

УДК 664.014.019; 372.853.53

Кух А.А., Кух А.М.

ВПЛИВ ДОМІШОК НА ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВОДИ

У статті розглянуто зміну властивостей води від наявних в ній домішок. Визначено впливи домішок на ряд фізичних параметрів води.

Ключові слова: фізичні властивості води, домішки, методи дослідження.

Однією з найбільш поширених речовин на Землі є вода. Вода – одна із найголовніших речовин, потрібних для органічного життя. Рослини та тварини містять понад 60 % води за масою. На Землі водою покрито 70,9% поверхні. Вона здійснює в природі постійний кругообіг, випаровуючись з поверхні й повертаючись на неї у вигляді опадів. Вода має велике значення для економіки: сільського господарства й промисловості. Питна вода становить тільки 2,5% від загальної кількості. Нестача води може стати однією з найважчих проблем людства в найближчі десятиліття.

Однак, науково-технічний прогрес демонструє, що зневага до природи не залишається без відповіді з її сторони. Тільки за ХХ століття, людство умудрилося настільки погіршити екологічний стан навколишнього середовища, що сьогодні правомірне питання про можливість виживання людства. Основними джерелами забруднення води є стічні води промислових підприємств, сільського господарства, комунального господарства; води шахт, нафтопромислів, копалень; відходи виробництв, при видобутку різних корисних копалини; скидання водного і залізничного транспорту. Забруднюючі речовини, потрапляючи в природні водоймища, приводять до якісних змін, які виявляються в зміні фізичних властивостей води.

Мета роботи: вивчити вплив різних домішок на фізичні властивості води та можливість постановки лабораторної роботи з дослідження властивостей води в курсі "Колоїдної хімії".

Фізичні властивості природних вод характеризуються наступними показниками: температура, прозорість, колір, смак, запах.

Температура, що визначає тепловий стан води, тобто кінетичну енергію її молекулярного руху. Температура води вимірюється водним термометром (ртутний з діленнями через 0,2°C від 30,0 до -0,5°C, мікротермометр ртутний з діленням через 0,01 від 1,2 до -0,8°C, електричний термометр опору, температурний сенсор з чутливістю 0,05°C).

Прозорість – це властивість води пропускати всередину світлові промені. Прозорість води залежить від наявності в ній домішок, розчинених речовин і т.д.

Для одержання кількісної характеристики водного об'єкту в гідрології застосовують балансовий метод. Балансовий метод – це загальний метод дослідження, в основі якого лежить кількісна оцінка, для певного водотоку або водоймища всіх елементів, що впливають на вимірювання водної маси (метод водного балансу), домішок, що містяться в ній (метод сольового балансу, балансу речовини), і притаманних їй властивостей (метод теплового балансу, балансу енергії) за вибраний проміжок часу.

Метод водного балансу – це використання закону збереження матерії в вигляді рівняння водного балансу для дослідження закономірностей, що існують між прибутком і витратою вологи за який-небудь період часу, певної ділянки території, річкового басейну, озера, водосховища, болота або іншого водного об'єкту.

Метод водного балансу засновується на наступному очевидному рівнянні: для будь-якого простору, що обмежується деякою довільною поверхнею, кількість води, яка ввійшла в середину цього об'єму, за відрахуванням кількості води, яка вийшла назовні, повинна дорівнювати відповідно збільшенню або зменшенню її кількості в середині даного об'єму.

Метод теплового балансу – це використання закону збереження енергії в вигляді рівняння теплового балансу для дослідження закономірностей, що існують між прибутком і витратами тепла за який-небудь період часу в межах певної ділянки території, річкового басейну, озера, водосховища, болота і т. д.

Метод теплового балансу дозволяє встановити закономірності розвитку низки важливих гідрологічних процесів, що виникають під впливом теплообміну між водним об'єктом і навколишнім середовищем.

Використання методу теплового балансу дозволяє розв'язувати наступні задачі:

- нагрівання й охолодження води в річках, озерах, болотах і т.д.
- розрахунки танення снігу, випару води, наростання льоду.

Кількісним виразом цього методу є рівняння теплового балансу.

Ламінарний рух – це форма руху води, що характеризується паралельнострумчатою структурою потоку. В умовах ламінарного руху обміну між сусідніми шарами рідини не відбувається. Швидкість течії у стінок, що обмежують потік, дорівнює нулю. Сила внутрішнього тертя (опору руху) і, отже, швидкість течії залежать від фізичної (молекулярної) в'язкості рідини. Опір руху пропорційно залежить від першої ступені швидкості. Чим вище в'язкість рідини, тим більше буде притаманний їй ламінарний рух. Ламінарний рух може зберігатися тільки до значення критичної швидкості течії. Критична швидкість течії встановлюється для конкретних потоків в залежності від критичного значення числа Рейнольдса.

Для визначення фізичних властивостей важливим є фаза – агрегатний стани води. Фази (гр. *fasiz* – поява, перехід, певний момент у зміні форми або стану якогось тіла) води.

1) Тверда – крига, лід. Лід – це загальна назва твердої фази води. За місцем походження розрізняють: лід атмосферний (сніг, іній, град); лід водний, що утворюється на поверхні води (сало, льодовий покрив) і в масі води на різній глибині (внутрішньоводний лід); ґрунтовий лід, що утворюється в промерзлих вологих ґрунтах; льодовиковий (глетчерний) лід, що утворюється в районах залягання льодовиків з мас дуже ущільненого й перекристалізованого снігу. Лід характеризується наступними показниками:

- пластичність, котра зростає з підвищенням температури;
- текучість, яку набуває при тривалому навантаженні і під дією власної ваги (наприклад, текучість льодовиків);
- пружність при миттєвих навантаженнях;
- твердість, що дуже підвищується з пониженням температури.

При зниженні температури об'єм льоду зменшується, а щільність його зростає. Теплоємність льоду 0,50 кал/(г·град). Коефіцієнт теплопровідності льоду 0,0054 кал/(см·с·град). Коефіцієнт об'ємного розширення льоду при коливаннях температури від 0 до -20°C складає 0,000165. Розширення об'єму води при замерзанні складає близько 9% об'єму її в рідкому стані при 0°C.

При збільшенні тиску точка замерзання води (і відповідно танення льоду) знижується. Питома теплота плавлення льоду дорівнює 80 кал/г. Теплота випаровування льоду залежить від температури і виражається формулою: $l = 687 - 0,708t$ кал/г. Густина льоду 931 кг/м³.

2) Рідка – вода. Вода – це хімічна сполука кисню з воднем; окис водню. Вода – безбарвна рідина, в товстому шарі – блакитнувата. При атмосферному тиску 760 мм рт. ст. вода переходить в тверду фазу (лід) при температурі 0°C. Вода кипить при температурі 100°C. При зменшенні тиску точка кипіння знижується: до 80°C при 335 мм рт. ст. і до 40°C при 55 мм рт. ст. Найбільшу щільність вода має при температурі 4°C. Показник заломлення води складає 1,334; швидкість звуку – 1437 м/с.

Вода в природі знаходиться в океанах, морях, річках і водоймах суходолу, в ґрунті й атмосфері. Вода робить безупинний кругообіг між гідросферою, ґрунтом і атмосферою. В атмосфері вода зустрічається у всіх трьох агрегатних станах – твердому, рідкому і газоподібному.

3) Газоподібна – водяна пара. Водяна пара постійно знаходиться в атмосферному повітрі. Водяна пара поступає в атмосферу шляхом випаровування з поверхні води і вологого ґрунту, а також шляхом транспірації рослинами. Водяна пара знаходиться в атмосфері при температурі, яка завжди значно нижче критичної (374,2), а часто й нижче температури плавлення води (0°C). При таких значеннях температури величина парціального тиску водяної пари, що необхідний для її конденсації та сублімації (декілька мілібарів), часто має місце в атмосфері. При відповідних умовах водяна пара сконденсується й утворюються хмари, тумани, наземні гідрометеори. Тому вміст її в повітрі перемінний. Біля поверхні землі вміст водяної пари в повітрі в середньому від 0,2% по об'єму в полярних широтах до 2,6% у екватора. З висотою він швидко падає, на висоті близько 1,5-2 км зменшується в два рази.

Тиск водяної пари в стані насиченості залежить від температури.

Питома теплоємність водяної пари при 100°C і 760 мм рт. ст. – 0,487 кал/г·град. Водяна пара інтенсивно поглинає сонячну радіацію в червоній та інфрачервоній частинах спектру, а також і довгохвильове випромінювання.

Щільність води і її зв'язок з температурою і солоністю, теплові властивості води, в'язкість, поверхневий натяг, акустичні властивості

Щільність – це відношення маси речовини до її об'єму. Щільність прісної води при 4°C і нормальному атмосферному тиску дорівнює 1 г/см³ (1000 кг/м³). Щільність снігу коливається в широких межах (0,1 – 0,5 г/см³). Щільність льоду складає близько 0,92 г/см³. Щільність морської води змінюється в межах від майже 1 для опрісненої води на поверхні і приблизно до 1,076 г/см³ для води на великій глибині. Щільність морської води залежить від трьох параметрів: температури, солоності і тиску.

Щільність морської води при зростанні тиску зменшується приблизно на $45 \cdot 10^{-4}$ г/см³ при зростанні глибини приблизно на кожні 1000 м.

При зростанні солоності щільність морської води зростає на $8 \cdot 10^{-4}$ г/см³ на 1000. Зміна щільності морської води зі зміною температури є складною функцією трьох перемінних. Наприклад, для морської води при нормальному атмосферному тиску і солоності 35 ‰/00 з підвищенням температури щільність морської води зменшується від $5 \cdot 10^{-5}$ г/см³ на 1°C при 0°C до $34 \cdot 10^{-5}$ г/см³ на 1°C при 30°C. В той час для прісної води це зменшення щільності дорівнює $7 \cdot 10^{-5}$ г/см³ на 1°C при 30°C, причому при 4°C прісна вода має максималну щільність.

При замерзанні об'єм зростає, завдяки чому плавлення льоду супроводжується не розширенням, а стисканням; при підвищенні тиску температура замерзання води не підвищується, знижується; плавлення льоду супроводжується аномально великим збільшенням питомої теплоємності (майже в два рази – з 0,49 до 1,009 кал/(г · град) при 0°C); дуже велика питома теплоємність, яка при 15°C приймається рівною 1 кал/(г · град).

Нагадаємо, що густина чистої води складає 1000 кг/м³. Густина води залежить від температури. Всім відомо, що при підвищенні температури речовини збільшують свій об'єм і знижують густину. Вода володіє такою самою властивістю, але в інтервалі від 0 до 4°C, де із зростанням температури об'єм не підвищується, а, навпаки, скорочується, дана властивість не виконується.

Вода, при замерзанні, раптово збільшується в об'ємі на 11%, так само раптово і зменшується при таненні. Це збільшення об'єму грає величезну роль, як в природі, так і в житті людей. При замерзанні води і її подальшому збільшенні об'єму, відбувається розширення, внаслідок чого виникає сильний тиск. Саме тому замерзаюча вода володіє руйнівною силою в замкнених порожнечах, тріщинах гір, трубопровідних системах тощо.

З появою домішок у складі води спостерігається зміна температур замерзання і кипіння. Температура кипіння розчинів підвищується, а температура замерзання знижується в порівнянні з температурами, що характеризують чисті розчинники.

Поверхневий натяг характеризує ступінь зчеплення молекул води. Цей параметр визначає ступінь засвоєності води організмом. Чим "рідша" вода, тим менше енергії потрібно організму для розриву молекулярних зв'язків і здійснення взаємодії. Вода повинна бути "рідкою", біологічно доступною, легкозасвоєною, тобто ступінь поверхневого натягнення між молекулами води не повинен бути дуже великим.

Капілярність води відіграє важливу роль в багатьох природних процесах, що відбуваються на Землі. Завдяки цьому вода змочує товщу ґрунту і доставляє корінню рослин розчини живильних речовин.

Унікальність будови води обумовлює універсальність її як розчинника. У природних водах можна знайти всю систему Менделєєва. Зрозуміло, фізичні властивості забрудненої води змінюються, що спричиняє багато різноманітних проблем.

Для визначення впливу різних домішок на фізичні властивості води були приготовані водні розчини домішок, що містять: нафта; оцтова кислота; поверхнево-активні речовини (пральний порошок); солі важких металів (свинець, мідь).

В основі експериментальної частини роботи з вивчення впливу домішок на температури замерзання різних розчинів лежить криоскопічний метод дослідження.

Для створення низьких температур в кристалізаторі використовувалася охолоджуюча суміш з подрібненого льоду, води і хлориду натрію, що дозволяє досягати пониження температури -15. У кристалізатор поміщалися пробірка з досліджуванним розчином. Для проведення експерименту використовувалася устаткування із цифрового датчика температури з чутливістю 0,2 град., що дозволяє спостерігати процеси охолодження і кристалізації, в режимі реального часу. Датчиками температури в безперервному режимі фіксувалася зміна температур в охолоджуючій суміші і розчині. У ході роботи визначалися температури замерзання водних розчинів домішок. Досліджувані розчини об'ємом 5 мл в пробірці поміщалися в калориметр з сумішшю льоду і солі.

На основі побудованих графіків видно, що температури замерзання розчинів домішок менші, ніж температура замерзання чистої води. У реальному процесі при пониженні температури процесу кристалізації завжди переважає переохолодження рідини, причому для розчинів при переохолодженні температура знижується більше, ніж для чистого розчинника.

Найбільша відмінність у процесі зміни температури замерзання спостерігається для розчину, що містить нафту як домішку. У розчинів, що містять солі важких металів і поверхнево-активних речовин, на графічних залежностях відсутня область переохолодження рідини.

Для визначення густини чистої води і води з домішками були зміряні їх маси і об'єми. Найбільший вплив на зміну щільності води роблять поверхнево-активні речовини (пральний порошок), найменше – метали (свинець, мідь).

Для визначення коефіцієнтів поверхневого натягнення цих розчинів був використаний метод відриву крапель. Усі домішки змінюють коефіцієнт поверхневого натягнення. Найбільший вплив на зміну поверхневого натягу води надають солі важких металів (свинець, мідь) – коефіцієнт поверхневого натягу збільшується в три рази.

Використані джерела

1. Вікіпедія. Вільна енциклопедія. Спектральний аналіз. Режим доступу : http://uk.wikipedia.org/wiki/Спектральний_аналіз.
2. Экоинструмент. Теория и практика измерения мутности. Режим доступа: http://www.ecoinstrument.com.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=73:service-td&catid=41:supplementinfo&Itemid=81.

3. Фридрисберг Д. А. Курс коллоидной химии / Д. А. Фридрисберг. – Л. : Химия, 1974. – 352 с.
4. Найденко В. І. Фізика та методи дослідження сировини і матеріалів : навч. посіб. / В. І. Найденко. – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2004. – 509 с.
5. ГОСТ 3351–74. Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности. – М. : Изд-во стандартов, 2003. – 7 с.
6. Світлана Шаповал, Роман Романенко, Нінель Форостяна, 2011 -Товари і ринки. – 2011. – №2. – С 20-37.

Kuh A.A., Kuh A.M.

INFLUENCE OF ADMIXTURES ON PHYSICAL PROPERTIES OF WATER

In the article the changes in properties of water from impurities present in it. The influence of impurities on the number of physical parameters of water.

Objective: To study the effect of different additives on the physical properties of water and the possible setting of the laboratory work on the study of the properties of water in the course "Colloid Chemistry". The physical properties of natural waters are characterized by the following parameters: temperature, transparency, color, taste, smell. The temperature, which determines the thermal state of water, ie kinetic energy of molecular motion. The water temperature is measured by water thermometers (mercury divisions of 0.2°C from 30.0 to -0.5°C, mikrotermometr mercury from dividing by 0.01 from 1.2 to -0.8°C, electrical resistance thermometer, temperature sensor with a sensitivity of 0.05°C). Transparency – this property of water to pass into the light rays. The transparency of water depends on the presence in it of impurities dissolved substances For quantitative characteristics of water body used in hydrology balance method. Equity method – a common method of research, which is based on a quantitative assessment for a watercourse or reservoir of all elements affecting water mass measurement method (water balance), impurities contained in it (the method of salt balance, balance of substances) and inherent properties (method of heat balance, energy balance) for the selected time period. The method of water balance – is to use the law of conservation of matter in the equation of water balance for the study of patterns that exist between income and expenditure moisture for any period of time, certain areas of the territory, the river basin, lakes, reservoirs, marshes or other water body .Water balance method based on the following obvious equation: for every space, which is limited to some arbitrary surface water that came in the middle of this volume, minus the amount of water that came out, shall be equal respectively increase or decrease its number in the middle of the volume. The method of thermal balance – is to use the law of conservation of energy in the form of heat balance equation for the study of patterns that exist between income and expenditures of heat for some time within certain areas of the territory, the river basin, lakes, reservoirs, swamps Heat balance method to set the laws of a number of important hydrological processes occurring under the influence of heat exchange between water bodies and the environment. Using thermal balance allows rozv'yazuvatyty following tasks: - Heating and cooling of water in rivers, lakes, swamps- Payments melting snow, water evaporation, increase ice. Quantify this method is the heat balance equation.

Key words: *physical properties of water impurities methods*

Стаття надійшла до редакції 02.06.2015