

ее использования, а также исследования и определения эффективности использования тепловой энергии в децентрализованных системах теплоснабжения. В статье приведен анализ работы децентрализованной системы теплоснабжения и метод расчета эффективности ее работы.

Ключевые слова: децентрализованная система теплоснабжения, источник энергии, тепловой потребитель, коэффициент полезного действия системы.

Мартиняк Марта Андріївна, аспірант, кафедра теплотехніки і теплових електричних станцій, Інститут енергетики та систем керування, Національний університет «Львівська політехніка», Україна, e-mail: marta.martynyak@gmail.com.

Мисак Йосиф Степанович, доктор технічних наук, професор, кафедра теплотехніки і теплових електричних станцій, Інститут енергетики та систем керування, Національний

університет «Львівська політехніка», Україна, e-mail: marta.martynyak@gmail.com.

Мартиняк Марта Андреевна, аспирант, кафедра теплотехники и тепловых электрических станций, Институт энергетики и систем управления, Национальный университет «Львовская политехника», Украина.

Мисак Иосиф Степанович, доктор технических наук, профессор, кафедра теплотехники и тепловых электрических станций, Институт энергетики и систем управления, Национальный университет «Львовская политехника», Украина.

Martynyak Marta, National University «Lviv Polytechnic», Ukraine, e-mail: marta.martynyak@gmail.com.

Mysak Joseph, National University «Lviv Polytechnic», Ukraine, e-mail: marta.martynyak@gmail.com.

УДК 006+621.317.1+543.3+658.562

Міхалєва М. С.,
Світлик І. В.

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ МОДИФІКУВАННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ВОДИ

Метою проведених досліджень є розроблення методів та способів використання окислювально-відновлювальних процесів та відповідних вимірювань для удосконалення технологічних процесів та контролю якості продукції.

Представлено аналіз результатів експериментів електричних вимірювань та отриманих залежностей складу та ступенів окислення складників модельних рідин та реальних об'єктів рідинної продукції і довілля від їх споживчих властивостей.

Ключові слова: окислювально-відновлювальний потенціал, оцінювання якості природної питної води, технічні води.

1. Вступ

Водні суміші є найпоширенішими об'єктами для вимірювання та контролю характеристик в промисловості, медицині, сільському господарстві, та при екологічному моніторингу.

За результатами аналізу теми, літературного огляду нових наукових даних та результатів власних експериментальних досліджень зроблено припущення про можливість визначення нормованих характеристик води через вимірювання електричних параметрів.

Запропоновано нову характеристику якості води, харчових продуктів, та продукції інших галузей промисловості — окислювально-відновлювальний потенціал (ОВП), а також фізичні та хімічні методи регулювання і збереження цього показника. Пропонується метод електрохімічної активації, який вивчений у класичній аналітичній хімії, та використання його у галузі очищення стічних вод.

Тематика досліджень є актуальною, тому що вирішує завдання підвищення надійності контролю, сприяє економії матеріальних ресурсів та забезпечує мінімальний вплив на здоров'я людини.

Активна реакція водних систем знаходиться у взаємозв'язку з процесами окислення-відновлення, що включає

як можливу стадію переходу електронів від одної групи часточок до іншої. Процес перегрупування електронів за валентними станами часточок продовжується до тих пір, доки не встановлюється динамічна рівновага, що відповідає певному окислювально-відновлювальному потенціалу — Eh. Тому характеристику редокс-системи можна отримати на базі відношення молярних або іонних концентрацій окисної і закисної форм будь-якої речовини, що знаходиться у воді:

$$\frac{[Ox_1]}{[Red_1]} = \frac{[Ox_2]}{[Red_2]} = \frac{[Ox_i]}{[Red_i]} = \frac{[H^+]}{[H]} \quad (1)$$

Для встановлення зв'язку між Eh і рН використовують:

$$Eh = E_o + \frac{2,3RT}{nF} \lg \frac{[H^+]}{[H_2]} \quad (2)$$

Зміна рН обумовлена розрядом молекул води на електродах, а Eh — розрядом іонів, що присутні у воді або за рахунок продуктів розчинення анодів. Важлива особливість і практична цінність електрохімічних процесів при зміні Eh і рН — це можливість створити ці процеси як на межі розчин-електрод (катод і анод),

так і в об'ємі розчину (об'єкт кваліметрії) за рахунок утворених продуктів електрохімічної реакції. Напрямок протікання цих процесів визначається: електричними параметрами електролізу, конструкцією електроореактора, матеріалом електродів.

Значення Eh і рН впливають на різні фізико-хімічні і біохімічні процеси. Так у процесі окислення, відновлення, дисоціації або комплексоутворення регулюванням Eh і рН можна змінити потенціал, направлення і швидкість хімічної реакції, окислювально-відновну активність речовини у розчині, міцність комплексних сполук, при біохімічному очищуванні води — гальмувати або прискорювати активність ферментів мікробної клітини тощо.

2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Результати аналізу літературних даних подано у табл. 1. При наявності значних теоретичних досягнень у аналітичних дослідженнях, виявлено низка проблем нормативного та метрологічного характеру.

Таблиця 1

Переваги і недоліки потенціометричних досліджень під час визначення Eh і рН

Переваги	Недоліки
Визначення якісного і кількісного складу природних і стічних вод	Тільки при бінарних дослідженнях розчинах. Метод низько-селективний
Реагентне очищення води до необхідного складу при низьких затратах електроенергії і простоті технологічних операцій	Ускладнення іонно-молекулярного складу. Трудомісткість обслуговування
Безреагентне очищення води до необхідного складу при специфічних впливах електричного струму (бактерицидний вплив, коагуляція тощо). Виключення додаткової мінералізації води, так як речовини для зміни електричних характеристик безпосередньо утримуються з води і її домішок	Виділення вибухо-небезпечних газів. Високі витрати електроенергії.
Швидке визначення властивостей об'єктів кваліметрії	Метод малоселективний. При контролюванні вимагає еталонних досліджень.
Можливість покращання якості органічних харчових продуктів (термін придатності) без використання консервантів	При реагентному регулюванні показників призводить до зміни складу об'єкту на відміну від безреагентного
Можливість швидкої оцінки рівня якості бутильованої питної води (Українські стандарти щодо випробування природної і приготовленої бутильованої води за гармонізованими стандартами ЄС не готова)	Відсутність досліджень, метрологічного забезпечення. При контролюванні вимагає еталонних досліджень
Реагентним і безреагентним регулюванням значень зберігаються якісні властивості лікувальних природних вод при транспортуванні і зберіганні [1–6]	При наявності значних теоретичних досягнень у аналітичних дослідженнях, відсутність досліджень з реальними об'єктами з причини економічної незацікавленості [1–6]

Проблеми, що пов'язані з окислювально-відновлювальними вимірюваннями для використання їх в різних галузях промисловості в тому числі і для контролю якості технічно вирішувани, що підтверджується результатами експериментальних досліджень.

Метою проведених досліджень є розроблення методів та способів використання окислювально-відновлювальних процесів та відповідних вимірювань для удосконалення технологічних процесів та контролю якості рідинної продукції.

Об'єктом дослідження роботи — є залежності концентрацій та ступенів окислення складників від електричних властивостей водної багатокомпонентної суміші. Предметом досліджень є модельні рідини та реальні об'єкти рідинної продукції та довкілля.

3. Результати досліджень залежностей складу модельних рідин та реальних об'єктів рідинної продукції і довкілля від їх електричних властивостей

Електричні вимірювання проводилися з допомогою лабораторних рН-метра та RLC-метра. Результати досліджень подані у табл. 2.

Таблиця 2

Деякі електричні характеристики модельних і реальних розчинів води

Об'єкти (t = 25 °C)	ppm (мг/л)	рН	Eh, мВ	Характер імітансних залежностей
Дистильована вода	4	6,8	+400	Форми графічних залежностей активної та реактивної складових провідності характерна для рідин неелектролітів
Дистильована вода + шунгіт (2 год)	4	6,7	+50	Збільшення значень активної складової. Форми графіків — без змін
Тала дистильована, тала дистильована після 1 год.	4	6,9	-15	Без змін активна складова. Реактивна складова змінила значення, але форма залежностей — як для неелектролітів
Дистильована вода після електричного впливу (мікрохвильова піч) після 1 год	4	6,9	+456	Змінилися залежності активної і реактивної складових, що нехарактерні не для електролітів і не для неелектролітів
	4	6,9	+415	
Промивні хромвісткі води гальванічних цехів	780	4,4	+750	Значення активної складової збільшується. Графічна залежність реактивної складової від частоти має характерну форму як для розчинів електролітів
Промивні хромвісткі води гальванічних цехів після руйнівного впливу постійного струму і відфільтрування осаду	541	7,9	+50	Зміна активної і реактивної складових характерні, як для електролітів

Результати досліджень підтверджують залежність складу (елементний та ступінь окислення) рідини від її електричних властивостей (рН, Eh, адмітанс).

4. Висновки

В статті подано аналіз досліджень рідин електричними методами, що базується на засадах кондуктометричного та потенціометричного методів.

В результаті аналізу отриманих експериментальних даних і літературних джерел зроблені наступні висновки:

1. Контактні і безконтактні електромагнітні впливи змінюють фізико-хімічні властивості води.
2. Безконтактні електромагнітні впливи склад розчину і рН не змінюють. Змінювались значення Eh і електромагнітна проникність (виявлена залежність від часу впливу і часу релаксації).
3. Процес переходу води з різних агрегатних станів впливає на окисно-відновні і електромагнітні властивості води.

Це підтверджує можливість використання (успішне у деяких галузях промисловості) електрохімічні технології для швидкого контролю, удосконалення очищення стічних вод, покращання якості питної води та іншої продукції у різних галузях промисловості.

Запропонована нова узагальнена характеристика води для визначення якісних категорій питної води – ОВП. Якщо показник ОВП приймає можливі значення в діапазоні від –100 мВ до –200 мВ, то це можна трактувати як ознаку вищої якості питної води [7–10].

Впровадження розробленого методу та способу створює умови для переходу від лабораторних умов контролю до оперативних та дозволяють вирішувати завдання підвищення надійності контролю, сприяє економії матеріальних ресурсів та забезпечує мінімальний вплив на здоров'я людини.

Література

1. Походило, Є. В. Імітансний контроль якості [Текст] : монографія / Є. В. Походило, П. Г. Столярчук. — Львів: Львівська політехніка, 2012. — 164 с.
2. Походило, Є. В. Способи імітансного контролю якості [Текст] / Є. В. Походило, П. Г. Столярчук // Методи та приладиконтролю якості. — 2003. — № 11. — С. 105–108.
3. The Impedance Measurement Handbook. A Guide to Measurement Technology and Techniques. Agilent Technologies [Text]. — Inc. Printed in USA, 2006. — P. 5950–3000.
4. Міхалева, М. С. Розвиток нормативно-технічного забезпечення оперативного визначення характеристик рідин для контролю стічних вод [Текст] : автореф. дис. канд. техн. наук: 05.01.02 / М. С. Міхалева. — Львів, 2012. — 21 с.
5. Міхалева, М. С. Шляхи вдосконалення нормування показників якості водних середовищ [Текст] / М. С. Міхалева, П. Г. Столярчук, Т. Г. Бойко, Т. З. Бубела // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2008. — № 2. — С. 34–37.
6. Міхалева, М. Проблеми нормування якості водних середовищ, стічних вод, апаратне і метрологічне забезпечення системи гідро моніторингу [Текст] / М. Міхалева, П. Столярчук // Вимірювальна техніка та метрологія. — 2008. — Вип. 68. — С. 199–203.
7. Міхалева, М. Нові гідробіологічні показники якості питної води як харчового продукту номер один [Текст] / М. Міхалева, Н. Обуховська // Вимірювальна техніка та метрологія. — 2010. — № 71. — С. 148–152.
8. Stolyarcuk, P. Electric Sensors for Express-Method Checking of Liquid Quality Level Monitoring [Text] / P. Stolyarcuk, V. Yatsuk, Y. Pokhodylo, M. Mikhalieva, T. Boyko, O. Basalkevych // Sensors & Transducers Journal. — 2010. — № 2, Vol. 8. — P. 88–98.
9. Міхалева, М. С. Результати експериментальних досліджень модельних водних розчинів новим електричним імпедансним методом [Текст] / М. С. Міхалева // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». — Автоматика, вимірювання та керування. — 2010. — № 665. — С. 169–173.
10. Stolyarchuk, P. Multicomponent Liquids' Research [Text] / P. Stolyarchuk, M. Mikhalieva, V. Yatsuk, Ye. Pokhodylo, O. Basalkevych // Sensors and Transducers Journal. — January 2013. — Vol. 148, Issue 1. — P. 95–99. — e-ISSN 1726-5479, ISSN 2306-8515.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ СВОЙСТВ И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ

Целью проведенных исследований является разработка методов и способов использования окислительно-восстановительных процессов и соответствующих измерений для совершенствования технологических процессов и контроля качества продукции.

Представлен анализ результатов экспериментов электрических измерений и полученных зависимостей состава и степеней окисления составляющих модельных жидкостей и реальных объектов жидкостной продукции и окружающей среды от их потребительских свойств.

Ключевые слова: окислительно-восстановительный потенциал, оценки качества природной питьевой воды, технические воды.

Міхалева Марина Станіславівна, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, доцент, кафедра метрології, стандартизації та сертифікації, Національний університет «Львівська політехніка», Україна, e-mail: galmih@ukr.net.

Світлик Ірина Володимирівна, начальник відділу, Науково-дослідний відділ методології оцінки відповідності продукції, Державне підприємство «Науково-дослідний інститут метрології вимірювальних і управляючих систем», Львів, Україна, e-mail: galmih@ukr.net.

Міхалева Марина Станіславівна, кандидат технических наук, старший научный работник, доцент, кафедра метрологии, стандартизации и сертификации, Национальный университет «Львовская политехника», Украина.

Светлык Ирина Владимировна, начальник отдела, Научно-исследовательский отдел методологии оценки соответствия продукции, Государственное предприятие «Научно-исследовательский институт метрологии измерительных и управляющих систем», Львов, Украина.

Mikhalieva Maryna, National University «Lviv Polytechnic», Ukraine, e-mail: galmih@ukr.net.

Svytlyk Irina, State Enterprise «Scientific-Research Institute for Metrology of Measurement and Control Systems», Lviv, Ukraine, e-mail: galmih@ukr.net