

УДК 001:504; 001.89:004

Погребенник В.Д., Бордун І.М., Політило Р.В., Пташник В.В. (Україна, Львів)

ПІДВИЩЕННЯ ЧУТЛИВОСТІ УЛЬТРАЗВУКОВИХ СИСТЕМ ОПЕРАТИВНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

Однією з актуальних проблем є розроблення нових методів та засобів екологічного контролю інтегральних параметрів забруднення водних середовищ та оцінювання впливу на них антропогенних та техногенних факторів.

У праці [1] введено новий інтегральний інформативний параметр – загальну концентрацію домішок C_{Σ} у воді, яка дає можливість оперативно виявляти забруднення і їхній рівень. Вона складається з концентрації неорганічних домішок C_{NOR} і концентрації органічних домішок C_{ORG} : $C_{\Sigma} = C_{NOR} + C_{ORG}$. На цій підставі розроблено новий інваріантний ультразвуковий метод вимірювання параметра C_{Σ} у воді, в основу якого покладено вимірювання часових параметрів ультразвукових багаторазово відбитих сигналів у еталонному і досліджуваному середовищах, що дозволило зменшити на порядок похибки вимірювань концентрації.

Розглянемо підходи до підвищення чутливості ультразвукових систем оперативного екологічного контролю водного середовища.

Для визначення відносно малих значень концентрації домішок C_{Σ} необхідні висока точність і роздільна здатність ВІС. На заданій вимірювальній базі L ВІС практично забезпечує визначення деякого середнього значення концентрації. Для підвищення точності вимірювання часу доцільно вибирати великі значення L , але при цьому через часове і просторове усереднення швидкості звуку знижується достовірність визначення їх істинних значень.

Мінімальне значення концентрації домішок $C_{\Sigma min}$ визначає часова роздільна здатність ВІС, що забезпечує реєстрацію мінімального інтервалу часу $t_{x min}$, що відповідає вказаній мінімальній солоності. Наступний приклад показує вимоги до пристрою вимірювання часових інтервалів, призначеного для використання в акустичних концентратомірах: швидкість ультразвуку у воді $c = 1500$ м/с; мінімально вимірювана солоність $C_{\Sigma min} = 0,1\%$; довжина вимірювальної бази $L = 7,5 \cdot 10^{-2}$ м; мінімальний час $t_{x min} = 10$ нс.

Аналіз показує [1], що можливі такі методи підвищення чутливості вимірювання параметрів водного середовища: 1) збільшення розмірів бази вимірювань L ; 2) підвищення чутливості вимірювань t_x ; 3) збільшення інтервалу t_x ; 4) використання m сигналів зондування і усереднення результатів вимірювань. Розглянемо кожний з них методів.

Перший метод передбачає збільшення розмірів бази вимірювань. Очевидно, що при цьому різко зростають габарити первинного вимірювального перетворювача і його вага, вплив потоку течії та турбулентностей на результат вимірювання. Вказані недоліки суттєво обмежують застосування цього методу.

Другий метод полягає у розробленні нових методів вимірювання коротких часових інтервалів. Доцільним є використання способів інтегрування, розтягування, ноніусу та інтерполяції [1]. Звичайно, при цьому зростають витрати на апаратурне забезпечення.

Третій метод полягає у використанні багаторазово відбитих сигналів на вимірювальній базі, що досягається деяким зростанням амплітуди сигналу зондування. При цьому збільшуються вимірювальна база та різниця часових інтервалів t_x в n разів, де n кількість відбивань акустичного сигналу. Час вимірювання при цьому зростає в n разів, але він не перевищуватиме значень в 1 мс (для $L = 0,075$ м і $n = 10$).

Четвертий метод базується на використанні m сигналів зондування і усередненні результатів вимірювань. Середнє квадратичне відхилення результату вимірювання зменшиться в \sqrt{m} разів. При цьому часовий інтервал t_x визначають, використовуючи тільки перший відбитий сигнал.

Отже, найперспективнішим є комбінація методу багаторазових відбиттів з елементами другого та четвертого методів. Крім того, з допомогою багаторазових відбиттів можна визначити коефіцієнт загасання акустичних сигналів в розчинах солей, що дасть можливість додатково їх класифікувати.

Список використаної літератури

1. Погребенник В.Д. Оперативне вимірювання інтегральних параметрів водного середовища та донних відкладів. Монографія / В.Д. Погребенник. – Львів: СПОЛОМ, 2011. – 280 с.