

УДК 69.032:624.014.27

Дослідження основних впливів на технічний стан антенно-щоглових споруд

Голоднов О.І., д.т.н., Доан Н.Т.

ВАТ «УкрНДІпроектстальконструкція ім. В.М. Шимановського», Україна

Анотація. Дана загальна характеристика стану антенно-щоглових споруд в Україні. Описані основні впливи на технічний стан антенно-щоглових споруд. Розроблена методика визначення комплексного показника ризику для щогл. Визначені комплексні показники ризику для антенно-щоглових споруд КРРТ Донецької області.

Аннотация. Приведена общая характеристика состояния антенно-мачтовых сооружений в Украине. Описаны основные влияния на техническое состояние антенно-мачтовых сооружений. Разработана методика определения комплексного показателя риска для мачт. Определены комплексные показатели риска для антенно-мачтовых сооружений КРРТ Донецкой области.

Abstract. General characteristic conditions of antenna supporting masts in Ukraine are given. The main influences on technical condition of antenna supporting masts are described. The method of determination of integrated risk's index is developed. Integrated risk's indexes for antenna supporting masts in Donetsk region are given.

Ключові слова: антенно-щоглові споруди (АЩС), технічний стан АЩС, комплексний показник ризику (КПР).

Вступ. Постановка проблеми. В значній мірі технічний стан АЩС залежить від особливостей та етапів розвитку зв'язку в Україні. Процес встановлення технічного стану окремої щогли значно спрощується, коли відомі дані щодо конструктивних особливостей, експлуатації, довговічності та надійності подібних споруд. Крім того, дослідження стану АЩС в цілому, їх систематика дозволить вирішити велику кількість проблем, пов'язаних із загальною характеристикою фонду та передбачити проблеми, що можуть виникнути у майбутньому.

Мета роботи – дослідити, дати загальну характеристику та оцінку антенно-щоглових споруд України.

Основні впливи на технічний стан АЩС. Основою для вивчення характеристики стану АЩС України служили архівні дані проектів та відповідні облікові матеріали. Була вивчена та проаналізована наступна документація: 63 експертних висновки щодо експлуатації споруд, у тому числі 16 паспортів споруд, архівні книги за 1965 – 2009 рр. ВАТ УкрНДІПСК, облікові матеріали Концерну РРТ та ЗАТ «УМЗ».

Практично усі висотні споруди (в т.ч. і антенно-щоглові) України входять до складу державних та приватних компаній. Найбільші із них: Концерн радіомовлення, радіозв'язку та телебачення, ВАТ «Укртелеком», ЗАТ «Київстар», ЗАТ «МТС», ТОВ «Астеліт», ЗАТ «Українські радіосистеми».

Щогли складають значну частку серед усіх антенних споруд [1]. У складі «Концерну РРТ» із 560 антенних споруд приблизно 42 % щогл, у ЗАТ «МТС», за даними південного, західного та центрального територіальних управлінь із 633 антенних споруд 31 % – щогли, що розміщені на землі та 46 % на дахах будинків. Приблизно така ж частка антенно-щоглових споруд у складі ВАТ «Укртелеком» та ЗАТ «Київстар». В залежності від регіону питома кількість АЩС КРРТ серед усіх антенних споруд різна. Найбільше АЩС експлуатується у Хмельницькій, Волинській та Одеській обл., найменша у Черкаській, Івано-Франківській, Чернівецькій (рис. 1).

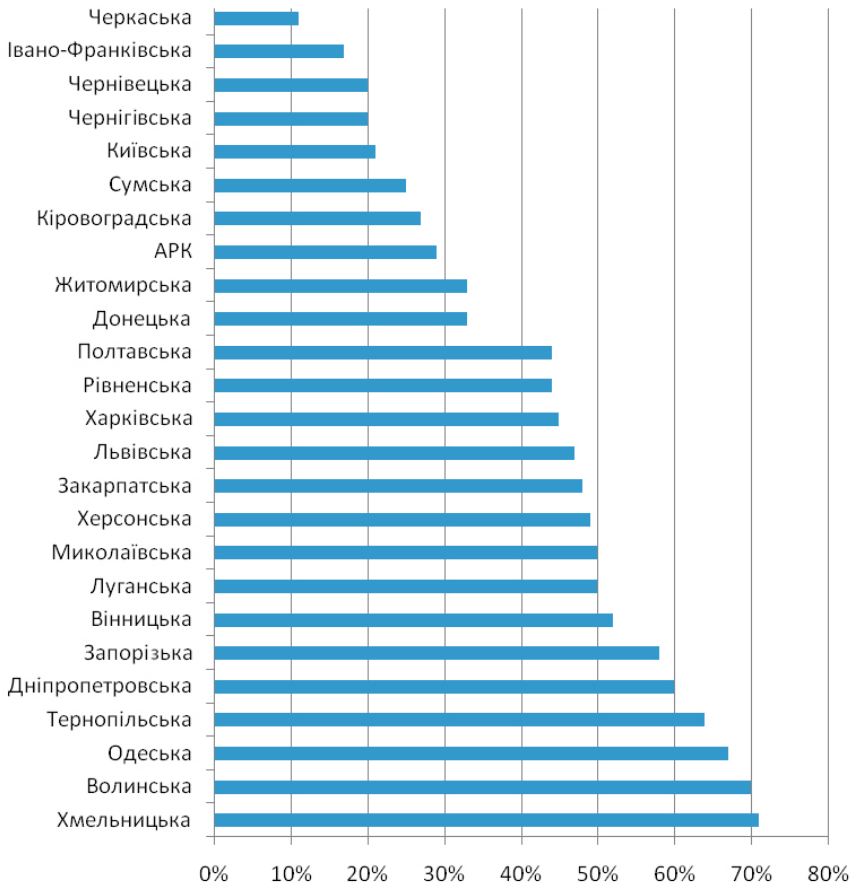


Рис. 1. Відсоткова частка щогл серед усіх антенних споруд областей

Найпоширеніші конструктивні форми характерні для АЦС, що входять до складу КРРТ та ВАТ «Укртелеком», це споруди, збудовані за типовими проектами серії 34100 КМ «Типові опори РРЛ з базою 2400 мм...» для щогл висотою до 100 м та серії XVI-155-73КМ з базою 2500×2500 мм для щогл висотою понад 100 м. Конструкції відтяжок містять стяжну муфту та гнучку вставку, ділянки канатів, що з'єднуються із лацменними та анкерними вузлами, за допомогою цинкового сплаву. У гірських районах Закарпаття, Прикарпаття, Криму переважають щогли, збудовані господарським способом, вони характеризуються різними конструктивними формами. Проектна документація на дані споруди зазвичай відсутня. Тому обстеження та визначення технічного є досить складним та трудомістким.

Бурхливий розвиток мобільного зв'язку став поштовхом до появи нових конструктивних типів щогл. В Україні переважна більшість окремо розташованих щогл мобільного зв'язку відноситься до пруткових. АЦС даного типу переважно збудовані ТОВ «ЛТД-Сатурн» за проектом ТОВ «Мальва-проект». Стовбур щогли складається з окремих секцій довжиною 2 м, з'єднаних між собою болтовими фланцевими з'єднаннями Пояса та решітка стовбура виготовлені із круглої гарячекатаної сталі діаметрами 25 мм та 12 мм. Відтяжки виготовлені із канатів Ø9,8 мм та Ø14 мм, що кріпляться до лацменних та анкерних вузлів за допомогою клинових зажимів. Анкерні фундаменти мають різну конструкцію в залежності від геологічних умов. За даними на жовтень 2007 р. у ЗАТ «УМЗ» знаходилось в експлуатації 198 пруткових антенно-щоглових споруд, які розміщувались на землі, висотою від 30 до 80 м.

Важливо відмітити, що на відміну від зарубіжних нормативних документів [7 – 9] в Україні повністю відсутня нормативна база, що стосується АЦС мобільного зв'язку. Це може бути однією із причин високої аварійності споруд даного типу.

Звіти експертних висновків показали, що більшість АЦС (94 %), споруджених за типовими проектами, за конструктивними рішеннями відповідають діючим нормам і стандартам. Практично усі щогли мобільного зв'язку та щогли, збудовані господарським способом, мають відхилення від норм. У 32 % щогл ці відхилення суттєві і можуть призвести до аварії.

Нерівномірною є також і вікова структура АЦС України. Особливо це стосується споруд, що входять до складу КРРТ та ВАТ «Укртелеком». На рис. 2 показана вікова структура АЦС КРРТ, враховуючи нормативи, вказані у [3], за якими термін експлуатації сталевих канатів становить до 25 років, приблизно 70 % споруд на даний момент потребують заміни відтяжок. У 2015 р. кількість таких споруд становитиме 94 %. Тому важливою задачею сучасних досліджень є розроблення методики визначення

технічного стану відтяжок АЦС з метою визначення реальних строків експлуатації відтяжок. Зважаючи на велику кількість об'єктів, що потребують обстеження, доцільним є визначення послідовності проведення обстежень АЦС.

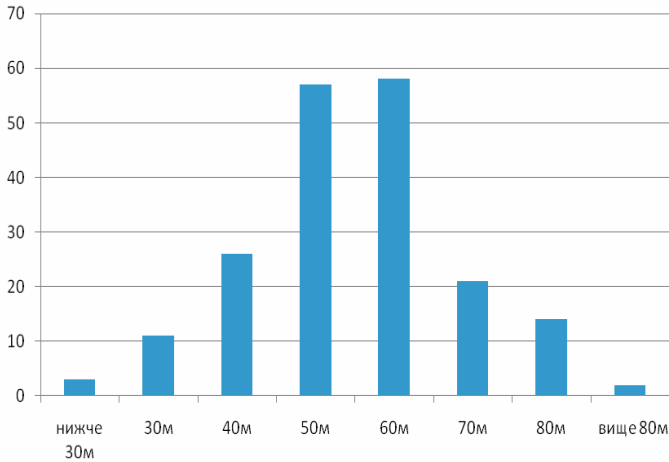


Рис. 2. Розподіл АЦС ЗАТ «УМЗ» за висотою

На технічний стан щогл впливає якість технічної експлуатації та обслуговування. Слід зазначити, що у зарубіжних нормах експлуатаційний фактор є дуже значним, наприклад за [3] при задовільному технічному обслуговуванні строк експлуатації АЦС становить 50 років. Про це свідчать і результати обстежень. На рис. 4 зображена ділянка каната щогли, на одній частині якого (захисне покриття було зруйноване) помітна значна корозія, а на іншій (захисне покриття збереглося) ознаки корозії відсутні. Проте, в процесі обстеження АЦС в Україні була виявлена значна кількість дефектів, пов'язаних із низьким рівнем якості експлуатації споруд. Найпоширеніші з них та рівень їх усунення наведені у табл. 1.

Значний вплив на АЦС мають як природні, так і техногенні чинники (рельєф, рівень ґрунтових вод, кліматичні умови, рівень забруднення повітря та інші). Усі зовнішні впливи можна розділити на природні та техногенні. Відповідно до [2] на території України виділяється 5 районів за характеристичними значеннями вітрового тиску; 6 районів за характеристичними значеннями товщини стінки ожеледі та вітрового тиску при ожеледі. Найбільш несприятливими регіонами за впливом вітрових та ожеледних навантажень є південні частини Луганської, Донецької та Одеської областей. Згідно з [5] для споруд на відкритому повітрі розрізняють слабоагресивний, середньоагресивний та сильноагресивний ступені впливу середовища.

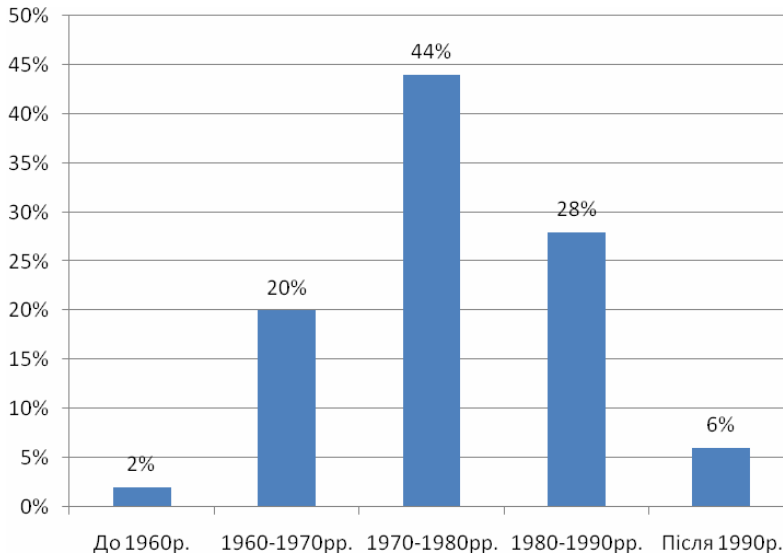


Рис. 3. Вікова структура антенно-щоглових споруд концерну РРТ

Таблиця 1

Рівень усунення дефектів, пов'язаних з експлуатацією

№	Дефект	Оцінка виконання заходів щодо усунення дефекту		
		Відсутні	Виконані частково	Виконані
1	2	3	4	5
1	Порушення антикорозійного захисту стовбура	62 %	25 %	13 %
2	Порушення антикорозійного захисту відтяжок	66 %	15 %	19 %
3	Зруйноване або відсутнє вимощення	40 %	51 %	9 %
4	Пошкоджені або відсутні елементи драбини та перильного огородження майданчиків	72 %	–	28 %
5	Сторонні предмети та сміття на майданчиках	68 %	–	32 %
6	Відсутність проектної документації на споруду	34 %	57 %	9 %
7	Відсутність перевірки вертикальності стовбура	64 %	–	36 %
8	Відсутність нівелювання та обстеження осадки фундаментів	68 %	–	32 %
9	Відсутність даних щодо вимірювання монтажного тягіння у відтяжках	87 %	–	13 %



Рис. 4. Ділянка каната відтяжки

Визначення комплексного показника ризику. Виходячи із аналізу розглянутої документації, результатів обстежень АЩС, проведених власних досліджень, можна виділити основні впливи на технічний стан АЩС:

- Конструктивний вплив.
- Віковий вплив.
- Експлуатаційний вплив.
- Природно-техногенний вплив.

Враховуючи велику кількість АЩС, що потребують обстежень доцільним є розроблення плану, який би встановив послідовність визначення технічного стану усіх об'єктів зв'язку. Для цього в залежності від основних впливів доцільно обчислювати комплексний показник ризику [6]. Для випадку АЩС з урахуванням проаналізованих впливів КІР обчислюється за формулою (1):

$$КІР = S_k S_e S_t, \quad (1)$$

де S_k – показник конструктивного впливу; S_e – показник вікового впливу; S_t – показник експлуатаційного впливу.

У формулі (1) відсутній показник природно-техногенного впливу, так як передбачено, що його враховували при проектуванні споруди. Використовуючи дані експертних висновків, паспортів споруд, логіко-ймовірностних методів [4], показники впливів були виражені через бальну систему FMEA аналізу [6].

Таблиця 2

Показники вікового впливу

Термін експлуатації	Критерії показників	Бали
Більше 80 років		10
60-80 років		9
50-60 років	Граничний термін експлуатації АЩС	8
40-50 років	Термін експлуатації АЩС	7
30-40 років	Термін експлуатації легких АЩС	6
20-30 років	Термін експлуатації канатів важких відтяжок	5
10-20 років	Термін експлуатації канатів легких відтяжок	4
5-10 років	Термін експлуатації деталей легких відтяжок	3
2-5 років		2
До 2 років		1

Таблиця 3

Показники конструктивного впливу

Рівень конструктивної якості	Імовірність безвідмовної роботи споруди	Тип АЩС	Бали	
Дуже низький	0,99896	АЩС, що споруджені господарським способом, легкі та «Пруткові» АЩС	10	
			9	
Низький	0,99941		8	
			7	
Середній	0,99977		6	
			5	
Високий	0,99997		АЩС РРТ, що споруджені за індивідуальними та типовими проектами	4
				3
Дуже високий	0,99999			2
				1

Обчисливши КПП усіх АЩС можна зробити попередні висновки щодо технічного стану окремих споруд або загального технічного стану всіх споруд регіону. Згідно з даною методикою були визначені КПП АЩС КРРТ у Донецькій обл. До складу Донецької філії КРРТ входить 18 висотних споруд, серед яких 6 щогл. Усі АЩС збудовані за типовими проектами, розміщені у регіонах із високим та середнім природно-техногенними впливами. Термін експлуатації щогл від 47 років до 18 років. Висота від 42,225 м до 360,5 м. Для кожної АЩС був обчислений КПП (див. табл. 5).

Таблиця 4

Показники експлуатаційного впливу

Рівень якості експлуатації	Терми (можливі значення лінгвістичних змінних)	Бали
Дуже низький	Від 0 до 20 %	10
		9
Низький	Від 20 % до 40 %	8
		7
Середній	Від 40 % до 60 %	6
		5
Високий	Від 60 % до 80 %	4
		3
Дуже високий	Від 80 % до 100 %	2
		1

Таблиця 5

КІР АЦС Донецької філії КРРТ

№	Вид споруди	Вид впливу			
		Конструкт.	Віковий	Експлуат.	КІР
1	2	3	4	5	8
1	Щогла Н = 69,4 м у м. Красноармійськ	3	7	6	126
2	Щогла Н = 73,72 м у м. Шахтарськ.	3	7	6	126
3	Щогла Н = 42,225 м у м. Хандженково	3	7	6	126
4	Щогла Н = 222 м у м. Краматорськ	4	6	5	120
5	Щогла Н = 120 м у м. Докучаєвськ	3	5	6	90
6	Щогла Н = 360,5 м у м. Донецьк	2	4	5	40

Отримані результати показують, що споруди мають високий КІР. Основним впливом на технічний стан АЦС у регіоні є віковий фактор. Термін експлуатації трьох споруд перевищує нормативи, вказані в [2, 3].

Висновки

У процесі аналізу та вивчення облікової документації і експертних висновків були виділені основні впливи на технічний стан АЦС: конструктивний, віковий, експлуатаційний та природно-техногенний.

У процесі дослідження основних впливів були встановлені їх наступні особливості: розподіл на конструктивно надійні і на конструктивно ненадійні споруди, дуже нерівномірна вікова структура АЩС із значною кількістю «старих» конструкцій, низький рівень якості експлуатації щогл.

Керуючись характеристиками основних впливів, логіко-ймовірносними методами, методами FMEA – аналізу, була розроблена методика визначення комплексного показника ризику. Ця методика дозволить оптимізувати використання матеріальних коштів організацій зв'язку та провести роботи існуючими спеціалістами, не залучаючи додаткового персоналу. А також може служити попередніми даними щодо загального технічного стану АЩС у галузі.

Література

- [1] Голоднов О.І., Доан Н.Т. Визначення технічного стану щогл, що знаходяться в експлуатації // Коллоквиум «Расчет и проектирование пространственных большепролетных сооружений: Тез. докл. – К.: Вид-во «Сталь», 2007. – С. 38 – 40.
- [2] ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. – К.: «Сталь». 2006 р. – 59 с.
- [3] Инструкция по эксплуатации металлических антенных опор радиосредств и радиотелевизионных передающих станций. М.: Минсвязи СССР, 1979. – 30 с.
- [4] Прогнозування надійності залізобетонних конструкцій логіко-імовірнісними методами: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.23.01 / Т.Ю. Шевченко; Придніпр. держ. акад. буд. і арх. – Дніпропетровськ, 2008. – 23 с.
- [5] СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 46 с.
- [6] Югов. А.М. О применении технологии FMEA – анализа к оценке риска эксплуатируемого объекта из металлических конструкций // Металеві конструкції том 7 № 1 2004. – Макіївка.: Донбаська національна академія будівництва і архітектури, С. 29 – 34.
- [7] ENV 1993-3-1. December 1997. Eurocode 3: Design of steel structures – Part 3-1: Towers, masts and chimneys – Towers and masts.
- [8] CSA, Antennas, towers and antenna supporting structures, Standard CAN/CSA-S37-01, Canadian Standards Association, Rexdale, Canada, May 2001.
- [9] Structural Standards for steel antenna towers and antenna supporting structures, TIA 222G, Telecommunications Industry standard, 2005.

Надійшла до редколегії 07.04.2010