

Спосіб визначення твердості води та його реалізація

Є.В. Походило¹, Н.В. Мартинович¹,

Abstract – Proposed the chart of automatic determination of a maximum of reactive constituent of admittance is offered on certain frequency of test signal with the leading out of value of hardness of water.

Keywords – Admittance, hardness of water, extreme, frequency of test signal.

Для інструментального визначення загальної твердості води в основному використовують кондуктометри різного конструктивного виконання. Основним інформативним параметром їх є активна чи повна провідність води. Оскільки провідність суттєво залежить від температури, то для зменшення температурної похибки необхідно додатково вимірювати температуру води.

Авторами проведено експериментальне дослідження зміни реактивної складової провідності води різної твердості, відповідно різної концентрації солей кальцію та магнію. Дослідження проводилося в частотному діапазоні 0,1...100 кГц. Виявлено, що із збільшенням частоти реактивна провідність зростає до певного моменту, а потім починає спадати. Така тенденція спостерігається для води різної твердості. Отримані залежності в частотному діапазоні характеризуються екстремальними значеннями на окремих частотах, причому значення кожної частоти залежить від рівня твердості води. Тобто певний рівень твердості призводить до екстремального значення реактивної складової на певній (своєї) частоті тестового сигналу. При цьому більшій твердості відповідає вища частота тестового сигналу.

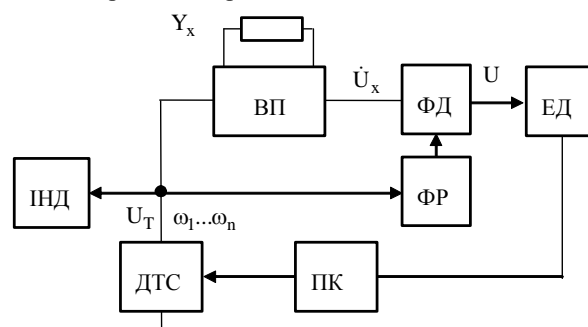
Для виявлення температурної залежності частоти екстремального значення реактивної складової авторами досліджено вплив температури. Як і слід було очікувати, із збільшенням температури реактивна провідність зростає у всьому частотному діапазоні, проте екстремальне значення далі припадає на одну і ту ж частоту.

Якщо прийняти, що екстремум реактивної складової адмітансу на певній частоті відповідає деякому рівню твердості, то таким способом можна визначити твердість води. Таким чином частота може бути використана як інформативний параметр.

Реалізувати в ручному режимі запропонований спосіб визначення твердості води можна традиційними багаточастотними вимірювачами імідансу, зокрема вимірюваннями реактивної складової адмітансу об'єктів контролю емнісного характеру в зазначеному вище частотному діапазоні. Додатково для цього необхідно мати градувальну залежність частоти від твердості. Отримати її можна шляхом вимірювання реактивної

складової стандартних зразків різної твердості в межах градації води (від дуже м'якої до дуже твердої).

Структура засобу, який може реалізувати запропонований спосіб вимірювання в автоматичному режимі, зображена на рис.1.



ВП – векторний перетворювач, ФД – фазочутливий детектор, ФР – формувач напруги, ЕД – екстремум-детектор, ПК – пристрій керування, ДТС – джерело тестового сигналу, ІНД – індикатор.

Рис. 1. Структурна схема засобу реалізації способу вимірювання твердості води за частотою тестового сигналу

Під дією тестового сигналу ДТС фіксованих частот $\omega_1 \dots \omega_n$, почергово заданих ПК, векторним перетворювачем здійснюється перетворення адмітансу Y_x контрольованої води в комплексну напругу \dot{U}_x

З допомогою фазочутливого детектора, на керуючий вхід якого подається сформована ФР напруга, виділяється з вихідної напруги \dot{U}_x ВП складова напруги, пропорційна реактивній складовій адмітансу Y_x об'єкта.

Як зазначено вище, реактивна складова змінюється із зростанням частоти, а тому і вихідна напруга U ФД буде також змінюватися відповідно. Екстремальне значення такої залежності фіксує ЕД, який через ПК зупиняє зміну частоти ДТС. За значенням частоти, що відповідає екстремальному значенню, використовуючи відому залежність «частота-твердість», визначається та індикується на ІНД рівень твердості контрольованої води.

ВИСНОВОК

Використання запропонованого способу визначення твердості води та наведеної схеми його реалізації забезпечить інваріантність результату вимірювання до зміни температури об'єкта контролю та селективність лише до компонентів води, що впливають на електропровідність. При цьому як інформативний параметр використано частоту тестового сигналу, а електропровідність – як індикатор.

¹ Національний університет «Львівська політехніка», вул. С. Бандери, 12, Львів, 79013, УКРАЇНА, E-mail: evgenp@meta.ua.