ділю на 6 рівних стержнів.

										Арк
										70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

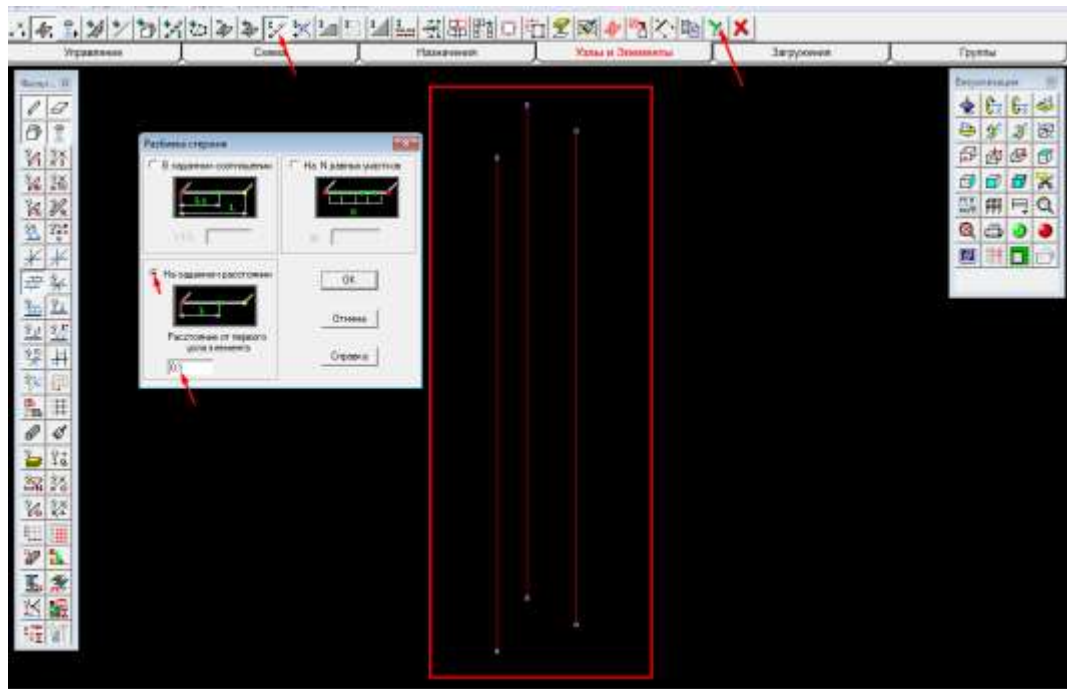


Рисунок 3.28. Разбивания стержнів в SCAD.

Додаю стержневую решётку на одну грань між поясами (Рис. 3.29). Керуючись правилом по побудові: “Зліва на право, знизу в гору”. Червоним показано місця кріплення розпірки, зеленим розкосів.

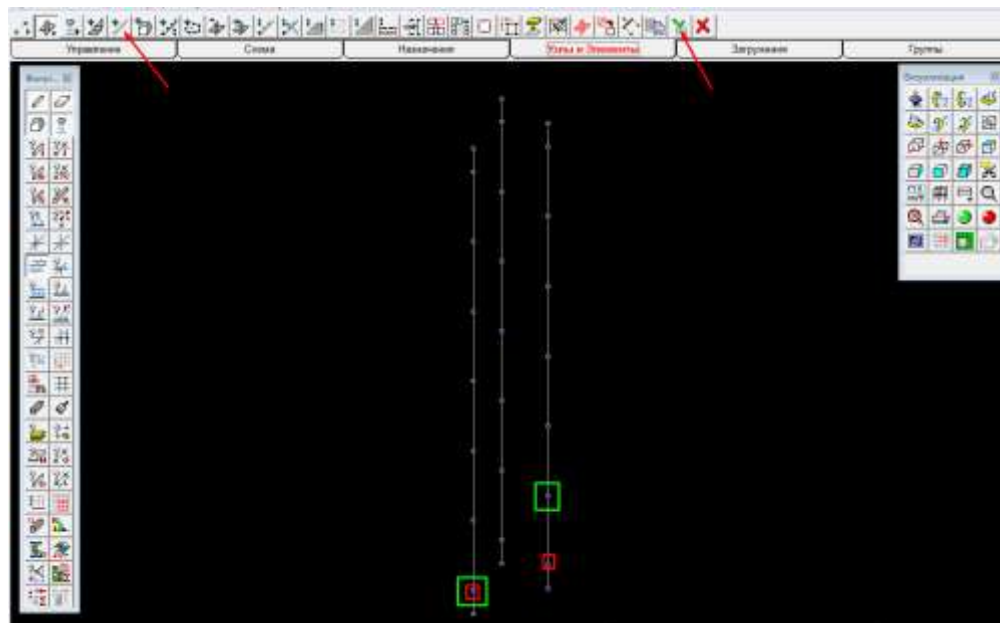


Рисунок 3.29. Створення елементів решітки в SCAD

Виділяю стержневі елементи (Рис. 3.30) за для подальшого

					602БП. 13015. ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

копіювання Рис 3.31. Зберігаю результат копіювання. Після підтвердження знімаю виділення Рис. 3.32.

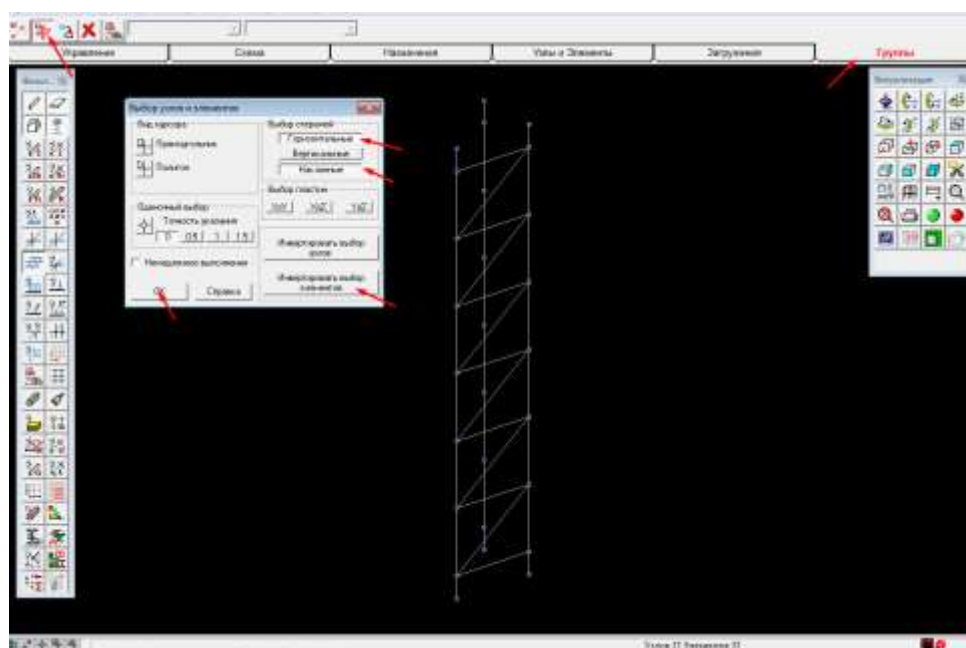


Рисунок 3.30. Видалення елементів в SCAD

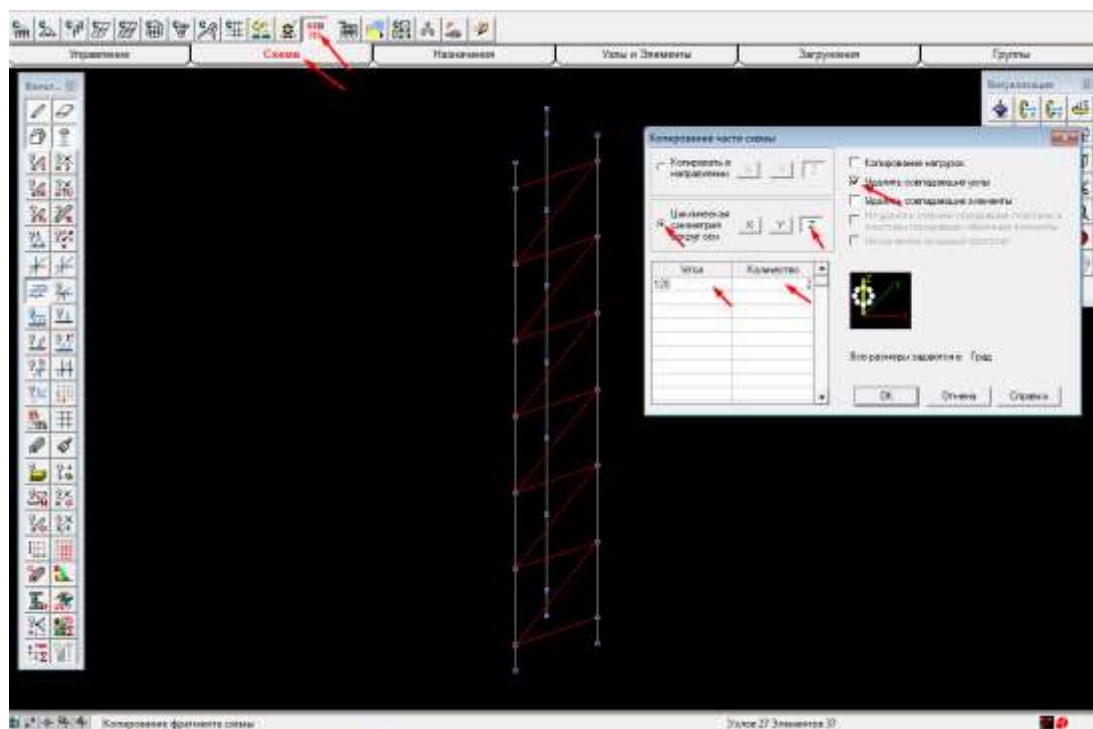


Рисунок 3.31. Копіювання елементів в SCAD



Рисунок 3.32. Зняття виділення елементів в SCAD

Виділивши елементи поясу заходжу в розділ “Назначения” потім “Назначение жесткостей стержням”. Нажимаю спосіб завдання профілю металлопрокату. У вікні вибираю геометрію профілю профіль та його матеріал.

З списку вибираю трубу прямошовну діаметром 48×3 мм (ГОСТ 10704-91) Задаю модуль пружності $E=2,0601 \cdot 10^{-8}$ кН/м² з питома вагою $\gamma=77,0085$ кН/м³ що відповідає жорсткості заданої сталі Рис 3.33. По аналогію задаю жорсткість решітці Рис 3.34.

					602БП. 13015. ПЗ	Арк
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

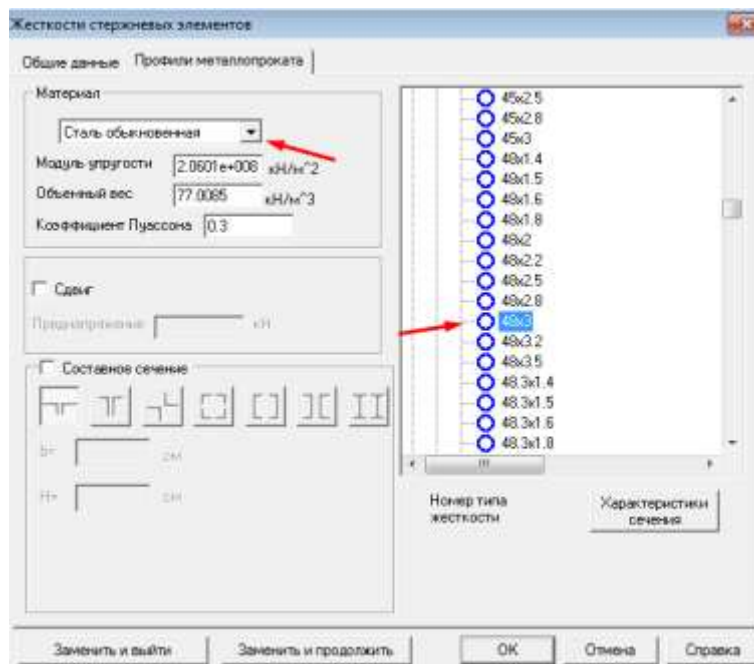


Рисунок 3.33. Задаю жорсткість поясу секції в SCAD

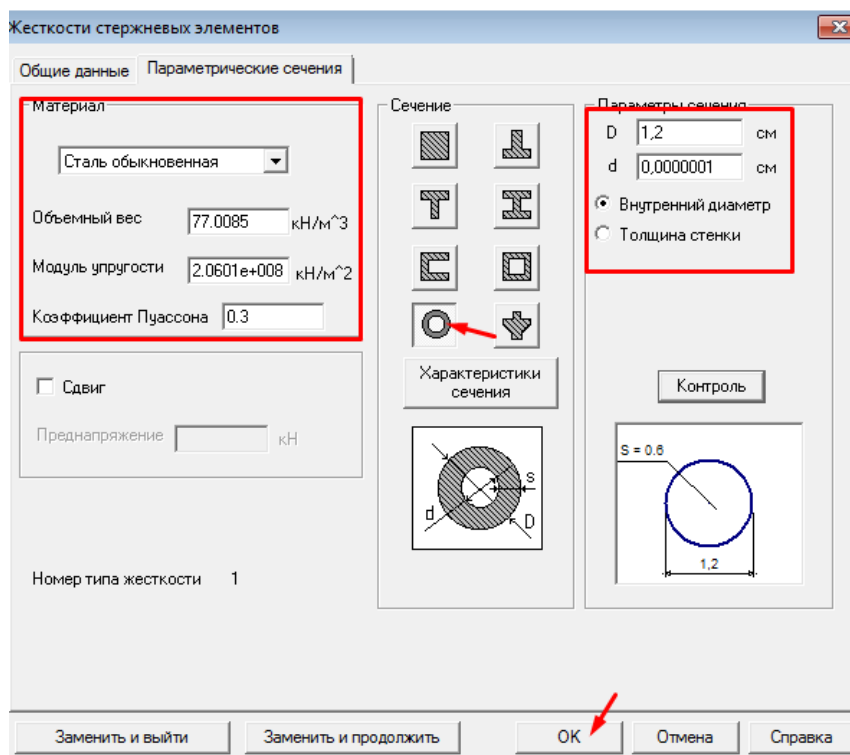


Рисунок 3.34. Задаю жорсткість решітки секції в SCAD

Після побудови та перевірки на правильність побудови секції по заданим габаритам в SCAD отримую аналітичну схему секції Рис. 3.35, та графічна візуалізація секції Рис. 3.36.

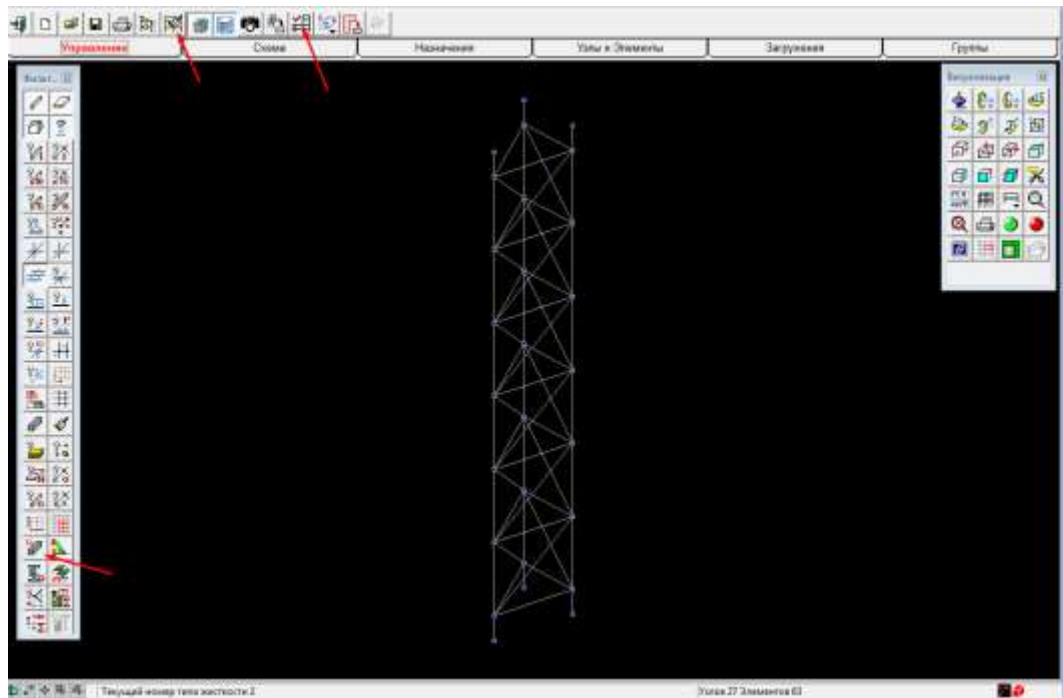


Рисунок 3.35. Аналітична схема запропонованої секції в SCAD.

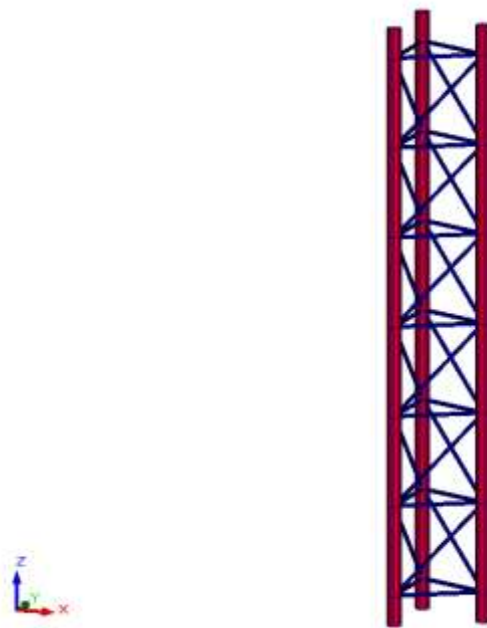


Рисунок 3.36. Графічна візуалізація запропонованої секції в SCAD.

Після копіювання секцій по вертикалі з кроком 2 м кількістю 14. Що становить 15 секцій, загалом висота стовбура 30 м. Задаю три вузли на відстані 10 м від центру координат (центру секції) Рис 3.37.

					602БП. 13015. ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

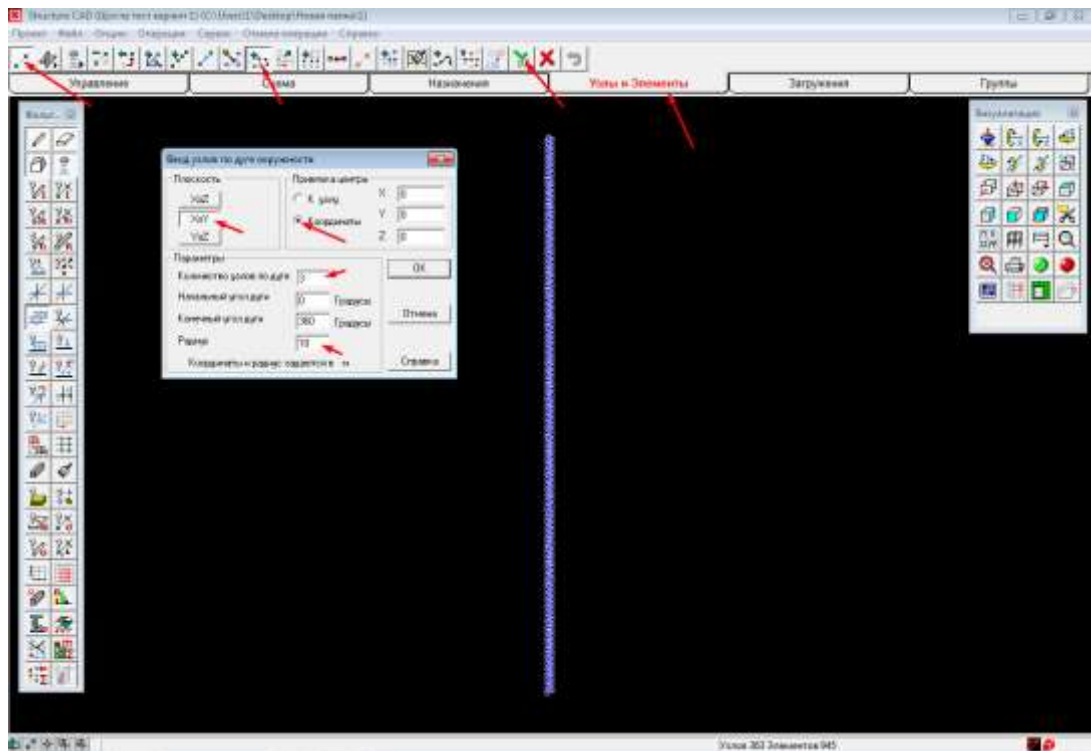


Рисунок 3.37. Створення вузлів для відтяжок на відстані 10 м в SCAD.

Створюю вантові елементи, а саме канати Рис. 3.38. Задаю жорсткість канату за числовим описом вантового елемента відповідного діаметру 10 мм ГОСТ 3066-80 Рис. 3.39. Задаю модуль пружності $E=1,47 \cdot 10^8$ кН/м² з питома вагою $\gamma=77,0085$ кН/м³. Натяг першого ярусу відтяжок 2,8 кН, другого 3 кН, третього 3,2 кН Таб. 3.18 . Ванти моделюю з стовбуру до анкеру.



Рисунок 3.38. Шлях до створення вантового елемента в SCAD.

До отриманої моделі потрібно додаю в'язі та перевірити їх наявність, а саме моделювання в'язей в анкерах та опорному вузлі щогли Рис 40.

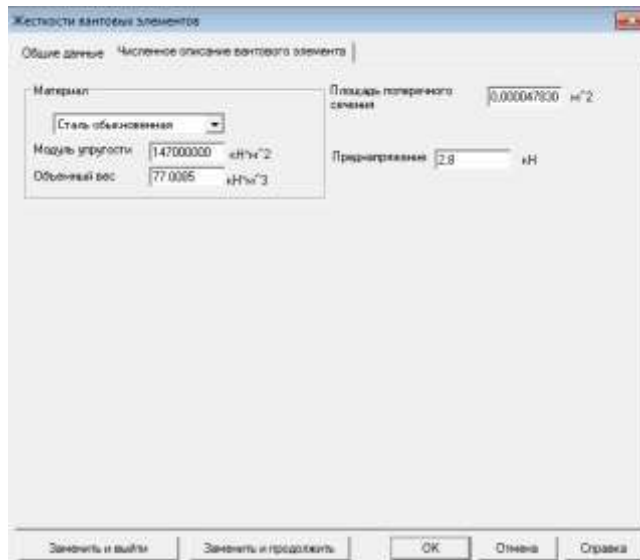


Рисунок 3.39. Задаю жорсткість ванти діаметру 10 мм ГОСТ 3066-80 в SCAD.

Таблиця 3.18

<i>Натяги відтяжок</i>	
<i>1 ярус</i>	<i>2,800</i>
<i>2 ярус</i>	<i>3,000</i>
<i>3 ярус</i>	<i>3,200</i>

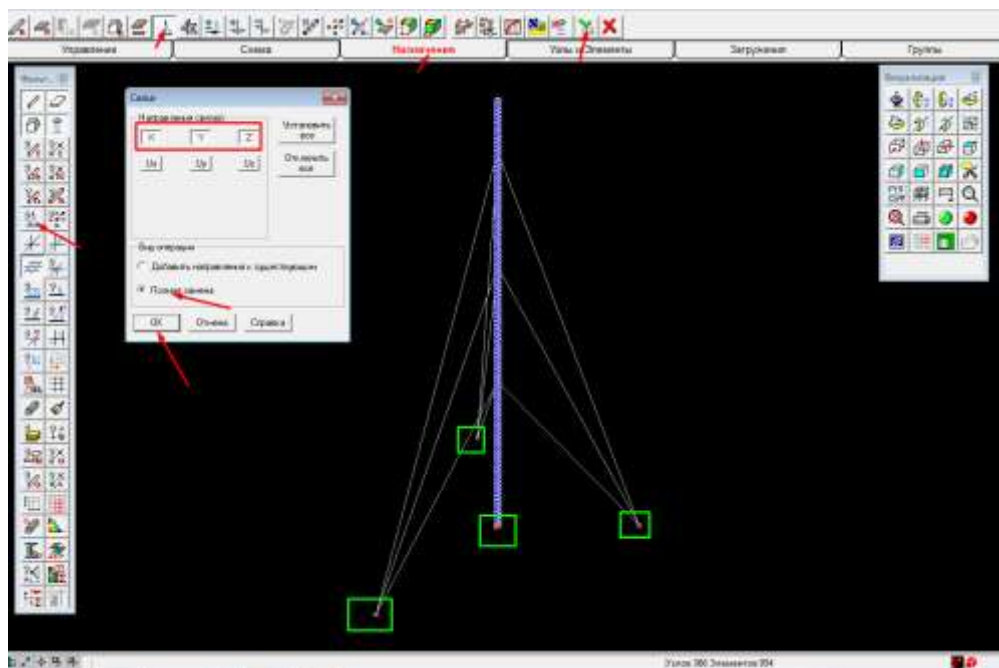


Рисунок 3.40. Задаю в'язі на схемі в SCAD.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Для подальшого розрахунку роботи зі схемою створюю групи для роботи Рис 3.41. По зі списку: Пояс 1, Пояс 2, Пояс 3, Пояс 4, Ярус 1, Ярус 2, Ярус 3, Розпірки 1-4, Розкоси ОП, Розкоси 1-4, Температура Рис 3.42.

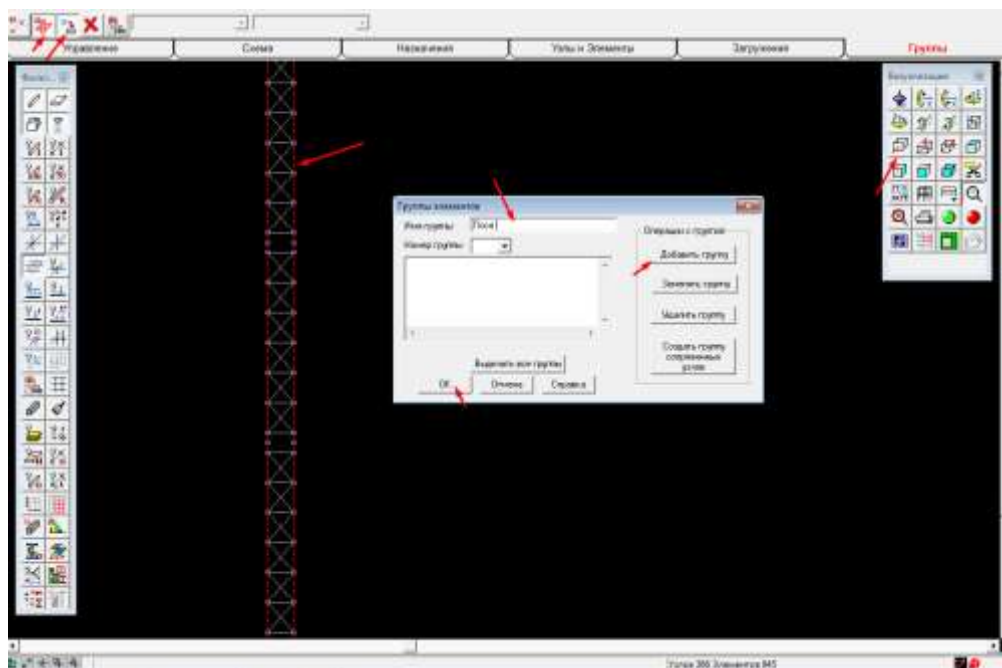


Рисунок 3.41. Приклад створення групи в SCAD.

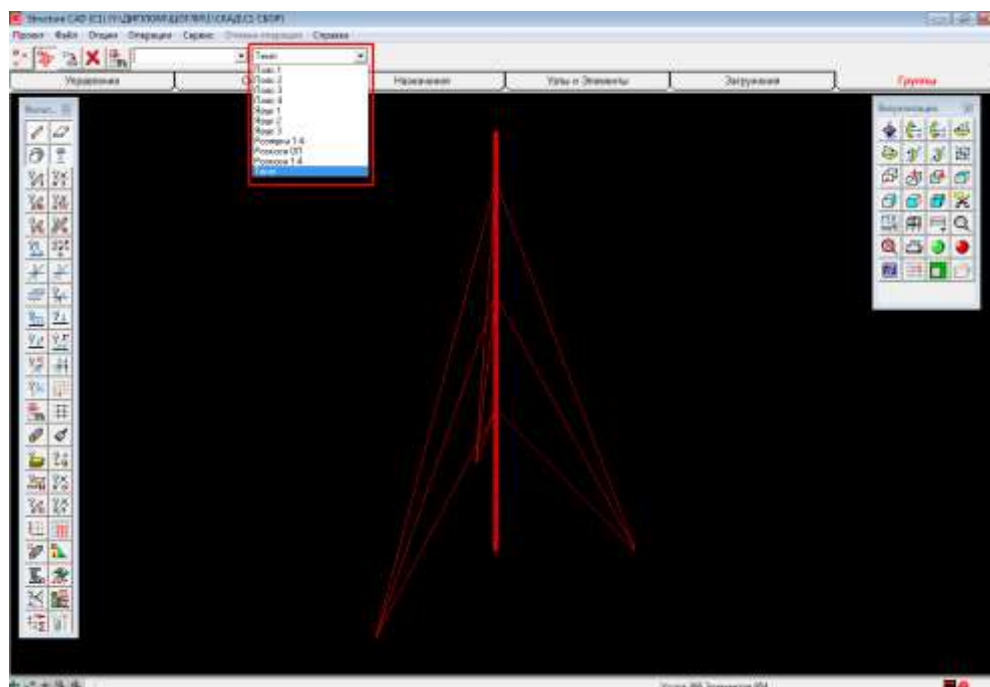


Рисунок 3.42. Список груп в SCAD.

Перевіряю схему аналогічно Рис. 3.35. Виводжу графічну

					602БП. 13015. ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

візуалізацію та перевіряю правильність побудови елементів в ній, Настроюю графічне середовище, отримую остаточку графічну візуалізацію схеми щогли для розрахунку Рис. 3.43.

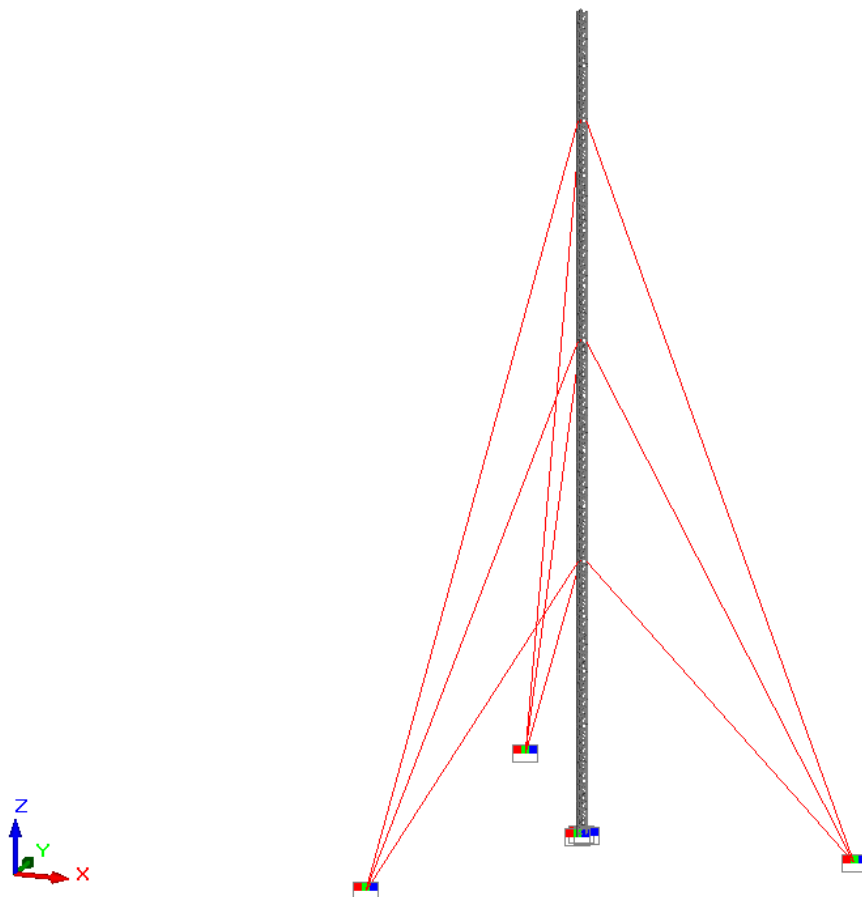


Рисунок 3.43. Графічна візуалізація запропонованої схеми щогли в SCAD.

3.3. Збір навантажень для схеми та їх задання на схеми SCAD.

Тип місцевості для подальшого розрахунку приймається як тип I (перший). Оскільки не відомо точне місце встановлення базової станції. Задаюся період експлантації в $T=20$ років. Згідно пунктів 2.4.1, 2.4.2 ДБН [35] вираховую коефіцієнти (Табл. 3.20) та райони будівництва з характеристичним значенням вітрового тиску Табл. 3.20.

Таблиця 3.19

					602БП. 13015. ПЗ	Арк
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вихідні данні для розрахунку

№	Вітер влітку		Вітер взимку		Ожеледь		Сер. Темп. повітря, °С
	район	W_0 , Па	район	W_B , Па	район	b , мм	
1	II	450	III	250	III	19	7,8
2	III	500	III	250	III	19	7,3
3	IV	550	III	250	IV	22	6,9
4	III	500	II	200	III	19	7,4
5	III	500	III	250	III	19	7,1
6	II	450	III	250	III	19	7,0
7	II	450	II	200	I	12	6,3
8	I	400	III	250	II	16	7,0
9	I	400	III	250	III	19	6,8
10	II	450	III	250	II	16	6,8
11	III	500	III	250	III	19	7,6
12	II	450	III	250	III	19	7,6
13	III	500	III	250	IV	22	8,6
14	III	500	IV	300	III	19	7,6
15	III	500	V	350	V	28	8,6
16	IV	550	IV	300	IV	22	8,7
17	V	600	V	350	V	28	8,1
18	V	600	IV	300	V	28	8,3
19	V	600	V	350	III	19	10,5
20	IV	550	V	350	II	16	10,6
21	III	500	IV	300	IV	22	10,1
22	III	500	V	350	V	28	10,3
23	III	500	VI	400	III	19	10,8

де W_0 – характеристичне значення вітрового тиску відповідно до п. 9.6 [35], Па;

W_B – характеристичне значення вітрового тиску при ожеледі відповідно до п. 10.9. [35], Па;

b – Характеристичне значення товщини стінки ожеледі відповідно до п. 10.7

Середньорічна температура повітря прийнята відповідно до табл. 2 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 [39].

									Арк
									80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	602БП. 13015. ПЗ				

Величини і параметри, прийняті та обчислені відповідно до вихідних даних

3.3.1.	Коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням вітрового навантаження γ_{fm} (відповідно до п. 9.4, ДБН В.1.2-2:2006 [35]):	0,82
3.3.2.	Коефіцієнт надійності за граничним значенням ваги ожеледних відкладень γ_{fm} (відповідно до п. 10.10, ДБН В.1.2-2:2006 [35]):	0,78
3.3.3.	Коефіцієнт надійності за граничним значенням тиску вітру на вкритті ожеледдю елементи γ_{fw} (відповідно до п. 10.11, ДБН В.1.2-2:2006 [35]):	0,77
3.3.4.	Коефіцієнт географічної висоти C_{alt} (відповідно до п. 9.10, ДБН В.1.2-2:2006 [35]):	1
3.3.5.	Коефіцієнт рельєфу C_{rel} (відповідно до п. 9.11, ДБН В.1.2-2:2006 [35]):	1
3.3.6.	Коефіцієнт напрямку C_{dir} (відповідно до п. 9.12 ДБН В.1.2-2:2006 [35]):	1
3.3.7.	Коефіцієнт надійності за експлуатаційним розрахунковим значенням γ_{fe} (відповідно до п. 9.15, ДБН В.1.2-2:2006 [35]):	0,21
3.3.8.	Коефіцієнт динамічності C_d (відповідно до п. 9.13, ДБН В.1.2-2:2006 [35]):	1,2

Вираховую вітрові навантаження відповідно до аеродинаміки секції приведені на пояс до одного метра поясу Таблиця 3.21, Таблиця 3.22, вітрові навантаження на устаткування(антени) Таблиця 3.23, Таблиця 3.24, вітрові навантаження на відтяжки Таблиця 3.25, Таблиця 3.26 Вітрові навантаження на відтяжки за формулами п.2.3. та п.2.4. використовуючи. Схема зображення сил що діють на щоглу наведені в Рис.3.44. Відповідно до формул по розрахунку з пункту 2.6 пораховано аеродинамічні коефіцієнт наскрізної решітки більш детально в представленому додатку до розділу.

											Арк
											81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	602БП. 13015. ПЗ						

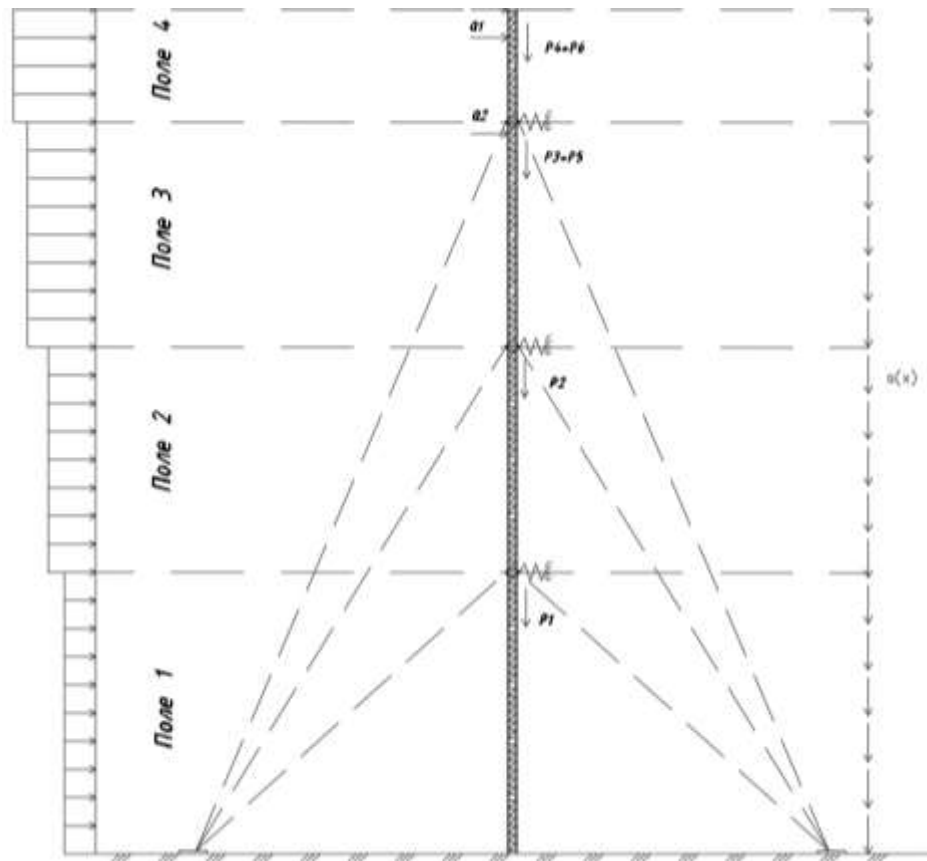


Рисунок 3.44. Схема зображення сил що діють на щоглу.

де $q(w)$ – вітрове навантаження на стовбур щогли;

$s(x)$ – розподілена власна вага щогли, куди включається навантаження від додаткових деталей і пристроїв закріплених на стовбурі, що мало впливають на характеристики жорсткості але істотно збільшують вагу;

P_1, P_2, P_3 – осьові зосереджені сили, що реалізують вплив на щоглу попередньо напружених вант;

P_4, P_5, P_6 – вага додаткового обладнання також вага обладнання, на верхньому майданчику спільно з вагою обслуговуючого персоналу;

Q_1, Q_2, Q_3 – вітрове навантаження на устаткування.

При розрахунку було прийняті такі напрямки вітрів як W_1 -вітер на відтяжку; W_2 -вітер на грань щогли; W_3 -вітер на пояс відповідно до напрямку відтяжок які пронумеровані як А, Б, В Рис 3.45.. З яких відтяжка А співпадає з вітром на відтяжку і рахуються як сама натягнена.

					602БП. 13015. ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

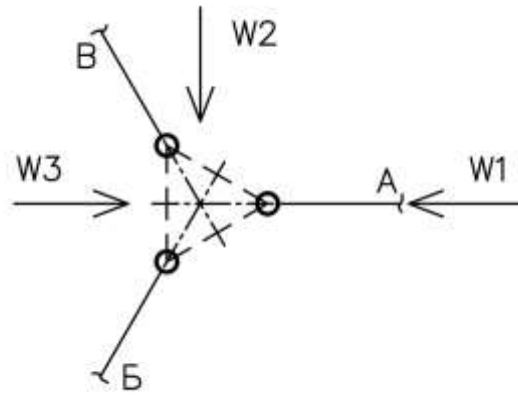


Рисунок 3.45. Розрахункові напрямки вітрів.

Таблиця 3.21

Вирахуванні навантаження на пояс влітку приведені до одного поясу з врахуванням аеродинаміки конструкції.

Номер м'єця	Номер розрах. Поля	Вітер на пояс влітку			Вага АФО, кН/м
		W1, кН/м	W2, кН/м	W3 кН/м	
1	1	0,062159	0,062159	-0,062159	0,005733
	2	0,082583	0,082583	-0,082583	0,005733
	3	0,087911	0,087911	-0,087911	0,005733
	4	0,091907	0,091907	-0,091907	0,005733
2	1	0,069066	0,069066	-0,069066	0,005733
	2	0,091759	0,091759	-0,091759	0,005733
	3	0,097679	0,097679	-0,097679	0,005733
	4	0,102119	0,102119	-0,102119	0,005733
3	1	0,075973	0,075973	-0,075973	0,005733
	2	0,100935	0,100935	-0,100935	0,005733
	3	0,107447	0,107447	-0,107447	0,005733
	4	0,112331	0,112331	-0,112331	0,005733
4	1	0,069066	0,069066	-0,069066	0,005733
	2	0,091759	0,091759	-0,091759	0,005733
	3	0,097679	0,097679	-0,097679	0,005733
	4	0,102119	0,102119	-0,102119	0,005733

Продовження таблиці 3.21

5	1	0,069066	0,069066	-0,069066	0,005733
	2	0,091759	0,091759	-0,091759	0,005733
	3	0,097679	0,097679	-0,097679	0,005733
	4	0,102119	0,102119	-0,102119	0,005733
6	1	0,062159	0,062159	-0,062159	0,005733
	2	0,082583	0,082583	-0,082583	0,005733
	3	0,087911	0,087911	-0,087911	0,005733
	4	0,091907	0,091907	-0,091907	0,005733
7	1	0,062159	0,062159	-0,062159	0,005733
	2	0,082583	0,082583	-0,082583	0,005733
	3	0,087911	0,087911	-0,087911	0,005733
	4	0,091907	0,091907	-0,091907	0,005733
8	1	0,055253	0,055253	-0,055253	0,005733
	2	0,073407	0,073407	-0,073407	0,005733
	3	0,078143	0,078143	-0,078143	0,005733
	4	0,081695	0,081695	-0,081695	0,005733
9	1	0,055253	0,055253	-0,055253	0,005733
	2	0,073407	0,073407	-0,073407	0,005733
	3	0,078143	0,078143	-0,078143	0,005733
	4	0,081695	0,081695	-0,081695	0,005733
10	1	0,062159	0,062159	-0,062159	0,005733
	2	0,082583	0,082583	-0,082583	0,005733
	3	0,087911	0,087911	-0,087911	0,005733
	4	0,091907	0,091907	-0,091907	0,005733
11	1	0,069066	0,069066	-0,069066	0,005733
	2	0,091759	0,091759	-0,091759	0,005733
	3	0,097679	0,097679	-0,097679	0,005733
	4	0,102119	0,102119	-0,102119	0,005733
12	1	0,062159	0,062159	-0,062159	0,005733
	2	0,082583	0,082583	-0,082583	0,005733
	3	0,087911	0,087911	-0,087911	0,005733
	4	0,091907	0,091907	-0,091907	0,005733
13	1	0,069066	0,069066	-0,069066	0,005733
	2	0,091759	0,091759	-0,091759	0,005733
	3	0,097679	0,097679	-0,097679	0,005733
	4	0,102119	0,102119	-0,102119	0,005733

Продовження таблиці 3.21

14	1	0,069066	0,069066	-0,069066	0,005733
	2	0,091759	0,091759	-0,091759	0,005733
	3	0,097679	0,097679	-0,097679	0,005733
	4	0,102119	0,102119	-0,102119	0,005733
15	1	0,069066	0,069066	-0,069066	0,005733
	2	0,091759	0,091759	-0,091759	0,005733
	3	0,097679	0,097679	-0,097679	0,005733
	4	0,102119	0,102119	-0,102119	0,005733
16	1	0,075973	0,075973	-0,075973	0,005733
	2	0,100935	0,100935	-0,100935	0,005733
	3	0,107447	0,107447	-0,107447	0,005733
	4	0,112331	0,112331	-0,112331	0,005733
17	1	0,082879	0,082879	-0,082879	0,005733
	2	0,110111	0,110111	-0,110111	0,005733
	3	0,117215	0,117215	-0,117215	0,005733
	4	0,122543	0,122543	-0,122543	0,005733
18	1	0,082879	0,082879	-0,082879	0,005733
	2	0,110111	0,110111	-0,110111	0,005733
	3	0,117215	0,117215	-0,117215	0,005733
	4	0,122543	0,122543	-0,122543	0,005733
19	1	0,082879	0,082879	-0,082879	0,005733
	2	0,110111	0,110111	-0,110111	0,005733
	3	0,117215	0,117215	-0,117215	0,005733
	4	0,122543	0,122543	-0,122543	0,005733
20	1	0,075973	0,075973	-0,075973	0,005733
	2	0,100935	0,100935	-0,100935	0,005733
	3	0,107447	0,107447	-0,107447	0,005733
	4	0,112331	0,112331	-0,112331	0,005733
21	1	0,069066	0,069066	-0,069066	0,005733
	2	0,091759	0,091759	-0,091759	0,005733
	3	0,097679	0,097679	-0,097679	0,005733
	4	0,102119	0,102119	-0,102119	0,005733
22	1	0,069066	0,069066	-0,069066	0,005733
	2	0,091759	0,091759	-0,091759	0,005733
	3	0,097679	0,097679	-0,097679	0,005733
	4	0,102119	0,102119	-0,102119	0,005733

Продовження таблиці 3.21

23	1	0,069066	0,069066	-0,069066	0,005733
	2	0,091759	0,091759	-0,091759	0,005733
	3	0,097679	0,097679	-0,097679	0,005733
	4	0,102119	0,102119	-0,102119	0,005733

Таблиця 3.22

Вирахуванні навантаження на пояс взимку приведені до одного поясу з врахуванням аеродинаміки конструкції з утвореними шаром льоду на конструкції.

Номер місяця	Номер розрах. Поля	Вітер на пояс взимку			Вага ожеледі + вага АФО, кН/м
		W1, кН/м	W2, кН/м	W3, кН/м	
1	1	0,036029	0,036029	-0,036029	0,072929
	2	0,050269	0,050269	-0,050269	0,111926
	3	0,054973	0,054973	-0,054973	0,137813
	4	0,058617	0,058617	-0,058617	0,158949
2	1	0,036029	0,036029	-0,036029	0,072929
	2	0,050269	0,050269	-0,050269	0,111926
	3	0,054973	0,054973	-0,054973	0,137813
	4	0,058617	0,058617	-0,058617	0,158949
3	1	0,036844	0,036844	-0,036844	0,089528
	2	0,051731	0,051731	-0,051731	0,139608
	3	0,056761	0,056761	-0,056761	0,173057
	4	0,060667	0,060667	-0,060667	0,200450
4	1	0,028823	0,028823	-0,028823	0,072929
	2	0,040215	0,040215	-0,040215	0,111926
	3	0,043978	0,043978	-0,043978	0,137813
	4	0,046894	0,046894	-0,046894	0,158949
5	1	0,036029	0,036029	-0,036029	0,072929
	2	0,050269	0,050269	-0,050269	0,111926
	3	0,054973	0,054973	-0,054973	0,137813
	4	0,058617	0,058617	-0,058617	0,158949

Продовження таблиці 3.22

6	1	0,036029	0,036029	-0,036029	0,072929
	2	0,050269	0,050269	-0,050269	0,111926
	3	0,054973	0,054973	-0,054973	0,137813
	4	0,058617	0,058617	-0,058617	0,158949
7	1	0,027355	0,027355	-0,027355	0,040550
	2	0,037485	0,037485	-0,037485	0,058910
	3	0,040641	0,040641	-0,040641	0,070839
	4	0,043067	0,043067	-0,043067	0,080471
8	1	0,035213	0,035213	-0,035213	0,057963
	2	0,048806	0,048806	-0,048806	0,087220
	3	0,053185	0,053185	-0,053185	0,106494
	4	0,056567	0,056567	-0,056567	0,122169
9	1	0,036029	0,036029	-0,036029	0,072929
	2	0,050269	0,050269	-0,050269	0,111926
	3	0,054973	0,054973	-0,054973	0,137813
	4	0,058617	0,058617	-0,058617	0,158949
10	1	0,035213	0,035213	-0,035213	0,057963
	2	0,048806	0,048806	-0,048806	0,087220
	3	0,053185	0,053185	-0,053185	0,106494
	4	0,056567	0,056567	-0,056567	0,122169
11	1	0,036029	0,036029	-0,036029	0,072929
	2	0,050269	0,050269	-0,050269	0,111926
	3	0,054973	0,054973	-0,054973	0,137813
	4	0,058617	0,058617	-0,058617	0,158949
12	1	0,036029	0,036029	-0,036029	0,072929
	2	0,050269	0,050269	-0,050269	0,111926
	3	0,054973	0,054973	-0,054973	0,137813
	4	0,058617	0,058617	-0,058617	0,158949
13	1	0,036844	0,036844	-0,036844	0,089528
	2	0,051731	0,051731	-0,051731	0,139608
	3	0,056761	0,056761	-0,056761	0,173057
	4	0,060667	0,060667	-0,060667	0,200450
14	1	0,043235	0,043235	-0,043235	0,072929
	2	0,060322	0,060322	-0,060322	0,111926
	3	0,065967	0,065967	-0,065967	0,137813
	4	0,070341	0,070341	-0,070341	0,158949

					602БП. 13015. ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

Продовження таблиці 3.22

15	1	0,056149	0,056149	-0,056149	0,172258
	2	0,079643	0,079643	-0,079643	0,280108
	3	0,086266	0,086266	-0,086266	0,353276
	4	0,091350	0,091350	-0,091350	0,413659
16	1	0,044213	0,044213	-0,044213	0,089528
	2	0,062078	0,062078	-0,062078	0,139608
	3	0,068113	0,068113	-0,068113	0,173057
	4	0,072801	0,072801	-0,072801	0,200450
17	1	0,053866	0,053866	-0,053866	0,127626
	2	0,076520	0,076520	-0,076520	0,203904
	3	0,084236	0,084236	-0,084236	0,255318
	4	0,089023	0,089023	-0,089023	0,297613
18	1	0,046171	0,046171	-0,046171	0,127626
	2	0,065588	0,065588	-0,065588	0,203904
	3	0,072202	0,072202	-0,072202	0,255318
	4	0,076306	0,076306	-0,076306	0,297613
19	1	0,050440	0,050440	-0,050440	0,072929
	2	0,070376	0,070376	-0,070376	0,111926
	3	0,076962	0,076962	-0,076962	0,137813
	4	0,082064	0,082064	-0,082064	0,158949
20	1	0,049299	0,049299	-0,049299	0,057963
	2	0,068328	0,068328	-0,068328	0,087220
	3	0,074459	0,074459	-0,074459	0,106494
	4	0,079194	0,079194	-0,079194	0,122169
21	1	0,044213	0,044213	-0,044213	0,089528
	2	0,062078	0,062078	-0,062078	0,139608
	3	0,068113	0,068113	-0,068113	0,173057
	4	0,072801	0,072801	-0,072801	0,200450
22	1	0,053866	0,053866	-0,053866	0,127626
	2	0,076520	0,076520	-0,076520	0,203904
	3	0,084236	0,084236	-0,084236	0,255318
	4	0,089023	0,089023	-0,089023	0,297613

23	1	0,057646	0,057646	-0,057646	0,072929
	2	0,080430	0,080430	-0,080430	0,111926
	3	0,087957	0,087957	-0,087957	0,137813
	4	0,093788	0,093788	-0,093788	0,158949

Таблиця 3.23

Вирахуванні навантаження до вузла концентрації сили з площі антен влітку приведені з врахуванням аеродинаміки конструкції.

Номер місяця	Номер антени	Вітер на антени влітку			Вага антени влітку, кН
		W1, кН/м	W2, кН/м	W3 кН/м	
1	1	0,824405	0,824405	-0,824405	0,391890
	2	0,162966	0,162966	-0,162966	0,161865
	3	0,831904	0,831904	-0,831904	0,168300
2	1	0,916006	0,916006	-0,916006	0,391890
	2	0,181073	0,181073	-0,181073	0,161865
	3	0,924338	0,924338	-0,924338	0,168300
3	1	1,007607	1,007607	-1,007607	0,391890
	2	0,199181	0,199181	-0,199181	0,161865
	3	1,016772	1,016772	-1,016772	0,168300
4	1	0,916006	0,916006	-0,916006	0,391890
	2	0,181073	0,181073	-0,181073	0,161865
	3	0,924338	0,924338	-0,924338	0,168300
5	1	0,916006	0,916006	-0,916006	0,391890
	2	0,181073	0,181073	-0,181073	0,161865
	3	0,924338	0,924338	-0,924338	0,168300
6	1	0,824405	0,824405	-0,824405	0,391890
	2	0,162966	0,162966	-0,162966	0,161865
	3	0,831904	0,831904	-0,831904	0,168300
7	1	0,824405	0,824405	-0,824405	0,391890
	2	0,162966	0,162966	-0,162966	0,161865
	3	0,831904	0,831904	-0,831904	0,168300

Продовження таблиці 3.23

8	1	0,732805	0,732805	-0,732805	0,391890
	2	0,144859	0,144859	-0,144859	0,161865
	3	0,739471	0,739471	-0,739471	0,168300
9	1	0,732805	0,732805	-0,732805	0,391890
	2	0,144859	0,144859	-0,144859	0,161865
	3	0,739471	0,739471	-0,739471	0,168300
10	1	0,824405	0,824405	-0,824405	0,391890
	2	0,162966	0,162966	-0,162966	0,161865
	3	0,831904	0,831904	-0,831904	0,168300
11	1	0,916006	0,916006	-0,916006	0,391890
	2	0,181073	0,181073	-0,181073	0,161865
	3	0,924338	0,924338	-0,924338	0,168300
12	1	0,824405	0,824405	-0,824405	0,391890
	2	0,162966	0,162966	-0,162966	0,161865
	3	0,831904	0,831904	-0,831904	0,168300
13	1	0,916006	0,916006	-0,916006	0,391890
	2	0,181073	0,181073	-0,181073	0,161865
	3	0,924338	0,924338	-0,924338	0,168300
14	1	0,916006	0,916006	-0,916006	0,391890
	2	0,181073	0,181073	-0,181073	0,161865
	3	0,924338	0,924338	-0,924338	0,168300
15	1	0,916006	0,916006	-0,916006	0,391890
	2	0,181073	0,181073	-0,181073	0,161865
	3	0,924338	0,924338	-0,924338	0,168300
16	1	1,007607	1,007607	-1,007607	0,391890
	2	0,199181	0,199181	-0,199181	0,161865
	3	1,016772	1,016772	-1,016772	0,168300
17	1	1,099207	1,099207	-1,099207	0,391890
	2	0,217288	0,217288	-0,217288	0,161865
	3	1,109206	1,109206	-1,109206	0,168300
18	1	1,099207	1,099207	-1,099207	0,391890
	2	0,217288	0,217288	-0,217288	0,161865
	3	1,109206	1,109206	-1,109206	0,168300

					602БП. 13015. ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		90

Продовження таблиці 3.23

19	1	1,099207	1,099207	-1,099207	0,391890
	2	0,217288	0,217288	-0,217288	0,161865
	3	1,109206	1,109206	-1,109206	0,168300
20	1	1,007607	1,007607	-1,007607	0,391890
	2	0,199181	0,199181	-0,199181	0,161865
	3	1,016772	1,016772	-1,016772	0,168300
21	1	0,916006	0,916006	-0,916006	0,391890
	2	0,181073	0,181073	-0,181073	0,161865
	3	0,924338	0,924338	-0,924338	0,168300
22	1	0,916006	0,916006	-0,916006	0,391890
	2	0,181073	0,181073	-0,181073	0,161865
	3	0,924338	0,924338	-0,924338	0,168300
23	1	0,916006	0,916006	-0,916006	0,391890
	2	0,181073	0,181073	-0,181073	0,161865
	3	0,924338	0,924338	-0,924338	0,168300

Примітка до таблиці 3.23: Габарити устаткування пройняте при розрахунку та висота підвісу: три антени 1,935x0,265x0,141 м(висота підвісу 29,3м), три RRU блока 0,400x0,300x0,120 м (25,6м), дві антени РЛЛ 0,6 на висоті 30м.

Таблиця 3.24

Вирахуванні навантаження на відтяжки взимку приведені до вузла концентрації сили з площі антени конструкції з утвореними шаром льоду.

Номер місяця	Номер антени	Вітер на антени взимку			Вага антен взимку, кН
		W1, кН/м	W2, кН/м	W3, кН/м	
1	1	0,491285	0,491285	-0,491285	0,671196
	2	0,095760	0,095760	-0,095760	0,203847
	3	0,455692	0,455692	-0,455692	0,421246

Продовження таблиці 3.24

2	1	0,491285	0,491285	-0,491285	0,671196
	2	0,095760	0,095760	-0,095760	0,203847
	3	0,455692	0,455692	-0,455692	0,421246
3	1	0,500950	0,500950	-0,500950	0,715297
	2	0,097456	0,097456	-0,097456	0,210476
	3	0,459119	0,459119	-0,459119	0,461185
4	1	0,393028	0,393028	-0,393028	0,671196
	2	0,076608	0,076608	-0,076608	0,203847
	3	0,364553	0,364553	-0,364553	0,421246
5	1	0,491285	0,491285	-0,491285	0,671196
	2	0,095760	0,095760	-0,095760	0,203847
	3	0,455692	0,455692	-0,455692	0,421246
6	1	0,491285	0,491285	-0,491285	0,671196
	2	0,095760	0,095760	-0,095760	0,203847
	3	0,455692	0,455692	-0,455692	0,421246
7	1	0,374987	0,374987	-0,374987	0,568294
	2	0,073441	0,073441	-0,073441	0,188380
	3	0,358157	0,358157	-0,358157	0,328055
8	1	0,481620	0,481620	-0,481620	0,627096
	2	0,094063	0,094063	-0,094063	0,197218
	3	0,452265	0,452265	-0,452265	0,381307
9	1	0,491285	0,491285	-0,491285	0,671196
	2	0,095760	0,095760	-0,095760	0,203847
	3	0,455692	0,455692	-0,455692	0,421246
10	1	0,481620	0,481620	-0,481620	0,627096
	2	0,094063	0,094063	-0,094063	0,197218
	3	0,452265	0,452265	-0,452265	0,381307
11	1	0,491285	0,491285	-0,491285	0,671196
	2	0,095760	0,095760	-0,095760	0,203847
	3	0,455692	0,455692	-0,455692	0,421246
12	1	0,491285	0,491285	-0,491285	0,671196
	2	0,095760	0,095760	-0,095760	0,203847
	3	0,455692	0,455692	-0,455692	0,421246

					602БП. 13015. ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92

Продовження таблиці 3.24

13	1	0,500950	0,500950	-0,500950	0,715297
	2	0,097456	0,097456	-0,097456	0,210476
	3	0,459119	0,459119	-0,459119	0,461185
14	1	0,589542	0,589542	-0,589542	0,671196
	2	0,114912	0,114912	-0,114912	0,203847
	3	0,546830	0,546830	-0,546830	0,421246
15	1	0,755451	0,755451	-0,755451	0,891701
	2	0,145938	0,145938	-0,145938	0,236990
	3	0,661957	0,661957	-0,661957	0,620940
16	1	0,601140	0,601140	-0,601140	0,715297
	2	0,116947	0,116947	-0,116947	0,210476
	3	0,550943	0,550943	-0,550943	0,461185
17	1	0,728390	0,728390	-0,728390	0,803499
	2	0,141188	0,141188	-0,141188	0,223733
	3	0,652362	0,652362	-0,652362	0,541062
18	1	0,624335	0,624335	-0,624335	0,803499
	2	0,121019	0,121019	-0,121019	0,223733
	3	0,559167	0,559167	-0,559167	0,541062
19	1	0,687799	0,687799	-0,687799	0,671196
	2	0,134064	0,134064	-0,134064	0,203847
	3	0,637969	0,637969	-0,637969	0,421246
20	1	0,674269	0,674269	-0,674269	0,627096
	2	0,131689	0,131689	-0,131689	0,197218
	3	0,633171	0,633171	-0,633171	0,381307
21	1	0,601140	0,601140	-0,601140	0,715297
	2	0,116947	0,116947	-0,116947	0,210476
	3	0,550943	0,550943	-0,550943	0,461185
22	1	0,728390	0,728390	-0,728390	0,803499
	2	0,141188	0,141188	-0,141188	0,223733
	3	0,652362	0,652362	-0,652362	0,541062
23	1	0,786056	0,786056	-0,786056	0,671196
	2	0,153216	0,153216	-0,153216	0,203847
	3	0,729107	0,729107	-0,729107	0,421246

						602БП. 13015. ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			93

Таблиця 3.25

Вирахуванні навантаження на відтяжки влітку приведені до метра каната з врахуванням аеродинаміки конструкції.

Номер місяця	Номер Ярус	Навантаження на відтяжки		
		W1, кН/м	W2, кН/м	W3 кН/м
1	1	0,004074	0,004074	-0,004074
	2	0,007431	0,007431	-0,007431
	3	0,008841	0,008841	-0,008841
2	1	0,004526	0,004526	-0,004526
	2	0,008256	0,008256	-0,008256
	3	0,009823	0,009823	-0,009823
3	1	0,004979	0,004979	-0,004979
	2	0,009082	0,009082	-0,009082
	3	0,010806	0,010806	-0,010806
4	1	0,004526	0,004526	-0,004526
	2	0,008256	0,008256	-0,008256
	3	0,009823	0,009823	-0,009823
5	1	0,004526	0,004526	-0,004526
	2	0,008256	0,008256	-0,008256
	3	0,009823	0,009823	-0,009823
6	1	0,004074	0,004074	-0,004074
	2	0,007431	0,007431	-0,007431
	3	0,008841	0,008841	-0,008841
7	1	0,004074	0,004074	-0,004074
	2	0,007431	0,007431	-0,007431
	3	0,008841	0,008841	-0,008841
8	1	0,003621	0,003621	-0,003621
	2	0,006605	0,006605	-0,006605
	3	0,007859	0,007859	-0,007859
9	1	0,003621	0,003621	-0,003621
	2	0,006605	0,006605	-0,006605
	3	0,007859	0,007859	-0,007859

						602БП. 13015. ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			94

Продовження таблиці 3.25

10	1	0,004074	0,004074	-0,004074
	2	0,007431	0,007431	-0,007431
	3	0,008841	0,008841	-0,008841
11	1	0,004526	0,004526	-0,004526
	2	0,008256	0,008256	-0,008256
	3	0,009823	0,009823	-0,009823
12	1	0,004074	0,004074	-0,004074
	2	0,007431	0,007431	-0,007431
	3	0,008841	0,008841	-0,008841
13	1	0,004526	0,004526	-0,004526
	2	0,008256	0,008256	-0,008256
	3	0,009823	0,009823	-0,009823
14	1	0,004526	0,004526	-0,004526
	2	0,008256	0,008256	-0,008256
	3	0,009823	0,009823	-0,009823
15	1	0,004526	0,004526	-0,004526
	2	0,008256	0,008256	-0,008256
	3	0,009823	0,009823	-0,009823
16	1	0,004979	0,004979	-0,004979
	2	0,009082	0,009082	-0,009082
	3	0,010806	0,010806	-0,010806
17	1	0,005432	0,005432	-0,005432
	2	0,009907	0,009907	-0,009907
	3	0,011788	0,011788	-0,011788
18	1	0,005432	0,005432	-0,005432
	2	0,009907	0,009907	-0,009907
	3	0,011788	0,011788	-0,011788
19	1	0,005432	0,005432	-0,005432
	2	0,009907	0,009907	-0,009907
	3	0,011788	0,011788	-0,011788
20	1	0,004979	0,004979	-0,004979
	2	0,009082	0,009082	-0,009082
	3	0,010806	0,010806	-0,010806

21	1	0,004526	0,004526	-0,004526
	2	0,008256	0,008256	-0,008256
	3	0,009823	0,009823	-0,009823
22	1	0,004526	0,004526	-0,004526
	2	0,008256	0,008256	-0,008256
	3	0,009823	0,009823	-0,009823
23	1	0,004526	0,004526	-0,004526
	2	0,008256	0,008256	-0,008256
	3	0,009823	0,009823	-0,009823

Таблиця 3.26

Вирахуванні навантаження на відтяжки взимку приведені до метра каната з врахуванням аеродинаміки конструкції під час утворення шару льоду на конструкції.

Номер місяця	Номер Ярус	Навантаження на відтяжки			Вага відтяжки взимку, кН/м
		W1, кН/м	W2, кН/м	W3, кН/м	
1	1	0,006747	0,006747	-0,006747	0,009861
	2	0,011206	0,011206	-0,011206	0,013321
	3	0,013346	0,013346	-0,013346	0,015697
2	1	0,006747	0,006747	-0,006747	0,009861
	2	0,011206	0,011206	-0,011206	0,013321
	3	0,013346	0,013346	-0,013346	0,015697
3	1	0,007416	0,007416	-0,007416	0,012551
	2	0,012392	0,012392	-0,012392	0,017056
	3	0,014803	0,014803	-0,014803	0,020159
4	1	0,005397	0,005397	-0,005397	0,009861
	2	0,008965	0,008965	-0,008965	0,013321
	3	0,010677	0,010677	-0,010677	0,015697
5	1	0,006747	0,006747	-0,006747	0,009861
	2	0,011206	0,011206	-0,011206	0,013321
	3	0,013346	0,013346	-0,013346	0,015697

Продовження таблиці 3.26

6	1	0,006747	0,006747	-0,006747	0,009861
	2	0,011206	0,011206	-0,011206	0,013321
	3	0,013346	0,013346	-0,013346	0,015697
7	1	0,004147	0,004147	-0,004147	0,004785
	2	0,006751	0,006751	-0,006751	0,006336
	3	0,007957	0,007957	-0,007957	0,007388
8	1	0,006077	0,006077	-0,006077	0,007479
	2	0,010020	0,010020	-0,010020	0,010030
	3	0,011889	0,011889	-0,011889	0,011775
9	1	0,006747	0,006747	-0,006747	0,009861
	2	0,011206	0,011206	-0,011206	0,013321
	3	0,013346	0,013346	-0,013346	0,015697
10	1	0,006077	0,006077	-0,006077	0,007479
	2	0,010020	0,010020	-0,010020	0,010030
	3	0,011889	0,011889	-0,011889	0,011775
11	1	0,006747	0,006747	-0,006747	0,009861
	2	0,011206	0,011206	-0,011206	0,013321
	3	0,013346	0,013346	-0,013346	0,015697
12	1	0,006747	0,006747	-0,006747	0,009861
	2	0,011206	0,011206	-0,011206	0,013321
	3	0,013346	0,013346	-0,013346	0,015697
13	1	0,007416	0,007416	-0,007416	0,012551
	2	0,012392	0,012392	-0,012392	0,017056
	3	0,014803	0,014803	-0,014803	0,020159
14	1	0,008096	0,008096	-0,008096	0,009861
	2	0,013447	0,013447	-0,013447	0,013321
	3	0,016015	0,016015	-0,016015	0,015697
15	1	0,014134	0,014134	-0,014134	0,026404
	2	0,023989	0,023989	-0,023989	0,036450
	3	0,028884	0,028884	-0,028884	0,043422
16	1	0,008900	0,008900	-0,008900	0,012551
	2	0,014870	0,014870	-0,014870	0,017056
	3	0,017764	0,017764	-0,017764	0,020159

17	1	0,012258	0,012258	-0,012258	0,018859
	2	0,020669	0,020669	-0,020669	0,025863
	3	0,024804	0,024804	-0,024804	0,030708
18	1	0,010507	0,010507	-0,010507	0,018859
	2	0,017716	0,017716	-0,017716	0,025863
	3	0,021261	0,021261	-0,021261	0,030708
19	1	0,009445	0,009445	-0,009445	0,009861
	2	0,015688	0,015688	-0,015688	0,013321
	3	0,018685	0,018685	-0,018685	0,015697
20	1	0,008508	0,008508	-0,008508	0,007479
	2	0,014028	0,014028	-0,014028	0,010030
	3	0,016645	0,016645	-0,016645	0,011775
21	1	0,008900	0,008900	-0,008900	0,012551
	2	0,014870	0,014870	-0,014870	0,017056
	3	0,017764	0,017764	-0,017764	0,020159
22	1	0,012258	0,012258	-0,012258	0,018859
	2	0,020669	0,020669	-0,020669	0,025863
	3	0,024804	0,024804	-0,024804	0,030708
23	1	0,010795	0,010795	-0,010795	0,009861
	2	0,017929	0,017929	-0,017929	0,013321
	3	0,021354	0,021354	-0,021354	0,015697

З наведених навантажень та навантажень від ваги формую навантаження в SCAD Рис. 3.46.

-Власна вага задаюся береться з коефіцієнт включення власної ваги рівний 1.1.

-Вагу АФО (вага антено фідерного обладнання).

-Вітер 1 W1-це вітер в літній період на відтяжку.

-Вітер 1 W2-це вітер в літній період на грань щогли.

-Вітер 1 W3-це вітер в літній період на пояс.

-Вітер 2 W1-це вітер в зимній період на відтяжку.

-Вітер 2 W2-це вітер в зимній період на грань щогли.

-Вітер 2 W3-це вітер в зимній період на пояс.

										Арк
										98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	602БП. 13015. ПЗ					

-Температура утворення ожеледі прийнята на відмітці в $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

-Температура $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ прийнята як температура максимального зменшення натягу відтяжки від температурного впливу

-Температура $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ прийнята як температура максимального натягу відтяжки від температурного впливу.

Пояс Z

Пояс X

Пояс Y

Антени Z

Антени X

Антени Y

Відтяжки Z

Відтяжки X

Відтяжки Y

=====

1. Власна вага

2. Вага АФД

3. Вітер 1 приведений до пояса W1

4. Вітер 1 приведений до пояса W2

5. Вітер 1 приведений до пояса W3

6. Вітер 1 на антени W1

7. Вітер 1 на антени W2

8. Вітер 1 на антени W3

9. Вітер 1 на відтяжки W1

10. Вітер 1 на відтяжки W2

11. Вітер 1 на відтяжки W3

12. Вага ожеледі + Вага АФД

13. Вага ожеледі на відтяжках

14. Вітер 2 приведений до пояса W1

15. Вітер 2 приведений до пояса W2

16. Вітер 2 приведений до пояса W3

17. Вітер 2 на антени W1

18. Вітер 2 на антени W2

19. Вітер 2 на антени W3

20. Вітер 2 на відтяжки W1

21. Вітер 2 на відтяжки W2

22. Вітер 2 на відтяжки W3

23. Середньорічна температура $+7,8$

24. Мінімальна температура -40

25. Максимальна температура $+40$

26. Температура утворення ожеледі -5

Рисунок 3.46. Список навантажень що діють на щоглу.

						602БП. 13015. ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			99

Комбінація навантажень та утворення групи навантажень Рис.47

відбувається відповідно до п. 2.4.

- 1(1.Вітер 1 W1 при середньорічній температурі)
- 2(2.Вітер 1 W1 при мінімальній температурі)
- 3(3.Вітер 1 W1 при максимальній температурі)
- 4(4.Вітер 1 W2 при середньорічній температурі)
- 5(5.Вітер 1 W3 при середньорічній температурі)
- 6(6.Вітер 2 W1 при температурі утворення ожеледі)
- 7(7.Вітер 2 W2 при температурі утворення ожеледі)
- 8(8.Вітер 2 W3 при температурі утворення ожеледі)
- 9(9.Середньорічна температура)
- 10(10.Мінімальна температура -40)
- 11(11.Максимальна температура +40)

Рисунок 3.47. Список груп навантажень що діють на щоглу.

Після виводу та документації сил що діють на відтяжки та секції отримав результати наведені в додатку до розділу 3 приклад таблиці з розрахунками таблиця. Розрахункові опору сталі прийняті згідно розділу 7 ДБН В.2.6-198:2014 [36].

Підчас зведення результатів та виведення закономірності і залежності було виведено зведену таблицю (3.27) використання несучої здатності елементів. Таким чином простежується залежність коефіцієнтів від місця встановлення. Як вже було згадано раніше найбільш важливим фактором впливу на конструкцію щогли став вітер, що підтвердилось. Однак також є помітним вплив на конструкцію ожеледне-вітрового тиску та ожеледі впливом на пояси секції. Від чого виника потреба в створенні додаткового районів при розрахунку секції окрім вітрових при розрахунку відтяжок. Отже можливо вивести п'ять районів типізації відтяжок та вісім районів типізації секції Табл. 3.28.

					602БП. 13015. ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		100

Таблиця 3.27

Зведена таблиця результатів розрахунків коефіцієнтів використання несучої здатності елементів стиску, розтягу та гнучкості відповідно до місяця встановлення, типізації перерізів запропонованих місць з градацією місяця районного розміщення

Номер місяця	Максимальні коефіцієнти у відтязках відповідно до температур			кст.м					Градація навантажень по району розподіленню		
	Сер.темп	-40	40	Пояс					вітер	вітер-ож	ож
				1	2	3	4	Рогірки 1-4			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	вітер	вітер-ож	ож
1	1,058277	1,059853	1,057457	0,412675	0,836296	0,831880	0,674535	0,253112	2	3	3
2	1,171030	1,172017	1,170390	0,463004	0,928535	0,923826	0,748741	0,281341	3	3	3
3	1,283348	1,283901	1,282831	0,512578	1,020563	1,015598	0,822936	0,309560	4	3	4
4	1,171029	1,172017	1,170390	0,463024	0,928514	0,923806	0,748741	0,281341	3	2	3
5	1,171033	1,172017	1,170390	0,462962	0,928576	0,923866	0,748741	0,281341	3	3	3
6	1,058296	1,059853	1,057457	0,412499	0,836464	0,832042	0,674536	0,253113	2	3	3
7	1,058785	1,060326	1,057928	0,412346	0,836610	0,832184	0,674537	0,253114	2	2	1
8	0,946620	0,948949	0,945479	0,362285	0,744713	0,740550	0,600354	0,224903	1	3	2
9	0,946627	0,948949	0,945479	0,362243	0,744755	0,740590	0,600354	0,224903	1	3	3
10	1,058773	1,060326	1,057928	0,412691	0,836712	0,832267	0,674548	0,253123	2	3	2
11	1,171026	1,172017	1,170390	0,463066	0,928472	0,923765	0,748741	0,281341	3	3	3
12	1,058282	1,059853	1,057457	0,412631	0,836338	0,831921	0,674535	0,253112	2	3	3
13	1,171011	1,172017	1,170390	0,463276	0,928264	0,923563	0,748739	0,281339	3	3	4
14	1,171026	1,172017	1,170390	0,463066	0,928472	0,923765	0,748741	0,281341	3	4	3
15	1,171011	1,172017	1,170390	0,491605	0,928264	0,923563	0,748739	0,281339	3	5	6
16	1,283331	1,283901	1,282831	0,512808	1,020205	1,015252	0,822934	0,309557	4	4	4
17	1,395657	1,395901	1,395232	0,561064	1,112390	1,107194	0,897130	0,337775	5	5	5
18	1,395656	1,395901	1,395232	0,561052	1,112355	1,107160	0,897129	0,337775	5	4	5
19	1,395643	1,395901	1,395232	0,560850	1,111978	1,106798	0,897127	0,337772	5	5	3
20	1,283313	1,283901	1,282831	0,512997	1,019836	1,014894	0,822931	0,309554	4	5	2
21	1,170988	1,172017	1,170390	0,463589	0,927952	0,923261	0,748737	0,281337	3	4	4
22	1,170985	1,172017	1,170390	0,476048	0,927910	0,923221	0,748737	0,281337	3	5	5
23	1,170978	1,172017	1,170390	0,505672	0,927806	0,923120	0,748737	0,281336	3	6	3

Типізація секції та відтяжок з вибірки у зведеній формі

ТИПІЗАЦІЯ СЕКЦІЇ		ТИПІЗАЦІЯ ВІДТЯЖОК	
1	8;9	1	8;9
2	1;6;7;10;12	2	1;6;7;10;12
3	2;4;5;11;13;14;21	3	2;4;5;11;13;14;21;22;23
4	3;16;20	4	3;16;20
5	17;18;19	5	17;18;19
6	22		
7	15		
8	23		

3.4. Висновок до третього розділу

Після уточнення раціональних місць встановлення на більш точних картах. Та створенні вибірки з 23 пунктів по місцям опису кожного та наведенні числових показників навантаження відповідно до району будівництва. Було прийнято рішення за для подальшого дослідження районів запропоновано типізовану щогли по типу секції та відтяжок висотою 30м. Відбулась демонстрація створення відповідної аналітичної моделі щогли та її спрощеній графічній візуалізації в SCAD. Коротко пояснено дію принцип розбиття щогли на розрахункові поля та наведено візуальне відображення принцип задання сил що діють на щоглу підчас її експлуатації. Наведено схематичне відображення розрахункових напрямків вітрів що були прийняті при розрахунку. Після обрахунку аеродинаміки елементів. Виведенні таблиці по опису навантаження приведеного до вузлу, метру погонного для подальшого задання на розрахункову схему в SCAD. Поясненної методику розрахунку та формування навантажень на розрахункову схему. Приведено таблиці зі значеннями коефіцієнтів використання несучої здатності однієї з щогл. Розраховано всі типізовані щогли по районам їх встановлення. Більш детальні результати розрахунків наведенні в додатку до розділу 3.

ВИСНОВКИ

На розрахункові (систематизовані) перерізи впливають: навантаження. У першу чергу вітрове навантаження від тиску вітру що становить 60-80%.

Типові перерізи прийняті при розрахунку для щогли трьох грана секція довжиною 2 м та шириною 0,3 м. Тип решітки розкідний правосторонній. Хід решітки 0,3 м по довжині з відступами від фланців по 0,1 м. Попередні прийняті пояси секцій: труба прямошовна діаметром 48 × 3 мм (ГОСТ 10704-91); розпірки та решітка – кругла сталь діаметром 12мм (ГОСТ 2590-2006). Матеріал металоконструкцій – сталь С245 (ГОСТ 27772-88). Стик поясів секцій – болтовий через фланці, болти $d = 12$ мм, клас міцності 8.8. Щогла встановлена на фундамент, а також кріпиться відтяжками до трьох анкерних вузлів, розміщених на відстані 10 м з кроком 120° по площині. Кількість ярусів відтяжок – 3. Відтяжки кріпляться до щогли на висоті 10 м, 18 м, 26 м. Попередньо прийняті сталеві каната подвійної звивки діаметром 10 мм по ГОСТ 3066-80. Канати закріплення на коуші пресуванням у втулці. Решітка гнеться і вариться до труб в притул, центрується по середині осей інерції поясу. Кількість секцій прийнята 15 штук що дорівнює 30 м щогли.

Використання типових перерізів дозволяє зменшити кількість типорозмірів секцій та виявити закономірність по типізації відтяжок та секцій до п'яти та шести відповідно.

З урахування працемісткості три людино-дні на проектування щогли звязку (Примітка: Вартість одного люд.-дня прийнято 1780 грн. 00 коп. (Одна тисяча сімсот вісімдесят грн. 00 коп.) на 1 людино-день, відповідно до Кошторисних норм України «Настанова з визначення вартості проектних, науково проектних, вишукувальних робіт та експертизи проектної документації на будівництво» (Наказ Мінрегіону від 01.11.2021 №281), дод. 7, табл. 3) економія може сягати близько 5 тисяч гривень. З урахуванням загальної кількості нових, експлуатованих щогл по Україні

									Арк
									103
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	602БП. 13015. ПЗ				

економічний ефект може сягати що в річному еквіваленті близько 150 тис. на рік.

Запропонована методика уніфікації та типізації перерізав елементів щогл може бути використана фірмами та організаціями що будують та експлуатують щогли зі значним економічним ефектом.

					602БП. 13015. ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		104