

УДК 534.3

О.Ю. ШАМАРІН, О.С. ІСАЄНКО, інженери (Центр. наук.-дослід. ін-т озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ)

АНАЛІЗ ГІДРОАКУСТИЧНОГО ОЗБРОЄННЯ КОРАБЛЯ ПРОТИЧОВНОВОЇ ОБОРОНИ ВІЙСЬКОВО-МОРСЬКИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Запропоновано універсальний числовий метод гладкооболонкової апроксимації вафельної обшивки біконічного відсіку головного обтічника рідинних ракет-носіїв. Техніку «згладжування» проілюстровано на прикладі визначення методом кінцевих елементів жорсткості та інерційно-масових характеристик ортотропної гладкооболонкової моделі типової біконічної секції створки з метою проведення амплітудно-частотного аналізу головного обтічника.

Предложен универсальный численный метод гладкооболочечной аппроксимации вафельной обшивки биконического отсека головного обтекателя жидкостных ракет-носителей. Техника «сглаживания» проиллюстрирована на примере определения методом конечных элементов жесткости и инерционно-массовых характеристик ортотропной гладкооболочечной модели типовой биконической секции створки для проведения амплитудно-частотного анализа головного обтекателя.

Вступ. Основне завдання корабля протичовнової оборони полягає в моніторингу підводної обстановки, пошуку й локалізації підводних човнів (ПЧ) та надмалих підводних човнів (НМПЧ), згідно робіт [1, 2].

У повній комплектації пошуковий гідроакустичний комплекс висвітлення підводної ситуації корабля протичовнової оборони, складається з наступних частин, як зазначено в роботі [3]:

1. Корабельна гідроакустична станція (ГАС) із акустичною антеною, яку розташовано в бульбовому (підкільовому) обтічнику.

2. Активно-пасивна ГАС із гнучкою протяжною антеною, яка буксирується (ГПБА).

3. ГАС із акустичною антеною, що опускається.

4. Вертолітна ГАС, яку розташовано на вертольоті корабельного базування.

5. Пасивні й активні радіогідроакустичні буї у комплекті з прийомною апаратурою.

Побудова комплексу – модульна. Це означає, що всі п'ять елементів системи працюють індивідуально й передають інформацію на центральний пульт управління кораблем.

Це збільшує живучість і ремонтпридатність комплексу в бойовій обстановці за рахунок збільшення можливостей модульного ремонту й незалежного дублювання гідроакустичних систем

висвітлення підводної бойової ситуації, як зазначено в роботі [4].

Основна частина. Згідно роботи [5] розглянемо сучасні вимоги, які пред'являються до пошукового гідроакустичного озброєння.

Корабельну ГАС корабля класу корвет з акустичною антеною, яку розташовано в бульбовому (підкільовому) обтічнику, призначено для виявлення й супроводу ПЧ в ближній від корабля зоні й видачу цілевказівки зброї.

Дальність дії такої станції обмежено, насамперед, умовами роботи гідроакустичної антени. В цьому випадку присутні три основних обмеження:

- необхідність узгодження місця розміщення антени, розмірів і форми її обтічника з обводами корабля, які, в свою чергу, диктуються вимогами до ходовості й морехідності корабля;

- рівнем власних шумів і вібрацій корабля, які виникають внаслідок роботи механізмів й обтікання корпусу в разі руху корабля;

- нестабільної гідрології приповерхневого шару води.

В табл. 1 представлено основні тактико-технічні характеристики ГАС корабля класу корвет з акустичною антеною, яку розташовано в корпусі корабля. За складання табл.1 було враховано тенденції розвитку передбачуваних цілей, світовий

© О.Ю. ШАМАРІН, О.С. ІСАЄНКО, 2015

Таблиця 1. Тактико-технічні характеристики гідроакустичної станції з антеною в корпусі корабля

№ п/п	Параметр	Значення
1	2	3
1.	Енергетична дальність дії у режимі гідролокації, км: ПЧ із еквівалентним радіусом $R_{\text{э}} = 20$ м; ПЧ із еквівалентним радіусом $R_{\text{э}} = 10$ м; НМПЧ із еквівалентним радіусом $R_{\text{э}} = 2+3$ м	25 15 3
2.	Дальність виявлення торпед, км: - у режимі виявлення гідроакустичних сигналів (ВГС) у діапазоні частот 30...60 кГц із імовірністю 0,9; - у режимі шумопеленгування, в разі швидкості ходу торпеди не менш 40 вузлів і глибини ходу 5...10 м	4 6
3.	Імовірність помилкової тривоги	0,1
4.	Середньоквадратичні похибки визначення координат ПЧ на дальності $0,8D_{\text{max}}$ не перевищує: - за пеленгом - за радіальною швидкістю	1 2° 1,5 м/с
5.	Сумарна споживана потужність, кВт	30
6.	Час безперервної роботи, год	72

Таблиця 2. Тактико-технічні характеристики активно-пасивної гідроакустичної станції із гнучкою протяжною антеною, яка буксирується

№ п/п	Параметр	Значення
1	2	3
1.	Дальність виявлення ПЧ у режимі лунопеленгування з еквівалентним радіусом не менше 8 м, км: - у мілкому морі - у глибокому морі	≥ 20 ≤ 50
2.	Дальність виявлення цілей у режимі шумопеленгування, км: - ЧП (за дискретними складовими) у діапазоні частот до 500 Гц - торпед із приведеною шумністю 2 Па/Гц - надводних кораблів із приведеною шумністю 10 Па/Гц	до 50 до 15 до 70
3.	Точність пеленгування в режимах лунопеленгування та шумопеленгування	$\pm 2^\circ$
4.	Масогабаритні характеристики: - діаметр, мм - довжина, м - маса, кг	~85 ~280 1500
5.	Глибина буксирування, м	50–250
6.	Швидкість буксирування, вузлів	10
7.	Зусилля буксирування, кН	~8
8.	Повний ресурс до заводського ремонту, годин	10000
9.	Термін служби, років	10

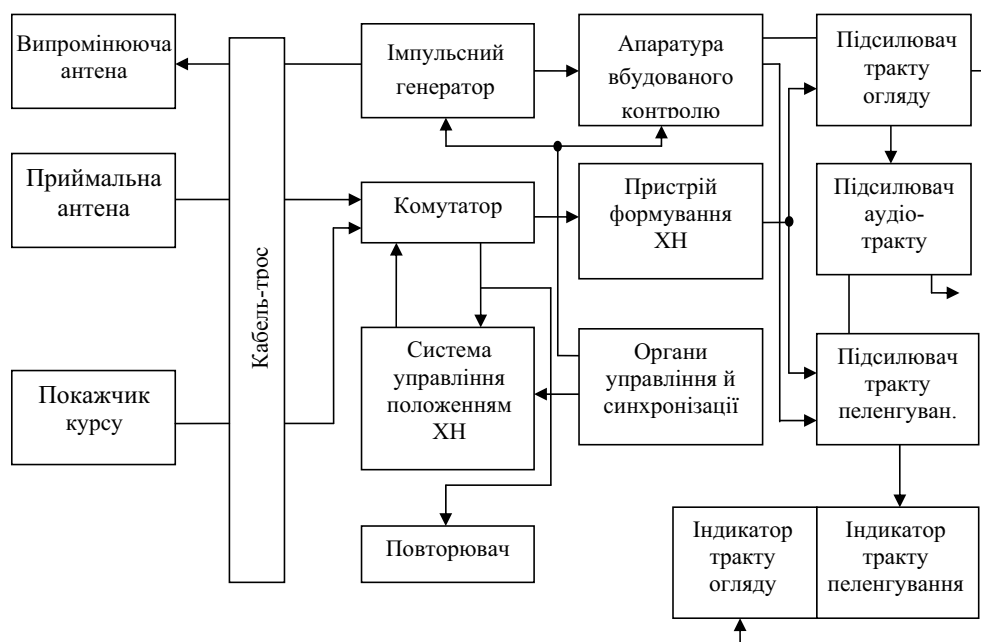


Рис. 1. Блок-схема гідроакустичної станції із акустичною антеною, що опускається

досвід проектування даного типу гідроакустичного озброєння й засобів ураження, які виявлено кораблями даного типу.

За виконання завдання дальнього моніторингу підводної обстановки в разі значного віддалення від берега доцільніше застосування активно-пасивної ГАС із ГПБА.

У рамках виконання робіт із створення гідроакустичного озброєння корвета проекту 58250, було запропоновано активно-пасивну ГАС із ГПБА української розробки, що має основні тактико-технічні характеристики, представлені в табл. 2.

Одночасно з наявною перевагою, яка виражається в значній дальності виявлення цілей, ГАС із ГПБА має й суттєві недоліки. Насамперед це обмеження маневру корабля за використання ГПБА.

ГАС з акустичною антеною, що опускається, кораблю класу корвет призначено для виявлення ПЧ, які знаходяться в підводному положенні, встановлення їхніх координат і видачу даних цілевказівок у систему управління протичовновою зброєю корабля.

Робота станції здійснюється на стопі корабля. Як правило, кораблі з таким гідроакустичним озброєнням використовуються під час патрулювання у встановленому районі.

Опускний пристрій станції занурюється у воду на кабель-тросі на різну глибину в залежності від гідрологічної обстановки з метою отримання найкращих умов для розповсюдження звукового

проміня. Завдяки можливості вибору оптимальних гідрологічних умов і мінімізації власних фізичних полів корабля, які впливають на роботу гідроакустичної антени, досягається значна дальність виявлення цілей.

Розглянемо детально роботу станції, блок-схему якої представлено на рис. 1.

Станція має наступні режими роботи: шумопеленгування; ручний супровід; лунопеленгування; пошук, який автоматизовано; пошук, який автоматизовано; контроль.

У разі роботи в активному режимі використовується непрямоване в горизонтальній площині випромінювання імпульсів, що зондують, яке здійснює випромінююча антена, а прийом акустичних відгуків відбувається за допомогою прийомної антени.

В станції використовується спрямований круговий або секційний прийом. З метою забезпечення режиму оглядання в станції за допомогою пристрою формування характеристик спрямованості відтворюються п'ять із них завширшки 72° або п'ять завширшки 25° (у секторі 125°).

З метою забезпечення режиму пеленгування формуються дві характеристики – сумарна й різницева. За виявлення й пеленгування характеристики орієнтовано нерухомо друг відносно друга. Орієнтацію їхню показано на рис. 2.

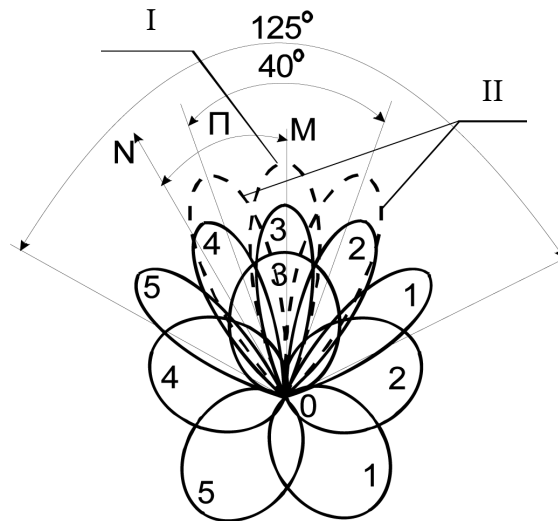


Рис. 2. Орієнтація сумарної і різницевої характеристик тракту пеленгування: I – сумарна; II – різницева

З рис. 2 видно, що вісь характеристики спрямованості тракту пеленгування ОМ збігається з віссю характеристики спрямованості третього каналу тракту огляду (за секторним й круговим оглядами).

В пасивному режимі огляд акваторії здійснюється за автоматичним прийомом: рівномірним обертанням сумарної характеристики спрямованості з швидкістю 2 об/хв.

Управління положенням характеристик спрямованості й стабілізація його здійснюється за допомогою індукційного комутатора й відповідної системи.

З метою стабілізації положення характеристик спрямованості використовується сигнал із виходу приладу показчика курсу, який розташовано в пристрої, що занурюється.

Крім того, прилад показчика курсу призначено з метою визначення орієнтації пристрою, який занурено, що необхідно для відпрацювання пеленга на ціль.

За оглядом простору (пасивний та активний режими) пеленгування ведеться максимальним методом.

Наявність цілі фіксується за максимумом напруги на виході приймально-підсилювального тракту, що буде розвиватися на виході приймально-підсилювального тракту за збігом вісі характеристики спрямованості з напрямком на ціль.

У активному режимі за круговим та секторним оглядом проводиться встановлення номера каналу, в якому спостерігається максимум сигналу.

Обробка й посилення сигналів, які прийнято в активному режимі, здійснюється 5-канальним підсилювачем тракту огляду.

В кожному з підсилювачів обробляється сигнал, який прийнято з певного напрямку, тому що кожний канал посилення пов'язано з однією з 5-ти характеристик спрямованості.

З метою точного виміру пеленга цілі в активному та пасивному режимах застосовано фазовий метод пеленгування з сумарно-різницевою обробкою сигналу, який засновано за перетворенням напруги 2-х груп прийомних елементів, що відрізняються за фазою, в дві синфазні напруги (сумарна та різницева) з різними амплітудами, величина яких залежить від кута зрушення фаз звукових коливань, що приходять до прийомних елементів.

Вимірювання пеленга проводиться в момент рівності нулю різницевої напруги. За цим вісь характеристики спрямованості пеленгування направлено на ціль.

Під час пеленгування цілі обробка сигналів, які прийнято, здійснюється підсилювачем тракту пеленгування, що складається з підсумовуючого й відлічуючого трансформаторів, які формують сумарну й різницеву характеристики спрямованості та двох каналів підсилювання.

З метою індикації сигналів у всіх режимах застосовується та сама електронно-променева трубка, що має п'ять променів із незалежним управлінням.

З метою індикації сигналів за оглядом простору в активному режимі використовується індикатор

із розгорненням за дальністю й амплітудною оцінкою, за якою фіксується наявність цілі.

В разі виявлення цілі в пасивному режимі з метою індикації використовуються сигнали з виходу сумарного каналу підсилювача тракту пеленгування, які надходять на індикатор із розгортанням за пеленгом й амплітудній оцінці.

З метою індикації сигналів і формування розгортань у разі огляду простору в режимі луно- й шумопеленгування використовуються чотири промені електронної трубки («індикатор тракту огляду»).

В разі пеленгування (активний та пасивний режими) як індикатор застосовано індикатор відхилення пеленга, на якому фіксується кут відхилення вісі характеристик спрямованості пеленгування від напрямку на об'єкт, що пеленгується.

Пеленгування здійснюється поворотом характеристики тракту пеленгування в таке положення, за яким відмітка від цілі на екрані буде займати вертикальне положення.

З метою індикації сигналів під час пеленгування використовується п'ятий промінь трубки («індикатор тракту пеленгування»). З метою підвищення точності відліку застосовуються електронні візирі пеленга й дальності.

Одночасно з візуальною індикацією в станції здійснюється слухова індикація сигналів, які прийнято.

Підсилювач тракту слухової індикації перетворює й підсилює сигнал до рівня, який необхідно для їхнього нормального прослуховування.

В пасивному режимі прослуховуються сигнали з виходу сумарного каналу підсилювача тракту пеленгування, а в активному режимі здійснюється одночасне прослуховування сигналів із виходу п'яти каналів підсилювача тракту огляду.

Наявність цілі фіксується за перевищенням рівня сигналу від цілі над рівнем перешкод у гучномовцях або телефонах.

Контроль функціонування основних трактів станції забезпечується апаратурою контролю, який вбудовано.

Перемикання станції із режиму в режим, синхронізація й управління роботою всіх трактів і станції в цілому здійснюється органами управління й синхронізації.

З метою дистанційної передачі координат виявлення цілі (пеленг, дальність) є повторювач. Передача даних здійснюється за командою оператора, після суміщення візирів дальності й пеленга з відмітками цілі на екрані приладу управління й індикації.



Рис. 3. Схема електричних з'єднань гідроакустичною станцією з антеною, що опускається

Час однократного огляду в пасивному режимі – 30, а в активному – 7,5; 15 або 30 с (у залежності від шкали дальності), за круговим оглядом – 45; 65 або 110 с, за секторним оглядом відповідно.

В станції передбачено:

- три шкали (три діапазони) дальностей (5, 10 і 20 км), які вимірювано;
- п'ять еталонів робочих частот;
- чотири тривалості імпульсів (14, 35, 70 і 100 с), які випромінювано.

Максимальна глибина занурення пристрою, що опускається – 150 м.

Дальність, яка забезпечується станцією, дорівнює 8 км за ізотермією й 16 км за аномалією розповсюдження $A = 15$ дБ, для рівня шуму $P_{\text{ш0}} = 0,02$ бар, за силою цілі $T = 30$ дБ.

Середня приладова похибка визначення пеленга не більше 2° , середня приладова похибка визначення дальності за шкалою 10 км – не більше 150 м.

Схему електричних з'єднань ГАС із антеною, що опускається, представлено на рис. 3.

До складу станції входять:

1. Бортова апаратура:

- прилад цифрової обробки даних, управління й відображення;
- генераторний пристрій;
- струмознімач;
- пристрій комутації зі забортною апаратурою.

2. Забортна апаратура в контейнері, що опускається:

- приймальна антена;
- випромінююча антена;
- пристрій обробки аналогових сигналів;
- компасний пристрій.

Висновки

Перевага цієї станції полягає в тому, що вона ідентична вертолітній гідроакустичній станції. Крім уніфікації, у представленій станції є ще одна особливість: це низькі масогабаритні показники, що дає можливість розміщувати її на швидкохідних катерах і, тим самим, оперативно реагувати на ймовірну погрозу.

Враховуючи те, що водотоннажність існуючих протичовнових кораблів Військово-Морських Сил Збройних Сил України та кораблів, що проектуються, не дозволяє встановити повний комплект засобів пошуку підводних човнів, перед розробниками постає задача створення кораблів із вузькою спеціалізацією: кораблі для дальнього моніторингу водного простору, кораблі охорони середньої зони та кораблі протидії підводній загрозі й видача цілевказівок іншим засобам.

Список літератури

1. Шамарин Ю.Е. Корабельные гидроакустические станции / Ю.Е. Шамарин, А.Ю. Шамарин // 36. наук. праць УДМТУ. – Миколаїв: УДМТУ, 2003. – № 6. – С. 123-132.
2. Заблоцкий В.П. Боевые корабли и суда Украины (Краткий справочник) / В.П. Заблоцкий, В.В. Костюченко. – К.: ДП «Флагман-А», 2007. – 48 с.
3. Корякин Ю.А. Российская гидроакустика: современный этап развития / Ю.А. Корякин, С.А. Смирнов, А.М. Дымшиц // Науч.-технич. сб. «Гидроакустика». – 2000. – Вып. 2. – С. 1-5.
4. Шамарин А.Ю. Гидроакустические станции надводных кораблей / А.Ю. Шамарин // Портовые технологии и техника мореплавания. Сб. науч. тр. Одесской нац. морской акад. – Спец. выпуск. – Одесса: ОНМА, 2007. – С. 175-179.
5. Шамарин Ю.Е. Гидроакустические средства надводных кораблей / Ю.Е. Шамарин, В.Н. Алексеенко, А.Ю. Шамарин // Технологич. системы. – 2012. – № 1. – С. 5-9.