4. Качанов С. Удосконалення діяльності з державного нагляду і контролю на основі підвищення якості нормативно-методичного забезпечення / Сергій Качанов // Вісник Хмельницького національного університету – 2009. – № 1. – С. 113–118. 5. Математичне програмування: Навч. посіб./ В. М. Дякон, Л. Є. Ковальов, за заг. ред. В. М. Міхайленка. – К.: Вид-во Європ. ун-ту, 2007. – 497 с. 6. Пелещишин А. М. Позиціонування сайтів у глобальному інформаційному середовищі: Монографія. – Львів: Видавництво Нац. ун-ту „ Львівська політехніка", 2007. – 260 с. 7. Послуги в Україні. Туризм. Готелі. Харчування. Законодавство. Стандартизація. Класифікація. Сертифікація. Нормативні документи: Довідник (за заг. ред. В. Л. Іванова). – Львів: НІЦ "Леонорм", 1999. – 347 с. 8. Шаповал М. І. Менеджмент якості: Підручник. – К., 2003. – 475 с.

УДК 006.015.8+628.1+621.37/.39; 621.317; 621.37/39.

НОВІ ГІДРОБІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ДЛЯ ПИТНОЇ ВОДИ ЯК ХАРЧОВОГО ПРОДУКТУ НОМЕР ОДИН

© Марина Міхалєва, Наталія Обуховська, 2010

Національний університет "Львівська політехніка", кафедра метрології, стандартизації та сертифікації, вул. С. Бандери, 12, 79013, Львів, Україна

Проаналізовано сучасні стандарти безпечних характеристик питної води в Україні та в економічно розвинених країнах. На основі літературного огляду аргументуються і пропонуються нові гідробіологічні показники якості води та інструментарії їх контролю.

Осуществлен анализ современных стандартных безопасных характеристик питьевой воды в Украине и в экономически развитых странах. На базе литературного обзора аргументируются и предлагаются новые гидробиологические показатели качества воды и инструментарии их контроля.

In the article the analysis of modern standards of safe descriptions of drinking-water is done in Ukrain, and in the economic developed countries. On the base of literary review the new hydrobiological indexes of quality of water and tools of their control are argued and offered.

Об'єктом дослідження у цій статті є**:** природна вода, питна вода, стандартні характеристики безпечності та якості питної води в Україні та у економічно розвинених країнах, проблеми нормування і контролю. Автори пропонують нові гідробіологічні показники, та з їх використанням, можливість надання категорій якості продукції питної води, яких не існує в сучасних нормативних документах.

Несприятливий вплив неякісної питної води на людину може реалізовуватися в декількох напрямах: загальнотоксичний вплив, що викликає збільшення загальної захворюваності населення (збільшення захворювань неінфекційної природи: серцево-судинних, шлунково-кишкового тракту, ендокринних тощо) та вплив на збільшення частоти алергічних захворювань, а також збільшення рівня новоутворень в організмі людини. В сучасних стандартах існують класичні обов'язкові показники безпечності води різних видів користування. Це такі як фізико-хімічні (pH, твердість, температура, лужність, кислотність, провідність тощо), мікробіологічні, радіологічні, хімічні (концентрації), які не є предметом аналізування у цій статті. В показниках саме питної води, на відміну від показників для поверхневих вод, немає гідробіологічних показників. Це при тому, що гідробіологічні характеристики вода втрачає під час очищення і транспортування. У статті розглянуто саме такі показники, які стосуються якості води і, як результат аналізу літературних джерел, пропонуються нові показники для подальшої градації за категоріями якості питної води в межах безпечних показників, що містяться в сучасних стандартах.

Опис характеристик об'єкта.

Аномальні властивості води. Вода – це одна з дивовижних і важливих речовин нашої планети.

Найважливіша і найблагодатніша для живої природи властивість води – її здатність за нормальних умов бути **рідиною**. Крім "неправильних" температур плавлення та кипіння (порівняно з гідридами елементів підгрупи кисню за табл. Мендєлєєва), вода володіє аномальними особливостями й стосовно її **густини.**

Досягши максимального значення при температурі 4^0C, при подальшому охолодженні цієї речовини густина починає зменшуватися. Тому вода відіграє в природі роль плавучої ковдри, що захищає ріки й водойми від подальшого замерзання й зберігає життя підводного світу.

Вода – універсальний охолоджувач. Холодна вода, опускаючись, забезпечує постачання розчиненим киснем глибинних шарів океанів і морів, озер і річок. Своєю чергою, тепла вода, піднімаючись угору, виносить розчини солей та поживних речовин у верхні шари. Все це сприяє розвитку життя. Завдяки цій властивості води життя в океанах та морях ніколи не може зникнути. Інші термодинамічні характеристики води також є аномальними. Так, питома теплота плавлення льоду є вищою, ніж у багатьох речовин. При замерзанні води відповідна кількість тепла надходить у навколишнє середовище, при таненні – поглинається. Тому маса льоду, на відміну від маси пароподібної води, є своєрідним поглиначем тепла в середовищі з плюсовою температурою. Аномально високі значення питомої теплоти пароутворення та питомої теплоти плавлення льоду використовують у виробничій діяльності. Зокрема, воду застосовують як зручний охолоджувач у різних технологічних процесах. Широке застосування води як охолоджувача пов'язано ще з однією чудовою її особливістю – високою теплоємністю, яка у 5 разів вища, ніж у піску, і майже у 10 разів вища, ніж у заліза. Здатність води нагромаджувати великі запаси теплової енергії перетворює моря й океани на гігантський термостат, який дає змогу згладжувати різкі температурні коливання на земній поверхні та в атмосфері у різні пори року та у різний час доби. Завдяки аномально високій теплоємності води нормальна температура тіла людини, що складається на дві третини з води, підтримується на одному рівні у спекотний день і у прохолодну ніч.

Вода – єдина речовина на Землі (окрім ртуті), для якої залежність питомої теплоємності від температури має мінімум – близько 37 ^{0}C (рис. 3). Завдяки цьому нормальна температура людського тіла перебуває в діапазоні температур 36–38 ^{0}C (внутрішні органи мають дещо вищу температуру, ніж зовнішні). Нормальна температура майже усіх теплокровних живих організмів (32–39 ^{0}C) теж перебуває поблизу цієї точки. Отже, вода відіграє основну роль у процесах регулювання теплообміну людини й дає змогу їм підтримувати комфортний стан за мінімуму енергетичних витрат. За нормальної температури тіла людина перебуває у найвигіднішому енергетичному стані.

Серед незвичайних властивостей води слід також відзначити її винятково високий **поверхневий натяг.**

Ще одна незвичайна властивість води виявляється у її здатності "прилипати" до багатьох предметів, тобто їх змочувати – **капілярність**. Завдяки великому поверхневому натягу та здатності до змочування вода може підніматися у вузьких капілярах, тобто володіє так званою капілярністю. Капілярність відіграє важливу роль у багатьох природних процесах на Землі. Процес залучення твердих речовин у великий круговорот живої природи прискорюється чудесною властивістю води їх **розчиняти**. Вода з розчиненими компонентами твердих речовин є середовищем харчування й постачальником мікроелементів, необхідних для життя рослин, тварин і людини. Завдяки капілярності здійснюється рух крові у найтонших судинах, тканинних рідинах у живих організмів, наприклад, у деревах на велику висоту, інших рослинах тощо.

Кислотно-лужна рівновага – це показник, що має важливе значення для здоров'я. Оптимальним і законодавчо затвердженим вважається рівень pH у діапазоні від 6 до 9 pH, що є фізіологічним для організму людини, оскільки вказаний pH дає змогу краще зберігати кислотно-лужну рівновагу рідин організму, що має зазвичай слабколужну реакцію. Крім того, зміщення pH міжклітинного і внутрішньоклітинного середовища у бік лужнішого стану загальмовує розмноження хвороботворних мікробів і сприяє відновленню дружніх організму бактерій, конкретно біфідобактерій, і дає імунній системі можливість ефективно підтримувати оптимальний захист.

Мінералізація водних розчинів, що надходять в організм, дуже важлива для організму. Мінералізація необхідна для підтримки електролітного складу рідин організму. Нормований рівень мінералізації для кожнодобового вживання – 0,2–0,3 г/л.

Особливості характеристик води пояснюються неповторною будовою молекули і міжмолекулярними зв'язками.

Молекула води має симетричну V-подібну форму (рис. 1), завдяки тому, що два невеликі атоми водню

розташовуються з одного боку порівняно великого атома кисню. Встановлено, що довжина кожного зв'язку О-Н близько 1,0 А, а кут між цими зв'язками дорівнює $104,5^0$ і є близьким до правильного тетраедричного ($109,5^0$). Це сильно відрізняє молекулу води від лінійних триатомних молекул, наприклад, H_2Be, у якій всі атоми розташовуються ланцюжком. Отже, можна було б стверджувати, що першопричиною особливих властивостей води, особливо таких як **властивість універсального розчинника,** є існування водневого зв'язку між її молекулами (зв'язки Ван-дер-Ваальса).

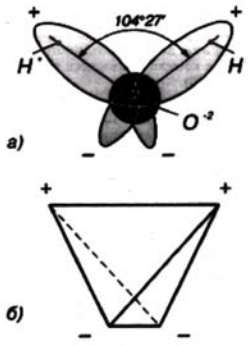

Рис. 1. Будова молекули води

Завдяки такій електронній структурі молекул води вона проявляє водночас і донорні, й акцепторні властивості. Кожний з протонів будь-якої молекули води може зв'язуватися з витягнутою неподіленою електронною парою кисню іншої молекули, тобто кожна молекула води здатна брати участь у чотирьох водневих зв'язках, які одночасно утворює одна молекула (рис. 2). Отже, молекулу води можна розглядати як ідеальний матеріал для побудови розгалуженої сітки водневих зв'язків і утворення молекулярних асоціатів різного складу.

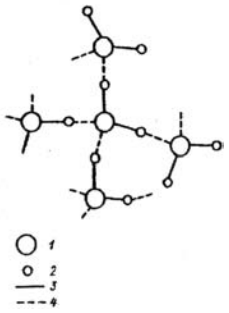

Рис. 2. Утворення молекулярних асоціатів: 1 – іон оксигену; 2 – іон гідрогену; 3 – ковалентний зв'язок між атомами молекули; 4 – зв'язки між молекулами

Висловлено гіпотезу, що структурована вода, яку ототожнюють з рідким кристалом, може сприймати, зберігати та передавати різну інформацію за допомогою полів найрізноманітної природи – електромагнітних, акустичних тощо.

Наявність багатьох аномальних властивостей води свідчить про те, що у рідкому стані її молекули зв'язані між собою й утворюють певні молекулярні конструкції, які протидіють зовнішнім впливам, – тепловим, механічним, електричним тощо. Це пов'язано насамперед з тим, що молекули води мають унікальну властивість об'єднуватися у так звані асоціати, або **кластери** $(H_2O)x$. Під цим новоутворенням звичайно розуміють групу атомів або молекул, об'єднаних в єдиний ансамбль, але які зберігають усередині їх індивідуальні властивості. За сучасними даними, за кімнатної температури ступінь асоціації X для води становить від 3 до 6 (при пониженні температури ступінь асоціації зростає і, як вважають деякі дослідники, кластери можуть нараховувати десятки молекул води). Отже, вода – складна рідина, побудована з груп, що повторюються і містять декілька окремих молекул. Саме тому необхідно підводити так багато тепла, щоб перетворити рідку воду на пару, внаслідок цього вода характеризується такою великою питомою теплотою випаровування, саме тому вода має аномальні значення температури замерзання й кипіння порівняно з гомологами (тобто водневими сполуками типу H_2S, H_2Se, H_2Te). Тала вода, на відміну від звичайної, за своєю структурою дуже схожа на рідину, що міститься в клітинах рослин та інших живих організмів. Саме тому для людини більше підходить крижана структура талої води, у якій молекули об'єднані в ажурні кластери. Ця унікальна властивість талої води сприяє її легкому засвоєнню організмом, вона є біологічно активною. Ось чому такі корисні овочі й фрукти – вони постачають в організм воду, що має аналогічну структуру. При вживанні талої води відбувається підживлення організму найгармонійнішою з усіх речовин на Землі. Доведено, що вона поліпшує обмін речовин і підсилює кровообіг, знижує кількість холестерину в крові й знімає біль в серці, підвищує адаптаційні можливості організму й сприяє продовженню життя.

Ще один важливий, на наш погляд, якісний показник якості води **ОВП** – окисно-відновний потенціал (RedOx – Reduction/Oxidation) – один з важливих показників **якості води:**

- ОВП – характеризує активність електронів в окисно-відновних реакціях (приєднання або передача електронів) (ОВП-вимірювачі).
- У деяких літературних джерелах норма ОВП для питної води +60 мВ (як показник тільки якості очищення).
- Вимірюване значення ОВП для питної води з водогону, бутильованої тощо сягає – від+100 мВ до +400 мВ.
- ОВП внутрішніх середовищ організму людини від – 100 мВ до –200 мВ (ОВП водних джерел, де велика кількість довгожителів).
- Якщо трапляється вода з вищим значенням ОВП, ніж в живому організмі, то організм витрачає зайву енергію для потрібного рівня. У випадку близького значення така вода краще і миттєво засвоюється. За менших значень така вода забезпечує організм енергією і антиоксидантний захист, тобто має лікувальні властивості.

Висновок: ОВП від – 100мВ до – -200мВ – значення показника вищої якості питної води.

У природній воді значення Eh коливається від – 400 до +700 мВ, визначається всією сукупністю у ній окисно-відновних процесів**.**

Постановка задачі, новизна. Під час очищення і транспортування питна вода втрачає свої важливі описані авторами гідробіологічні властивості, які є якісним показником, що не враховується у нормативних документах. Відомі методи для збереження структурованості – наявність природних мінералів та збільшення часу релаксації – для підтримки ОВП показника.

Отже, запропоновані авторами показники якості питної води: **ОВП і рівень структурованості** відсутні у всіх проаналізованих стандартах, зокрема і у американських стандартах, де, на відміну від інших, є показники саме якості, а не тільки безпечності.

Літературний огляд свідчить про те, що кластерна структура пов'язана з **ОВП показником**. Так, для кластеризації 10–13 молекул (ОВП=+250 – 300 мВ), а для 5–6 молекул – від'ємний окисно-відновний потенціал. Вода з молекулярною кластеризацією 5–6 молекул легше і швидше потрапляє в тканини (збігається з розмірами каналів у мембрані клітин), швидше і ефективніше насичує організм поживними речовинами.

Окисно-відновні реакції – це процеси, що забезпечують життєдіяльність будь-якого живого організму. Енергія, що виділяється у ході цих реакцій, витрачається на підтримку гомеостазу – життєдіяльності організму і регенерацію клітин організму, тобто на забезпечення процесів життєдіяльності організму. Окисно-відновний потенціал (ОВП-метр) вимірюється на платиновому електроді відносно хлорсрібного електрода порівняння. Сучасними інструментами для визначення значення ОВП є ОВП-метр. ОВП-метр придатний для вимірювання якості води, слабких розчинів солей, кислот і лугів. Згаданий прилад використовується для визначення якості та придатності води для задоволення потреб організму. У ОВП-метр застосовується для вимірювання якості очищення питної води, а також для вимірювання ОВП води в акваріумах і басейнах.

Природна вода з від'ємним окисно-відновним потенціалом, яку людини повинна вживати за своєю природою, фізіологією, набутою за багато віків, зміцнює захисні сили організму і функції життєво важливих органів людини [1, 2].

Таблиця 1

Порівняльний аналіз стандартів щодо показників безпечності та якості питної води

Стандарт	Висновки
ГОСТ 2874-82 "Вода питьевая. Гигиенические требования, контроль за качеством"; ДСАНПІН "Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання", № 136/1940 15.04.97 р.	~1000 параметрів, для кожного параметра **одне значення (ГДК)**, що стосується **безпечності.**
National Primary Drinking Water Regulations (США)	79 параметрів, для кожного обов'язкові **два** значення параметра: Maximum Contaminant Level Goal (MCLG) – **ГДК** і Maximum Contaminant Level (MCL) – **обов'язкова концентрація**.
National Secondary Drinking Water Regulations (США)	15 параметрів, для кожного **два** значення параметра, що стосуються **якості.**
(80/778/EC) Drinking Water Directive)	66 параметрів, для кожного параметра одне значення, що стосується **безпечності.**

Таблиця 2

Значення ОВП рідин

Середовище	Значення ОВП, мВ
Внутрішнє середовище здорового організму людини	-70
Свіжий сік	+30 – +70
Свіжий сік після доби зберігання плодів	+50 -+100
Вода водопровідна	+220 – +380
Вода бутильована	+210 – +400
Оптимальне середовище для росту корисних бактерій (кишкова паличка, біфідобактерії)	+50 – -200
Молоко матері	-70

Висновок. На базі літературного огляду і порівняльного аналізу чинних нормативних документів автори пропонують нові гідробіологічні показники якості питної води, які дають змогу визначити градації категорій якості. **Пропонуються** ОВП від – 100 мВ до – –200 мВ – значення показника вищої якості питної води. В статті запропоновано прилади для визначення ОВП. Результати дослідження і запропонування методів і засобів забезпечення потрібного ОВП питної води будуть опубліковані авторами у наступних статтях.

1. Электрохимически активированная вода: аномальные свойства, механизм биологического действия / В.И. Прилуцкий, В.М. Бахир. – М: ВНИИИМТ, 1997. 2. Крешков А.П., Ярославцев А.А. Аналитический химический анализ, количественный анализ. – М.: Химия, 1982. – С. 244–276.

УДК 621.317.73

ДОСЛІДЖЕННЯ ОБ'ЄКТІВ КВАЛІМЕТРІЇ НЕЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИРОДИ ЯК ДВОПОЛЮСНИКІВ

© Євген Походило, Олена Антонюк, 2010

Національний університет "Львівська політехніка", кафедра метрології, стандартизації та сертифікації, вул. С. Бандери, 12, 79013, Львів, Україна

Запропоновано порядок досліджень об'єктів неелектричної природи, електрична схема яких невідома. Отримано залежності активної та реактивної складових адмітансу двополюсника від частоти тестового сигналу, яким подано об'єкт дослідження різних рівнів якості.

Предложен порядок проведения исследований объектов неэлектрической природы, электрическая схема которых неизвестна. Получены зависимости активной и реактивной составляющих адмитанса двухполюсников от частоты тестового сигналу, которым подано объект исследования различных уровней качества.

The stages of investigating non-electric object, whose electric scheme is unknown, are suggested. The graphs of dependence of active and reactive components of complex conductivity of the bipolar device on the frequency of test signal are given. The different quality levels of the object are investigated by the test signal.

Вступ. Перспективним напрямом об'єктивного оцінювання якості об'єктів кваліметрії неелектричної природи є розвиток методів та засобів оперативного контролю. Особливо це стосується плодоовочевої та молочно-м'ясної продукції, оскільки термін зберігання її обмежений, а обсяги споживання великі. Відповідно важливе значення має своєчасність та оперативність контролю об'єктів широкої номенклатури у різних умовах застосування. Саме тому такі засоби повинні бути простими в експлуатації, надійними та доступними масовому споживачеві.