

Міністерство освіти України  
Донбаська державна академія  
будівництва і архітектури

На правах рукопису

ЛЕВЧЕНКО Дмитро Вікторович

## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ АНТЕННИХ СПОРУД**

Спеціальність 05.23.01 — Будівельні конструкції,  
будівлі і споруди

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Макіївка - 1997



00751155 (O)

Дисертація є рукописом.

Дисертаційну роботу виконано на кафедрі "Металеві конструкції і матеріалознавство" Донбаської державної академії будівництва і архітектури.

Науковий керівник: академік АБ України, доктор  
технічних наук, професор  
ГОРОХОВ Євген Васильович.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор  
КАЗАКЕВИЧ Михайло Ісаакович;

кандидат технічних наук, доцент  
МУЩАНОВ Володимир Пилипович

Провідна організація: Придніпровська ДАБА,  
м. Дніпропетровськ

Захист дисертації відбудеться 2 липня 1997 р. о 14 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 27.01.02 в Донбаській державній академії будівництва і архітектури за адресою: 339023, Донецька обл., м. Макіївка, вул. Державіна, 2.  
З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці ДонДАБА.

Автореферат розіслано "30" 05 1997 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої ради  
канд. техн. наук, доцент

С. Н. ШАПОВАЛОВ

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Забезпечення надійної роботи протягом всього строку служби є одним із основних завдань, які виникають при проектуванні та експлуатації металевих конструкцій антенних споруд.

На даний час у країнах СНД в експлуатації знаходяться більше 250-и тисяч тонн металевих конструкцій антенних споруд, які різняться за призначенням, характером силових впливів і конструктивними особливостями.

Функціональне призначення антен, використання певного діапазону радіохвиль істотно впливає на їх конструктивне рішення і особливості розрахунку за ознаками практичних станів. Серед даного класу споруд, до яких пред'являються підвищені функціональні вимоги високої надійності і малого деформування, особливе місце приділяється радіотелескопам.

На даний час накопичено значний досвід досліджень по забезпеченню надійної і довговічної роботи будівельних металоконструкцій різноманітного призначення. Разом з цим відсутні науково-обґрунтовані рекомендації по періодичності і обсягу контролю технічного стану антенних споруд, які розташовані у різних кліматичних районах.

При цьому недостатньо розвинуті форми і методи технічного контролю за станом об'єктів, обмежена інформація про поведінку конструкцій з урахуванням дійсних умов експлуатації, конструктивних особливостей, відсутня науково-обґрунтована методика оцінки технічного стану і прогнозування довговічності конструкцій АС системи "Горизонт".

Дослідження дійсної роботи конструкцій параболічних антен виконано у відповідності до координаційних планів робіт по програмі 0.55.01.101 "Розробити і впровадити прогресивні способи захисту будівельних металоконструкцій промислових об'єктів від корозії, забезпечення строку введення потуж-

ДІБ ім. В. З. Степанька  
АД "С

ностей, зниження трудомісткості антикорозійних робіт при виготовленні, монтажі і експлуатації конструкцій, підвищенні надійності і довговічності будівель і споруд”.

Мета і задачі роботи. Мета дисертації полягає у забезпеченні довговічності металевих решітчастих конструкцій антенних споруд за рахунок уточнення особливостей їх дійсної роботи, урахування конструктивних факторів, характерних недосконалостей і умов експлуатації.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- провести натурні дослідження конструкцій АС і визначити основні дефекти і пошкодження, які знижують надійність і довговічність;
- виконати чисельні дослідження напружено-деформованого стану решітчастих металевих конструкцій АС із недосконалостями, розробити рекомендації по виконанню перевірних розрахунків;
- вивчити дійсну роботу натурних зразків металевих конструкцій АС з урахуванням конструктивних і експлуатаційних особливостей;
- розробити методику забезпечення потрібної довговічності конструкцій АС.

Наукова новизна дисертаційної роботи:

- на основі розробленої методики контролю технічного стану систематизовано основні види дефектів і пошкоджень конструкцій антен тропосферного зв'язку;
- встановлено теоретичні залежності впливу корозійного зносу, діючих навантажень на зміну основних параметрів напружено-деформованого стану металевих конструкцій АС;
- виявлено особливості дійсної роботи конструкцій АС, які обумовлені впливом конструктивних і експлуатаційних факторів.

На захист виносяться:

- результати натурних досліджень технічного стану конструкцій АС системи "Горизонт";

- результати чисельних і експериментальних досліджень дійсної роботи і впливу недосконалостей на параметри напружено-деформованого стану і довговічності металевих конструкцій АС системи "Горизонт";

- результати дослідження впливу експлуатаційних і конструктивних факторів на напружено-деформований стан стержня і вузлової фасонки у складі конструкції;

- експериментальні дані стендових випробувань і розрахункові передумови урахування впливу поведовжньої стискальної сили при проектуванні конструкцій, працюючих в умовах динамічних коливань;

- методика виконання перевірочних розрахунків несучої здатності і прогнозування довговічності конструкцій антенних споруд.

Практична цінність роботи. Запропоновані методи дозволяють на прикладі конструкцій АС "Горизонт" виявити резерви несучої здатності, провести заходи щодо її підвищення для просторових решітчастих конструкцій антенних споруд.

Впровадження результатів досліджень. Результати досліджень використані при оцінці технічного стану і реалізовані при розробці технічної документації по реконструкції 28-и АС системи "Горизонт", які експлуатуються у різних кліматичних районах.

Апробація роботи. Основні положення дисертаційної роботи доповідались на П'ятій Українській науково-технічній конференції з металевих конструкцій "Підсилення і реконструкція виробничих будівель і споруд, побудованих у металі" у м. Києві у 1992 р., на III-й Міжнародній науковій конференції "Матеріали для будівельних конструкцій" у м. Дніпропетровську у 1994 р., на Міжнародній науково-технічній конференції

"Металобудівництво 96" у м. Макіївці у 1996 р.

Публікації. По темі дисертації опубліковано сім робіт, які відображають її основний зміст.

Обсяг роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти глав, основних результатів і висновків, списку літератури і додатків.

Робота викладена на 170 сторінках, у тому числі 6 таблиць, 58 рисунків, 126 найменувань літератури, 13 сторінок додатків.

#### ЗМІСТ РОБОТИ.

Забезпечення потрібного строку служби антен, прогнозування їх довговічності викликає необхідність проведення теоретичних і експериментальних досліджень дійсної роботи антенних споруд, вияву резервів несучої здатності на основі уточнення розрахункових схем і навантажень, розробки раціональних заходів щодо збільшення строку служби.

Питанням створення, методам розрахунку і проектування антенних споруд присвячені роботи Г.А. Савицького, А.Г. Соколова, Б.Н. Малініна, Б.В. Остроумова та ін.

Питанням надійності конструкцій присвячені роботи В.В. Болотіна, А.Р. Ржаницина, М.І. Казакевича, В.Д. Райзера, В.П. Мушанова та ін.

Питанням зносу і довговічності металоконструкцій в агресивних середовищах присвячені роботи Є.І. Беленя, А.І. Кікіна, А.І. Голубева, Є.В. Горохова, В.П. Корольова та ін. У цих роботах розглянуто вплив конструктивної форми на величину зносу і розроблено системний аналіз умов експлуатації.

Однак закономірності зносу, особливості пошкоджень решітчастих конструкцій антенних споруд вивчені недостатньо. Відсутні рекомендації щодо підвищення довговічності антенних споруд, які експлуатуються з урахуванням їх дійсного стану.

Як об'єкт дослідження приймаються конструкції пара-

болічних антен системи зв'язку "Горизонт" (рис. 1).

Металеві решітчасті конструкції антен тропосферного зв'язку експлуатуються з початку 60-х років і у своїй більшості вичерпали нормативний строк служби. Ці споруди експлуатуються у самих різних кліматичних районах і доступні різним по інтенсивності навантаженням і впливам.

Більшість станцій розташовано у важкодоступних географічних районах, де відсутні транспортні магістралі, загруднені умови для монтажу подібних споруд.

У зв'язку з цим виникає завдання дослідження пошкодженості конструкцій і її впливу на несучу здатність і довговічність антенних споруд, уточнення методів розрахунку і розробки заходів щодо збільшення строку служби.

Після узагальнення і доробки розроблених раніше під керівництвом Є.В. Горохова на кафедрі "Металеві конструкції" ДонДАБА методик обстеження решітчастих конструкцій була одержана методика, яка враховує специфіку конструктивної форми і умови експлуатації антенних споруд тропосферного зв'язку.

Основні особливості розробленої автором методики заключаються у наступному:

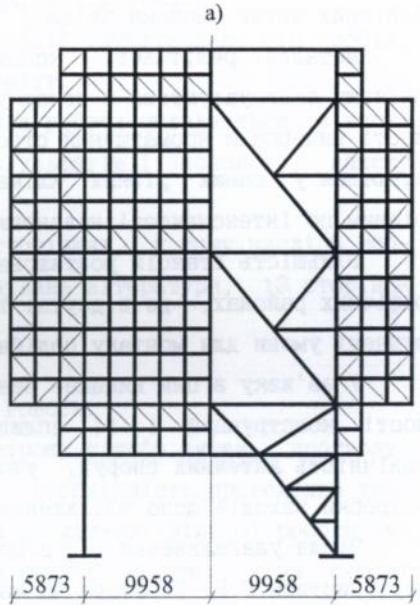
- обґрунтовані розміри зон конструкцій антен з однорідним режимом експлуатації і вибір відповідних методів контролю з урахуванням кліматичного розташування об'єктів.

- обґрунтовано використання принципу вибіркового обстеження при інструментальному контролі корозійного зносу в зв'язку з імовірностним характером параметрів зносу з урахуванням кліматичного розміщення об'єктів.

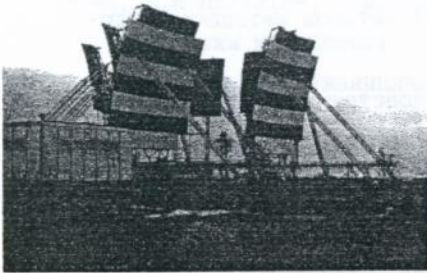
Застосування одержаної методики дозволило зменшити трудомісткість і підвищити достовірність результатів обстеження.

На основі запропонованої методики проведені натурні дослідження 28-ми антен тропосферного зв'язку системи

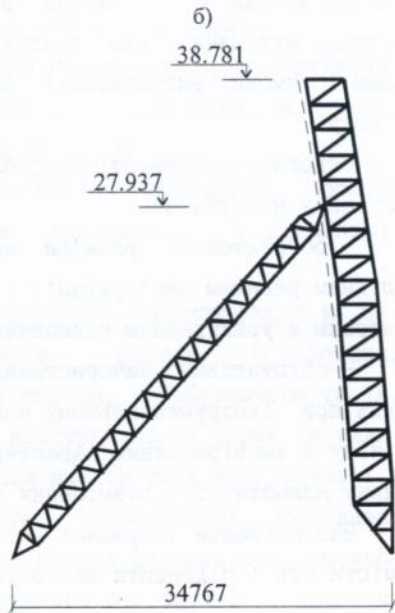
$38.781$   
↓  
 $35.157$   
↓  
 $23.831$   
↓  
 $8.000$   
↓  
 $1.500$   
↓



в)



$1.500$   
↓



а) вид спереду; б) вид збоку; в) загальний вид станції.

Рис. 1. - Антена тропосферного зв'язку

"Горизонт" зі строками експлуатації 25..30 років п'яти типорозмірів ( Таблица 1).

Таблица 1. - Антенні споруди, що прийняті як об'єкти дослідження

N п/п	Географічне місце	Тип конструкції		Вітровий район	Рік вводу в експлуатацію	Рік виконання обстеження
		Розмір дзеркала, м	Висота АС м			
1, 2	м. Воркута	20 x 20	29	IV	1963	1988
3, 4		20 x 20	40			
5, 6	м. Магадан	20 x 20	29	V	1963	1989
7, 8		30 x 30	39			
9, 10	п. Волочанка	30 x 30	50	IV	1964	1990
11, 12		30 x 30	50			
13, 14	м. Тіксі	20 x 20	29	VI	1963	1990
15, 16		30 x 30	39			
17, 18		24 x 24	29			
19, 20	м. Салехард	20 x 20	40	IV	1964	1991
21, 22		20 x 20	40			
23, 24		30 x 30	39			
25, 26	м. Святий Ніс	30 x 30	39	V	1964	1991
27, 28		30 x 30	50			

На основі виконаних натурних обстежень установлено, що основними недосконалотями, які виявлені на конструкціях антенних споруд і які впливають на їх напружено-деформований стан, є викривлення осі елементів, погавуглове прикладання навантаження, пошкодження в опорних вузлах підкосів і вертикальних ферм, корозійний знос. Статистичні характеристики відзначених вище недосконалотей приведені на рис.2, 3. Для досліджуваної споруди приведені групи конструкцій: 1 - опорні вузли; 2 - підкоси; 3 - вертикальні ферми; 4 - горизонтальні ферми; 5 - прогони; 6 - горизонтальні зв'язкові ферми; 7 - зв'язки по передніх поясах ферм; 8 - зв'язки по задніх поясах ферм; 9 - "даеркало" (рефлектор).

Величини загальних викривлень елементів конструкцій антенних споруд у переважній більшості випадків перевищують нормативне значення  $L/750$ , а у деяких випадках досягають значення  $L/50$  і вище.

загальне викривлення в площині ферми



загальне викривлення з площини ферми



позавузлове навантаження



корозійне пошкодження

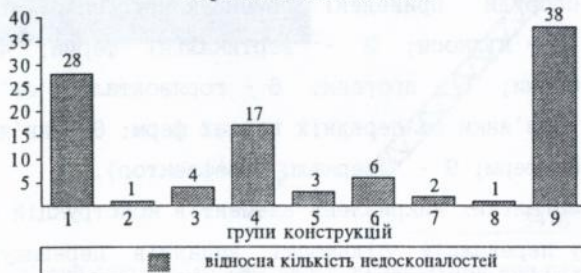


Рис. 2. - Розподіл основних недосконалостей за групами конструкцій

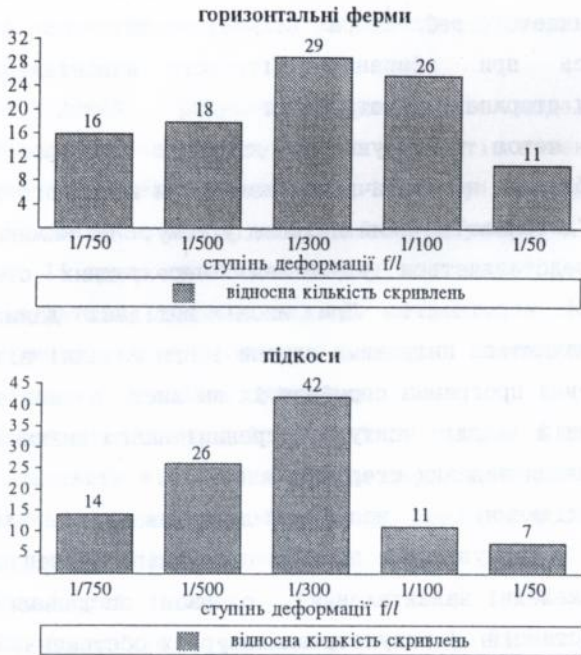


Рис. 3. - Розподіл недосконалостей у вигляді загального викривлення елемента за вимірювачами

Найбільшу кількість дефектів було придбано конструкціями при транспортуванні, складуванні, укрупненому складанні і монтажі.

Поскільки величини недосконалостей, приведених на рис.2, 3, перевищують регламентовані нормами, необхідно виконати аналіз їх впливу на напружено-деформований стан конструкцій АС.

Для чисельних досліджень конструкцій і уточнення впливу виявлених недосконалостей на напружено-деформований стан за основу був прийнятий комплекс KRASS, розроблений на кафедрі металевих конструкцій Донбаської ДАБА, призначений для розрахунку просторових стержневих систем методом кінцевих елементів у пружній постановці.

Особливістю досліджуваного класу споруд є наявність суцільностінчастого рефлектора великої площі, що повинно враховуватись при збиранні вітрового навантаження на досліджувану стержневу конструкцію.

З цією метою розрахунковий комплекс був доповнений програмним блоком автоматичного визначення вітрового навантаження на "дзеркало", який полягає у тому, що кожний лист дзеркала представляється у вигляді перехресних стержнів еквівалентної жорсткості. При вводі вихідних даних ці стержні позначаються цифровими кодами і при заданні вітрового навантаження програма сприймає їх як лист з навітряною площею, рівній площі контура, границі якого визначаються крайніми вузлами заданих стержнів.

При дослідженні напружено-деформованого стану конструкцій з урахуванням дійсних режимів навантаження (вітрові і ожеледні навантаження), одержані за даними найближчих метеостанцій і результатах натурних обстежень, були уточнені значення зусиль в елементах конструкцій і переміщення антен. Результати досліджень предствлені у табл.2.

Аналіз досліджень показує, що при розрахунку за раніше чинними нормами величина повітряного навантаження приймалась в значно більших розмірах порівняно з нормами, діючими за нашого часу. Проте навантаження, пов'язане з ожеледицею ні за проектом, ні за даними БНіП 2.01.07-85 не відповідають дійсним і є заниженими. У зв'язку з цим запаси несучої здатності по першій групі граничного стану від повітряного навантаження частково знижуються через збільшення напруження від обмерзання (покриття кригою).

В цілому, уточнення атмосферних навантажень та наближення рорахункової схеми до реальної дозволили уточнити величину зусиль в найбільш навантажених елементах до 12%.

На основі програмного комплексу і даних з результатів обстеження, приведених на рис. 2, 3, проведені дослідження

впливу корозійного зносу конструкцій на статичні та динамічні параметри реагування антен. Деякі результати подані на рис. 4.

На підставі результатів чисельного моделювання корозійної поведінки конструктивних елементів антенних споруд доведено недопущення перевищення 15%-го рівня корозійних утрат, що викликає необхідність його урахування в розрахунках антен по II групі граничного стану.

Результати, одержані під час виконання перерахунку та прогнозуванні довговічності антен, дозволили виділити основні види корозійних руйнувань.

Вірогідна оцінка дійсної роботи споруди в цілому багато в чому залежить від знання роботи окремих стержнів і вузлів, приближення розрахункової схеми до реальної роботи за рахунок уточнення конструктивних чинників та урахування впливу недосконалостей.

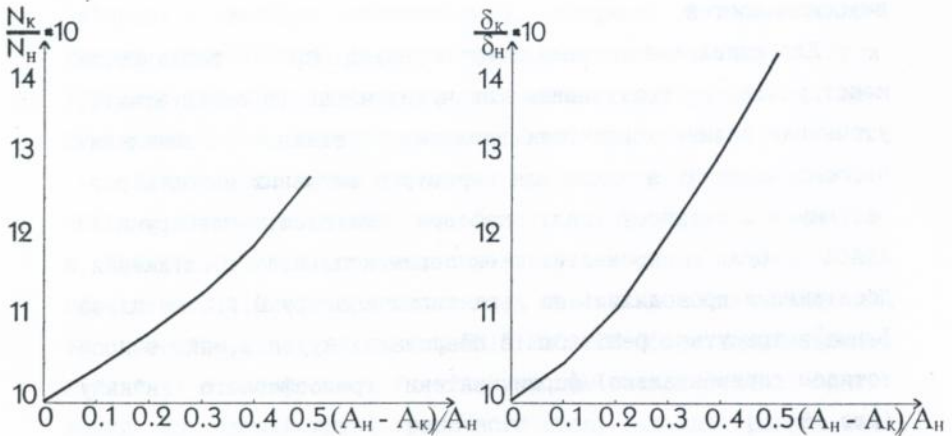
Для виявлення механізму поведінки решітчастих конструкцій з урахуванням значущих чинників експлуатації, уточнення впливу жорсткості вузлових з'єднань і виявлених недосконалостей, а також для перевірки вибраних методів розрахунку в дослідному залі кафедри "Металеві конструкції" ДДАБА були проведені експериментальні дослідження. Дослідження проводились на двох типах конструкцій: металева ферма з трикутною решіткою із спарованих кутиків, яка є прототипом горизонтальної ферми антени тропосферного зв'язку (рис. 5, 6).

Вибір горизонтальної ферми для дослідження пов'язаний з тим, що вона є однією з основних груп конструкцій, які сприймають найбільші навантаження, і на них була виявлена велика кількість дефектів у вигляді викривлення осі елементів та позавузлового прикладення навантаження.

Під час експериментальних досліджень металевої ферми вирішувались такі завдання:

Таблиця 2. - Уточнення параметрів НДС конструкцій антен

Найменування параметра	Розрахунок за проектом 1961р	Розрахунок за даними БНП 2.01.07-85	Розрахунок з урахуванням дійсних режимів навантаження
$\sigma_{\max}$ в поясі вертикальної ферми, МПа	187	172	180
$\sigma_{\max}$ в розкосі вертикальної ферми, МПа	167	160	163
$\sigma_{\max}$ в поясі підкоса, МПа	184	168	177
$\delta_{\max}$ антени, см	2.28	2.1	2.14



$N$  - зусилля;  $\delta$  - переміщення;  $A$  - площа поперечного перерізу;  $n$  - ознака початкового параметра;  $k$  - ознака кінцевого параметра;

а) зусиль в поясах горизонтальних ферм;

б) горизонтальні переміщення антени в середній точці "дзеркала".

Рис. 4. - Зміна параметрів конструкції при корозійному зносі

- дослідження поведінки решітчастої конструкції, яка має недосконалості у вигляді викривлення окремих стержнів при позавузловому передаванні навантаження;

- виявлення характеру перерозподілу зусиль і деформацій між елементами ферм при наявності недосконалостей у вигляді скривлень окремих елементів решітки і позавузловому прикладанні навантаження;

- визначення впливу геометричних розмірів вузлових фасонки на роботу окремих стержнів конструкції і напружений стан самих фасонки при позавузловому прикладанні навантаження.

Величини переміщень елементів ферми в II площині подані на рис. 7.

Порівняння подовжніх зусиль, отриманих розрахунковим і експериментальним шляхом, виявило розходження в межах 4...10%.

Експериментально отримані моменти згинання менше за розрахункові на 8...12%, що пояснюється підтримуючою дією конструкції, впливом дійсної жорсткості вузлових з'єднань.

Вивчення впливу ексцентриситета прикладання навантаження на напружений стан елемента дозволяє стверджувати, що:

- при збільшенні ексцентриситета прикладання навантаження на 0,1 довжини елемента подовжнє зусилля в елементі зростає до 5%, але значення згинаючого моменту при цьому ж прикладанні навантаження може збільшитись в кілька разів;

- вплив ексцентриситета на зміну моментів слабше з віддаленням від точки прикладання навантаження. При значенні ексцентриситета 0,2 довжини панелі, зміна згинаючих моментів у верхньому поясі затухає біля крайнього перетину наступної панелі ферми.

Характеристика залежності величин згинаючих моментів від зміни ексцентриситета прикладання навантаження наведені на рис. 8.

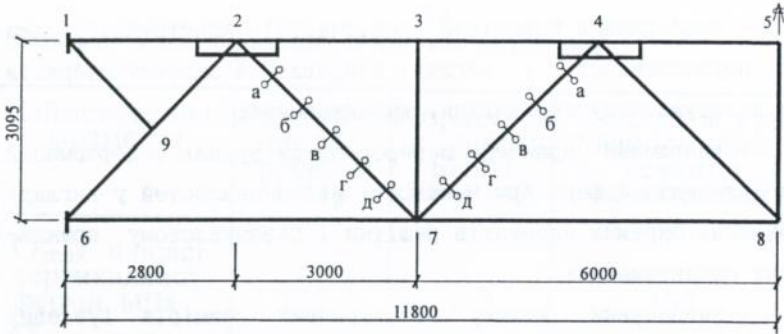
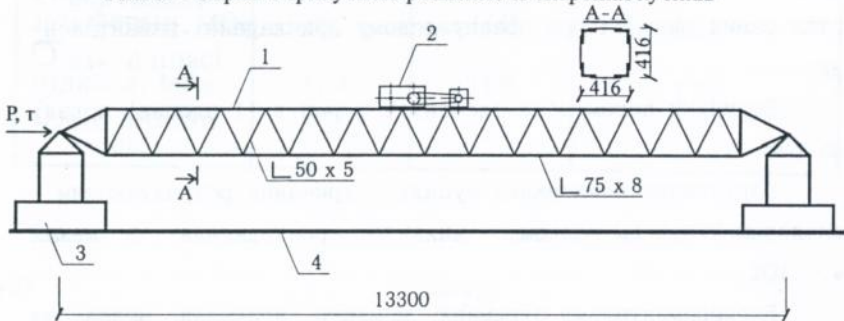
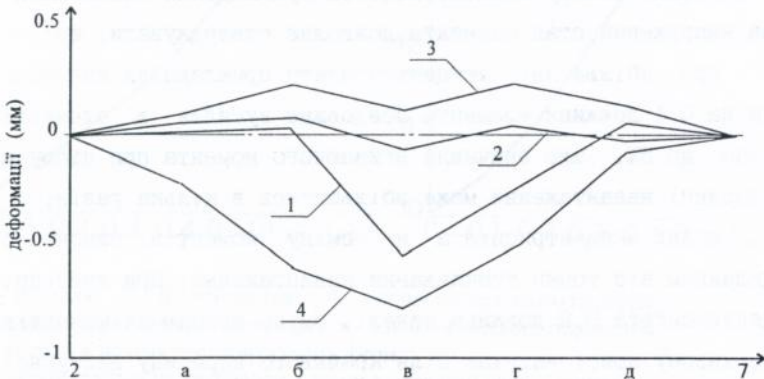


Рис. 5. - Ферма с трикутною решіткою із спарених кутиків



1 - модель підкоса; 2 - обладнання для утворення примушених коливань конструкції; 3 - опорні тумби; 4 - силова підлога.

Рис. 6. - Схема експериментального прикладу для випробування моделі підкосу антени тропосферного зв'язку



1 - експериментальні деформації при вигині опорного розкосу з площини 115 мм; 2 - експериментальні деформації при вигині опорного розкосу з площини 53 мм; 3 - експериментальні деформації при виправленому опорному розкосі; 4 - розрахункові деформації при виправленому опорному розкосі.

Рис. 7. - Схема деформації розтягнутого розкосу 2 - 7 у залежності від вигину з площини опорного розкосу 2 - 6

Аналіз результатів експерименту показав слабку залежність впливу ексцентриситету додання навантаження і розміру вузлової фасонки у варіюваних межах ( $L_f / L_e = 0.37 \dots 0.5$ ) на II напружений стан.

При дослідженні антен тропосферного зв'язку установлено, що найменші показники надійності мають конструкції підкосів антени.

Серед навантажень найбільший вплив на роботу підкосів чинить вітрове навантаження, яке викликає у них згинальні та крутильні коливання і за певних умов це може привести до руйнування підкосів, а також і всієї антени.

Результати натурних досліджень виявили, що внаслідок тривалих коливань підкосів відбувається пошкодження опорних вузлів, що призвело до аварії на одній з антен.

Тому, щоб знати характер поведінки конструкцій підкосів у вітровому потоці і прогнозувати їх довговічність, необхідно досліджити динамічні характеристики підкосів і фактори, що на них впливають.

За основний показник динамічних характеристик було прийнято власну частоту коливань.

Вибір частоти, як критерія відповідності розрахункової і дійсної роботи стержневих конструкцій обумовлений тим, що частота є найбільшою загальною характеристикою, яка залежить від розрахункової схеми і методів визначення власних частот і форм коливань.

Для експерименту була виготовлена геометрично подібна модель конструкції підкосу у масштабі М 1:3 (рис. 6).

Збудження коливань здійснювалось вібромашиною з регульованою частотою обертання ексцентрично закріплених вантажів. При цьому фіксувалось значення частоти, при якому виникало явлення резонанса.

Під час експерименту варіювались: жорсткість вузлів сполучення поясу і решітки конструкції, величина позовжньої

стискальної сили.

Зміна жорсткісних параметрів вузлів не вплинула на зміну частоти коливання конструкції. Порівняння власних частот коливань моделі підкоса, яке було одержано розрахунковим і експериментальним шляхом, дає розходження близько 8%. Це пояснюється різницею між дійсною і прийнятою розрахунковою схемами і, крім того, наявністю сил внутрішнього тертя.

Згідно з результатами експериментальних досліджень одержана залежність частоти коливань моделі підкосу від зміни стискальної позадовньої сили (рис. 9).

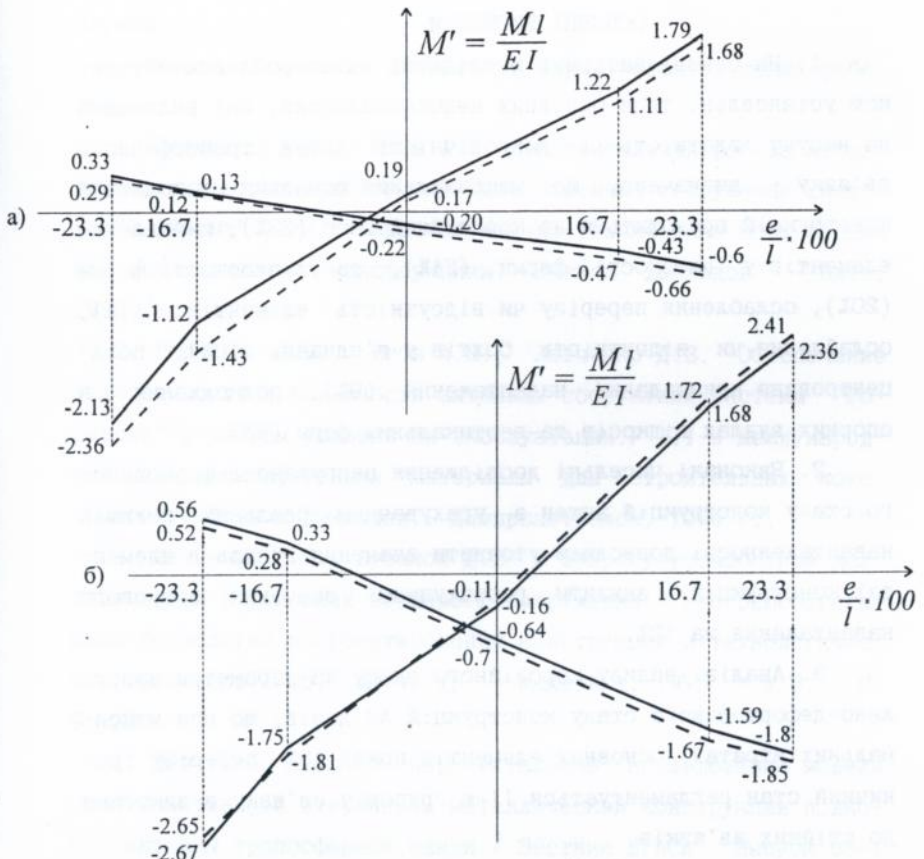
Хороша збіжність розрахункових і експериментальних даних дозволяє зробити висновок, що розраховані за цією програмою і методикою динамічні характеристики реальної конструкції можуть бути прийняті з більшою долею імовірності.

Розроблена методика аналізу напружено-деформованого стану металевих решітчатих конструкцій з недоскональностями дозволяє здійснювати достовірну оцінку їх технічного стану на будь-якій стадії експлуатації.

На основі проведених досліджень розроблені методичні вказівки для технічної експлуатації решітчатих антенних споруд, які включають в себе структуру проведення профілактичних оглядів і обстежень конструкцій; правила і періодичність проведення ремонтно-відбудовних заходів по підвищенню довговічності конструкцій антенних споруд.

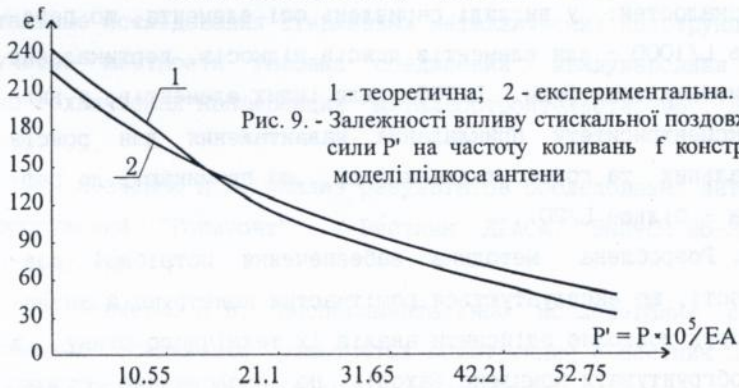
Згідно з розробленими заходами проведені ремонтно-відбудовні роботи по підвищенню довговічності 28-и обстежених антенних споруд топосферного зв'язку.

Запропоновані рекомендації дозволяють забезпечити необхідний строк служби і знизити експлуатаційні витрати і для інших типів антенних споруд.



а) в елементі 3 - 4; б) в елементі 4 - 7.

Рис.8. - Зміна величини згинаючих моментів в залежності від зміни ексцентриситету прикладання навантаження



1 - теоретична; 2 - експериментальна.  
Рис. 9. - Залежності впливу стискальної поздовжньої сили  $P'$  на частоту коливань  $f$  конструкції моделі підкоса антени

## ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

1. На основі натурних досліджень за розробленою методикою установлені типи основних недосконалостей, які впливають на несучу здатність і довговічність антен тропосферного зв'язку і визначено, що максимальний показник пошкодження конструкцій приходить на корозійний знос (23%), скривлення елементів у плоскості ферми (21%), та із плоскості ферми (20%), ослаблення перерізу чи відсутність елементів (11%), ослаблення чи відсутність болтів у з'єднанні (10%), поацентризоване прикладання навантаження (9%), пошкодження в опорних вузлах підкосів та вертикальних ферм (6%).

2. Виконані чисельні дослідження напружено-деформованого стану конструкцій антен з урахуванням реальних режимів навантаженості дозволили уточнити значення зусиль в елементах конструкцій і знизити розрахункові значення вітрового навантаження на 12%.

3. Аналіз впливу корозійного зносу на параметри напружено-деформованого стану конструкцій АС довів, що при максимальних втратах основних елементів понад 15% перерізу граничний стан регламентується II-ю групою у зв'язку з вимогами до стійких зв'язків.

4. Розрахунково-експериментальні дослідження довели, що при аналізі НДС конструкцій АС необхідно урахувати вплив недосконалостей: у вигляді скривлень осі елемента, що перевищують  $L/1000$  - для елементів поясів підкосів, вертикальних та горизонтальних ферм,  $L/300$  - для інших елементів; у вигляді ексцентриситету прикладання навантаження для поясів вертикальних та горизонтальних ферм, що примикають до рефлектора - більше  $L/20$ .

5. Розроблена методика забезпечення потрібної довговічності, що експлуатуються решітчастих конструкцій антенних споруд дозволяє здійснити аналіз їх технічного стану, а також обґрунтувати комплекс заходів по продовженню строку

служби.

Основні положення дисертації опубліковані в таких роботах:

1. Левченко Д.В., Югов А.М. Действительная работа металлических несущих конструкций опор антенных сооружений системы "Горизонт". // Украинская научно-техническая конференция по металлическим конструкциям. Тезисы докладов. - Киев, 1992, - с.34.

2. Горохов Е.В., Югов А.М., Левченко Д.В. Обеспечение долговечности и надежности антенных сооружений системы "Горизонт" с учетом условий их эксплуатации./ III-я Международная научная конференция "Материалы для строительных конструкций". Тезисы докладов.- Днепропетровск, 1994 г., - с.28.

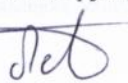
3. Левченко Д.В., Губанов В.В. К вопросу усталостной долговечности в условиях ветрового нагружения./ Ресурсосберегающие технологии в проектировании конструкций и технологических процессов //Сб. науч. тр. - Макеевка, 1995. - т.3. - С. 91-93.

4. Левченко Д.В. Экспериментальные исследования модели пространственной стержневой металлической конструкции подкоса антенны тропосферной связи./ Вестник ДГАСА. Выпуск 95-1 (1), с. 67-70.

5. Васылев В.Н., Левченко Д.В., Майданов А.Г. Экспериментальные исследования стержневых металлических конструкций с учетом жесткости уаловых соединений./ Международная научно-техническая конференция "Металлостроительство-96", ДГАСА, с.97-99.

6. Левченко Д.В. Анализ результатов обследования антенных сооружений "Горизонт". / Вестник ДГАСА. Выпуск 96-3 (4), с. 157-158.

7. Левченко Д.В. Экспериментальное исследование работы уаловых соединений решетчатых конструкций./ Вестник ДГАСА. Выпуск 96-3 (4), с. 159-161



#### АННОТАЦИЯ

Левченко Дмитрий Викторович. Обеспечение долговечности антенных сооружений.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 - "Строительные конструкции, здания и сооружения". Донбасская государственная академия строительства и архитектуры. Макеевка, 1997.

Защищается диссертационная работа, в которой на основе натуральных, численных и экспериментальных исследований разработана методика оценки технического состояния, уточнения проверочных расчетов и прогнозирования срока службы решетчатых конструкций антенных сооружений.

Ключевые слова: решетчатая конструкция, дефекты и повреждения, напряженно-деформированное состояние, несущая способность, долговечность.

#### ANNOTATION

Levchenko Dmitry Victorovich. "Durability provision of antenn structures".

Dissertation for Degree of Candidate of Technical Sciences on 05.23.01 speciality - Building constructions, buildings and structures. Donbas State Academy of Civil Engineering and Architecture, - Makeyevka, 1997.

Thesis in which on the basis of field, numerical and experimental studies, the techniques for technical state assessment, making more precises and lifetime forecasting of trussed antenna structures are delivered, is defended.

Key words: trussed structure, imperfections, damages, stress-strain state, load carring capacity, durability.

Подписано к печати 23.05.97. Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. 2,0. Тираж 100 экз. Заказ 31/97.

Донбасская государственная академия строительства и архитектуры

---

Отпечатано в рекламно-издательском секторе ОМС ДГАСА

~~РИС~~ ОМС

339023, Донецкая область, город Макеевка, улица Державина, 2

432886

**AV 38.076**