

УДК 623.983

О.Г. Лейко¹, А.В. Дереп²¹ Національний технічний університет України «КПІ», Київ² Центральний НДІ озброєння та військової техніки Збройних Сил України, Київ

ОБТІЧНИКИ КОНСТРУКЦІЙ ГІДРОАКУСТИЧНИХ АНТЕН

В статті проведено аналіз результатів досліджень обтічників різних типів конструкцій електроакустичних антен, призначених для роботи в рідині. Виявлені їх особливості конструктивної реалізації, переваги та недоліки. Встановлені шляхи створення перспективних конструкцій обтічників для антен, працюючих в рідині.

Ключові слова: гідроакустична антена, обтічник, амплітудні втрати.

Вступ

Обтічники конструкцій електроакустичних антен, що експлуатуються в рідині, призначені для захисту антен від механічної дії потоку рідини та від завад гідродинамічної природи.

Вимоги, що висуваються до обтічника, суперечливі. Розглянемо їх на прикладі корабельної гідроакустичної антени. З однієї сторони конструкція її обтічника є елементом корпусу корабля і повинна мати достатню міцність. Вона повинна бути розрахована на статичні та динамічні, в тому числі ударні, навантаження, що виникають при русі корабля, його хитами, маневрах тощо. З іншої сторони конструкція обтічника повинна бути акустично прозорою, мати малі фазові спотворення звукового сигналу, забезпечувати мінімальні спотворення характеристики направленості антени.

Таким чином, конструкторсько-технологічні та акустичні характеристики обтічника (форма, розміри, міцність, звукопрозорість) здійснюють безпосередній вплив на характеристики електроакустичної антени.

Зокрема, неправильний вибір форми обтічника може привести до появи перевідбиття сигналу від внутрішніх стінок обтічника і, як наслідок, до появи помилкових відміток сигналів.

Недостатня жорсткість обтічника може бути причиною збудження вібрацій його оболонки та виникнення додаткової акустичної завади. Недостатня звукопрозорість обтічника спотворює характеристики направленості антени.

Мета статті. Виходячи із задачі створення умов акустичного комфорту роботі корабельних гідроакустичних антен є необхідним дослідження аспектів впливу на роботу акустичних антен конструкцій обтічників антен та їхніх матеріалів.

Результати досліджень

Структурні елементи обтічника корабельної гідроакустичної антени та пов'язаний з ними перелік акустичних проблем показані на рис. 1 [1], де 1 – тильний екран антенної вигородки; 2 – гідроакустична антена; 3 – корпус корабля із звукопоглинаючим покриттям; 4 – завада, що поширюється по корпусу корабля (структурна завада); 5 – обтічник; 6 – гідродинамічна завада; 7 – рефракція сигналу на обтічнику; 8 – завада від гвинтів корабля, яка поширюється водним шляхом; 9 – відбиття від кормової перегородки антенної вигородки; 10 – завада, що обумовлена локальним збудженням оболонки обтічника; 11 – ефект від обростання обтічника; 12 – ефект реверберації звуку в обтічнику; 13 – явище кавітації звуку на оболонці обтічника; 14 – втрати звуку при проходженні через обтічник.

Тильний поглинаючий екран послаблює відбиття звуку від кормової перегородки антенної вигородки, в тому числі і завдяки нахилению поверхні екрана відносно вертикалі, захищає антену від корабельних акустичних завад та послаблює перевідбиття звуку від стінок антенної вигородки та звукопрозорого вікна обтічника. Для придушення структурної завади на корпусні конструкції корабля наноситься звукоізолююче покриття і створюється висо-

ка звукопрозорість вікна обтічника. При недостатній звукопрозорості обтічника локальна завада частково втрачає свої когерентні властивості, перетворюючись в дифузний по простору шум, що перешкоджає адаптивному придушенню завади.

В процесі розвитку конструкція і матеріал обтічника, насамперед його звукопрозорого вікна, зазнали значної еволюції.

Першими з'явилися одношарові обтічники у вигляді металевого каркасу, покритого тонким (декілька міліметрів) листом нержавіючої сталі (рис. 2, а). Вони заповнювались рідиною і були водонепроникливими. Одношаровим обтічникам з розвинутим реберним набором були притаманні значна акустична неоднорідність, розсіювання звуку на реберному наборі, висока віброзбуджувальність.

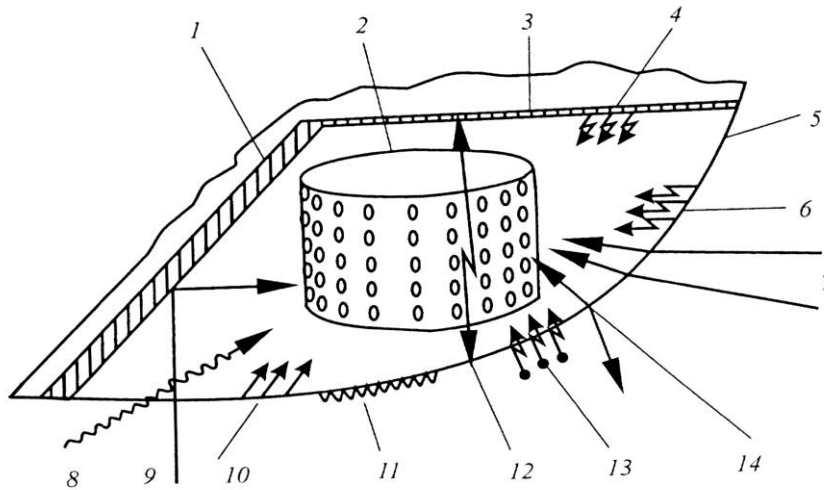


Рис. 1. Структурні елементи обтічника корабельної гідроакустичної антени

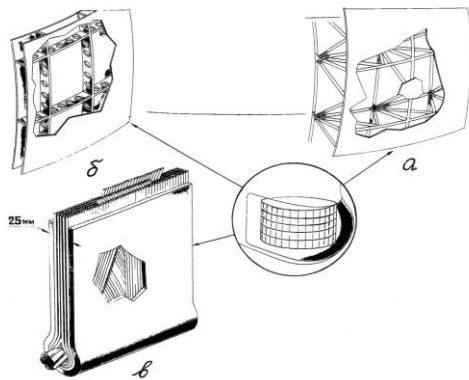


Рис. 2. Конструкції обтічників

Необхідність пошуку шляхів побудови обтічників, які б усували наведені недоліки, обумовила появу двошарових конструкцій, в яких дві оболонки із нержавіючої сталі з'єднані ребрами жорсткості.

В цілому сталеві обтічники мають ряд позитивних якостей: достатня міцність, необхідна технологічність на стадіях виготовлення та встановлення на корабель, відносно невелика вартість.

Суттєвим недоліком обох конструкцій обтічника є поява додаткових акустичних завад роботі гідроакустичних антен при деформації оболонки на інтервалах між ребрами.

Причиною появи таких деформацій, наприклад, вм'ятин, при ударних навантаженнях є велика жорсткість сталевих конструкцій обтічника.

Дослідження процесів проходження звукових хвиль через оболонки із різних матеріалів з урахуванням дифракції хвиль на ребрах жорсткості та розробка методів оцінки впливу обтічника на параметри антен (рівень бокового поля, завадостійкість, точність пеленгування) дозволили запропонувати ряд нових конструкцій обтічників. Для низькочастотних антен була розроблена трьохшарова (метал-вода-метал) конструкція у вигляді двох металевих оболонок (сталевих або титанових), проміжок між якими заповнювався водою (рис. 2, б). Це дозволило значно скоротити кількість і розміри ребер жорсткості.

Для високочастотних антен було створено металевий перфорований обтічник (рис. 3). Він складається із товстого перфорованого металевого листа, який сприймає зовнішні навантаження і облицьований ззовні тонким металевим листом.

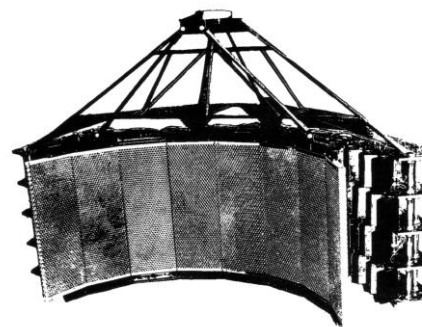


Рис. 3. Металевий перфорований обтічник

Пошук нових звукопрозорих матеріалів привів до створення обтічників із гуми, армованої металевими елементами. Гумоармовані обтічники (рис. 2в) мають порівняно зі сталевими кращі параметри, а саме: високу звукопрозорість, відсутність реберного набору, високе вібродемпфірування в гумі, низький хвильовий опір, збільшена зносостійкість, збільшена стійкість до пошкоджень.

Однак поряд з безперечними акустичними та експлуатаційними перевагами гумоармованим обтічникам притаманні певні технологічні недоліки. Зокрема, потрібно перебороти значні труднощі при виготовленні великогабаритного обтічника у вигляді поверхні подвійної кривизни з жорсткими допуска-

ми, що забезпечують мінімальні спотворення характеристики направленості антени. Вартість технологічної оснастки при цьому дуже висока.

Для збереження форми обтічника при русі корабля, коли на обтічник діє гідродинамічний напір, в антенній вигородці необхідно утворити протитиск.

Виникають певні складнощі при забезпеченні доступу до антени, оскільки існує небезпека втрати обтічником своєї форми під дією зовнішнього гідростатичного тиску.

Характеристики впливу конструкцій обтічників наведені типів на параметри гідроакустичних антен, які розміщені в цих обтічниках, наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Кількісні характеристики впливу конструкцій обтічників на параметри гідроакустичних антен

Тип обтічника	Коефіцієнт проходження звуку	Приріст рівня першої бокової пелюстки, дБ	Приріст рівня ореола характеристики направленості, дБ	Зниження чутливості антени, дБ
Одношаровий з реберним набором	0,91–0,94	3	3–6	0,7–1
Трьохшаровий «титан-вода-титан»	0,9–0,94	3	3–6	0,7–1
Гумоармований	0,97–0,98	1–1,5	2–3	0,2–0,3

Суттєвим кроком в розвитку конструкцій обтічників стало використання в практиці побудови корабельних обтічників армованого і неармованого склопластику. (рис. 4).

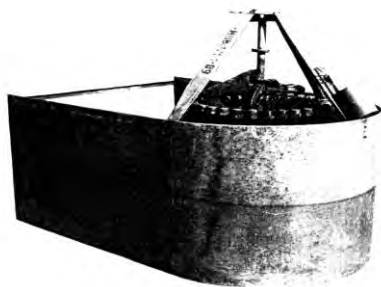


Рис. 4. Склопластиковий обтічник

В склопластикових обтічниках вдало поєднуються міцність і стійкість до підводних гідродина-

мічних навантажень. Склопластик придатний для виготовлення обтічника будь-якої форми. Для досягнення найкращого сполучення акустичних і гідродинамічних властивостей може застосовуватись технологія формовки.

До недоліків склопластикових обтічників слід віднести певні кутові залежності їх коефіцієнтів проходження звуку як по амплітуді, так і по фазі. В цілому досвід експлуатації склопластикових обтічників засвідчив їх акустичні, технологічні та експлуатаційні переваги.

Подальші перспективи створення нових конструкційних обтічників для гідроакустичних антен пов'язані з використанням вуглепластиків та композитних матеріалів, армованих волокнами вугілля, кевлара, скла, арамиду. Порівняльні характеристики нових матеріалів наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Характеристики матеріалів, що використовуються для виготовлення обтічників

Матеріал	Густина, кг/куб.м	Частота, кГц						
		5	10	20	30	40	50	60
		Амплітудні втрати, дБ						
Композит «Spectra»	1050	0,7	1,0	2,0	1,7	2,1	2,0	2,5
Вуглепластик	1600	0,4	1,0	3,0	4,6	5,0	3,8	2,3
Склопластик	1900	1,9	5,4	2,5	3,5	5,0	2,2	5,0

Нові матеріали для обтічників гідроакустичних антен можливо поділити на дві групи. До першої групи відносять композитні матеріали, у яких густина та швидкість звуку близькі до параметрів води. Це дозволяє створити необхідні передумови для мінімізації втрат, що вносяться обтічником. До іншої групи відносять композитні матеріали типу «шаруватий пластик» з однонаправленою орієнтацією волокон.

Висновок

Створення перспективних конструкцій обтічників гідроакустичних антен тісно пов'язане з питаннями створення умов акустичного комфорту

роботі акустичних антен, тому пошук шляхів побудови обтічників для корабельних гідроакустичних антен є актуальним і на сучасному етапі.

Список літератури

1. Шендеров Е.Л. О физических процессах, возникающих при прохождении звука через обтекатель гидроакустической антенны / Е.Л. Шендеров // Гидроакустика. – 2002. – № 3. – С. 1–23.

Надійшла до редколегії 5.07.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.В. Коржик, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Київ.

ОБТЕКАТЕЛИ КОНСТРУКЦИЙ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ АНТЕНН

О.Г. Лейко, А.В. Дерепя

В статье проведен анализ результатов исследований обтекателей разных типов конструкций электроакустических антенн, предназначенных для работы в жидкости. Выявлены их особенности конструктивной реализации, преимущества и недостатки. Определены пути создания перспективных конструкций обтекателей для антенн, работающих в жидкости.

Ключевые слова: гидроакустическая антенна, обтекатель, амплитудные потери.

FAIRINGS OF DESIGNS FOR HYDROACOUSTIC ANTENNAS

O.G. Leyko, A.V. Derepa

The paper lists the analysis of results of researches, devoted to the fairings with different types of designs for electroacoustic antennas, assigned for operation in liquids. Their peculiarities of design implementation, advantages and disadvantages have been defined. The means to create the perspective designs of fairings for antennas operating in liquids have been determined.

Keywords: hydroacoustic antenna, fairing, amplitude losses.