

# Оцінювання якості мінеральних вод з підвищеним вмістом органічних речовин

**О. Нікіпелова**, кандидат хімічних наук, керівник,  
**Х. Коєва**, молодший науковий співробітник,  
**Л. Солодова**, науковий співробітник, заступник керівника,  
**О. Коєва**, молодший науковий співробітник,  
 Український державний центр стандартизації і контролю якості природних і преформованих засобів, ДУ «Український НДІ медичної реабілітації та курортології МОЗ України», м. Одеса

## Оценка качества минеральных вод с повышенным содержанием органических веществ

Е. Никипелова, кандидат химических наук, руководитель,  
 К. Коева, младший научный сотрудник,  
 Л. Солодова, научный сотрудник, заместитель руководителя,  
 Е. Коева, младший научный сотрудник,  
 Украинский государственный центр стандартизации и контроля качества природных и преформированных средств, ГУ «Украинский НИИ медицинской реабилитации и курортологии МЗ Украины», г. Одесса

## Evaluation of Quality of Mineral Water with High Organic Matter Content

O. Nikipelova, Candidate of Chemical Sciences, Head,  
 K. Koieva, Junior Scientist,  
 L. Solodova, Research Worker, Deputy Head,  
 O. Koieva, Junior Scientist,  
 Ukrainian State Center of Standardization and Control of Quality of Natural and Preformed Resources, «Ukrainian Research Institute of Medical Rehabilitation and Balneology of Ministry of Health Ukraine» Public Institution, Odesa

*У статті наведено результати фізико-хімічного визначення макро- та мікрокомпонентного складу мінеральних вод (МВ) з підвищеним вмістом органічних речовин. Проведено моніторинг стабільності хімічного складу досліджуваних вод та зроблено висновки щодо перспективності їх вивчення.*



О. Нікіпелова



Х. Коєва



Л. Солодова



О. Коєва

**М**інеральні води — природні підземні води об'єктів (родовищ), що характеризуються певним та стабільним фізико-хімічним складом, вмістом біологічно активних компонентів та сполук відповідно до кондицій, установлених для кожного об'єкта (родовища), які використовуються без додаткового оброблення, що може вплинути на хімічний склад та мікробіологічні властивості [1].

Вивчення та стандартизація МВ вимагає обов'язкового контролю макрокомпонентного складу води, вмісту санітарно-хімічних показників, специфічних біологічно активних компонентів та сполук, газового складу та органолептичних показників. Поряд з розчиненими мінеральними солями в природній воді завжди присутні органічні речовини. Органічні речовини, утворені у водному об'єкті та ті, ►

що надходять до нього ззовні, відрізняються за своєю хімічною природою та властивостями і суттєво впливають на якість води та її придатність для тих чи інших потреб. Загальний органічний вуглець є найбільш надійним показником сумарного вмісту органічних речовин у природних водах, на нього припадає в середньому близько 50 % маси органічних речовин. Склад і вміст органічних речовин в природних водах залежить від умов їх формування та визначається сукупністю природних процесів [2]. МВ з підвищеним вмістом органічних речовин (понад 5 мг/дм<sup>3</sup>) з успіхом використовують у медичній практиці [3]. Тому визначення вмісту органічних речовин є обов'язковою складовою досліджень МВ.

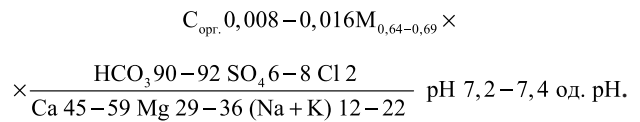
**Мета роботи** — визначити та дослідити хімічний склад МВ з підвищеним умістом органічних речовин; виконати моніторинг стабільності хімічного складу вод; на підставі фізико-хімічних досліджень зробити висновки щодо перспективності вивчення досліджуваних вод, провести статистичне оброблення отриманих даних.

**Об'єкти досліджень** — МВ свердловини №31 с. Кам'янка Городоцького району Хмельницької обл. та підземні води колодязя №1 Шклівського родовища Львівської обл.

Для визначення загального органічного вуглецю в природних водах обрано метод високотемпературного каталітичного окислення проби в присутності кисневмісного газу з подальшим визначенням загального (ТС) та неорганічного вуглецю (ІС) на аналізаторі загального органічного вуглецю ТОС-V CNS [4]. Визначення макро- і мікрокомпонентного складу, санітарно-хімічних, біологічно активних компонентів та сполук проведено за [5—14]. Достовірність отриманих результатів підтверджено статистичною обробкою експериментальних даних.

Узагальнена характеристика вод з підвищеним вмістом органічних речовин є такою: хімічний склад гідрокарбонатний, сульфатно-гідрокарбонатний кальцієвий, магнієво-кальцієвий, натрієво-кальцієвий; мінералізація — до 1 мг/дм<sup>3</sup>; газовий склад — азот і вуглекислота в різних співвідношеннях, а також сірководень, присутній у невеликій кількості; органічні речовини у перерахунку на органічний вуглець у кількості від 5 до 30 мг/дм<sup>3</sup>.

У результаті проведених досліджень було отримано такі результати: за органолептичними показниками вода свердловини №31 — прозора, безбарвна, прісна на смак, з слабким запахом сірководню (0,40 — 0,52 мг/дм<sup>3</sup>); для води характерна слабколужна реакція — 7,2—7,4 од. рН; температура води в межах 10,0—11,0 °С; вода належить до категорії холодних. Формула хімічного складу води:

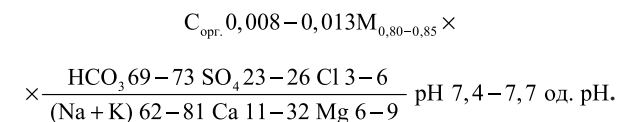


Щодо співвідношення основних катіонів та аніонів вода стабільно є гідрокарбонатною магнієво-кальцієвою слабкої мінералізації. За період досліджень родовища з 1992 року загальна мінералізація води коливалась у межах 0,64—0,69 г/дм<sup>3</sup>. При цьому вміст гідрокарбонат-іонів становив 463,6—490,50 мг/дм<sup>3</sup> (90—92 екв.%), іонів кальцію — 80,0—98,0 мг/дм<sup>3</sup> (45—59 екв.%), іонів магнію — 29,2—39,0 мг/дм<sup>3</sup> (29—36 екв.%), іонів натрію і калію — 22,0—45,3 мг/дм<sup>3</sup> (12—22 екв.%) (табл. 1).

У мінеральному складі води містяться різні компоненти та сполуки. У концентраціях менш 0,01 мг/дм<sup>3</sup> визначено кадмій, мідь, хром, у більшості аналізів — цинк, хром тощо (табл. 3). У воді наявні: йод — 0,21—0,76 мг/дм<sup>3</sup>, бром — 0,59—2,90 мг/дм<sup>3</sup>, фтор — 2,40—3,90 мг/дм<sup>3</sup>, залізо двовалентне — 0,60—1,30 мг/дм<sup>3</sup>, стронцій — 1,10—4,41 мг/дм<sup>3</sup>, метакремнієва кислота — 12,20—29,20 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 2).

За результатами досліджень у 2011 році вміст органічних речовин у воді свердловини № 31 коливається у межах 8,0—9,7 мг/дм<sup>3</sup>. За багаторічний період досліджень родовища, починаючи з 1992 року, вміст органічних речовин — 8,0—15,7 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 1). Санітарно-хімічний стан води задовільний: уміст нітрит-іонів менший за 0,008 мг/дм<sup>3</sup>, нітрат-іонів — менший за 0,34 мг/дм<sup>3</sup>, іонів амонію — 2,1—2,8 мг/дм<sup>3</sup>.

Стосовно води з колодязя № 1 санаторію «Шкло» отримано такі результати: МВ прозора, з запахом сірководня, безбарвна, прісна на смак; для води характерна слабколужна реакція рН — 7,4—7,5 од. рН. За температурою вода холодна — 0,0 °С. Склад води за період досліджень (1994 — 2010 роки) стабільний і відповідає формулі:



За своїм хімічним складом МВ колодязя № 1 Шклівського родовища характеризуються як сульфатно-гідрокарбонатні натрієві, кальцієво-натрієві слабкої мінералізації з підвищеним умістом органічних речовин, слабколужні, холодні. За загальної мінералізації у межах 0,80—0,85 г/дм<sup>3</sup> вміст гідрокарбонат-іонів становив 433,10—475,80 мг/дм<sup>3</sup>, сульфат-іонів — 116,40—136,20 мг/дм<sup>3</sup>, хлорид-іонів — 10,60—21,30 мг/дм<sup>3</sup>, іонів натрію і калію — 147,10—199,30 мг/дм<sup>3</sup>, іонів кальцію — 24,00—66,00 мг/дм<sup>3</sup>, іонів магнію — 7,30—12,20 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 1).

Таблиця 1. Макрокомпонентний склад мінеральних вод свердловини № 31 і колодязя № 1

№ свр / кол.	Дата відбору	Компоненти, мг/дм <sup>3</sup>							Загальна мінералізація, г/дм <sup>3</sup>	Формула хімічного складу води	рН, од. рН	С орг. вал., мг/дм <sup>3</sup>
		Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>				
31	08.06.1992	28,5	80,0	36,5	7,1	25,9	—	490,5	0,64	$\frac{HCO_3}{91} \frac{SO_4}{7} \frac{Cl}{2}$ Ca 49 Mg 36 (Na+K) 15	—	9,0
31	21.08.1992	45,3	80,0	35,3	7,1	31,7	—	488,0	0,69	$\frac{HCO_3}{90} \frac{SO_4}{8} \frac{Cl}{2}$ Ca 45 Mg 33 (Na+K) 22	7,4	8,2
31	15.01.1993	22,0	88,0	39,0	6,5	28,0	—	464,0	0,67	$\frac{HCO_3}{91} \frac{SO_4}{7} \frac{Cl}{2}$ Ca 48 Mg 36 (Na+K) 16	—	—
31	17.05.2011	22,3	98,0	29,2	7,1	22,6	—	463,6	0,64	$\frac{HCO_3}{92} \frac{SO_4}{6} \frac{Cl}{2}$ Ca 59 Mg 29 (Na+K) 12	7,2	8,2 — 9,7
31	09.10.2011	33,6	88,0	23,8	5,3	24,3	—	481,9	0,67	$\frac{HCO_3}{92} \frac{SO_4}{6} \frac{Cl}{2}$ Ca 51 Mg 32 (Na+K) 17	7,4	8,0
1	19.09.1994	184,8	38,0	12,2	14,2	136,2	—	463,5	0,85	$\frac{HCO_3}{70} \frac{SO_4}{26} \frac{Cl}{4}$ (Na+K) 73Ca 17 Mg 9	—	10,4
1	08.06.1994	184,4	29,0	7,9	10,6	116,4	—	451,4	0,80	$\frac{HCO_3}{73} \frac{SO_4}{24} \frac{Cl}{3}$ (Na+K) 79Ca 14 Mg 6	—	10,2
1	27.04.2007	147,1	66,0	7,3	21,3	124,7	—	433,1	0,80	$\frac{HCO_3}{69} \frac{SO_4}{25} \frac{Cl}{6}$ (Na+K) 62Ca 32 Mg 6	7,4	13,4
1	15.06.2010	199,3	24,0	9,7	14,2	118,5	—	475,8	0,84	$\frac{HCO_3}{73} \frac{SO_4}{23} \frac{Cl}{6}$ (Na+K) 81Ca 11 Mg 8	7,7	8,4

Таблиця 2. Біологічно активні компоненти та сполуки у водах свердловини № 31 і колодязя № 1, мг/дм<sup>3</sup>

Біологічно активні компоненти та сполуки	Вміст		Норматив за [3], не менше
	свердловина №31	колодязь №1	
Залізо загальне	0,1	0,1	10,0
Бром	< 0,080	< 0,080	25,0
Йод	< 0,127	< 0,127	5,0
Розчинений (вільний) діоксид вуглецю (CO <sub>2</sub> )	—	19,43	500,0
Сульфіді (H <sub>2</sub> S + HS <sup>-</sup> )	—	1,18	10,0
Миш'як	< 0,0054	0,0144	1,5
Ортоборна кислота	< 0,8	< 0,8	35,0
Метакремнієва кислота	18,33—26,92	30,77	50,0
Органічні речовини (в перерахунку на вуглець органічний)	8,0-9,7	8,4 — 13,4	8,0

Мікрокомпонентний склад МВ різний. У концентраціях менш 0,01 мг/дм<sup>3</sup> наявні мідь, цинк, кадмій, свинець тощо (табл. 3). Стронцій присутній у воді у кількості 1,15 мг/дм<sup>3</sup>, фтор — 0,61 мг/дм<sup>3</sup>, залізо загальне — 0,1 мг/дм<sup>3</sup>, метакремнієва кислота — 30,77 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 2—3).

За період спостереження (1994—2010 роках) вміст органічних речовин у воді колодязя № 1 коли-

вається у межах 8,4—13,4 мг/дм<sup>3</sup>. Санітарно-хімічний стан води задовільний: уміст нітрат-іонів становить менше за 0,34 мг/дм<sup>3</sup>, нітрит-іонів — менше за 0,008 мг/дм<sup>3</sup>, іонів амонію — 5,88 мг/дм<sup>3</sup>.

Загальними для обох досліджуваних МВ є такі результати. Щодо радіоактивних компонентів в обох родовищах досліджуваних МВ — уран менший за 2,03 10<sup>-3</sup> мг/дм<sup>3</sup>, радій — менший за 1,1 10<sup>-9</sup> мг/дм<sup>3</sup>. ▶

Таблиця 3. Нормовані компоненти та сполуки у водах свердловини № 31 і колодязя № 1, мг/дм<sup>3</sup>

Компоненти та сполуки	Вміст		ГДК за [3], не більше
	свр. № 31	кол. № 1	
Стронцій	1,94 — 4,11	1,15	25,0
Хром	0,0007 — 0,0017	0,0007	0,5
Цинк	0,0007 — 0,0033	0,0007 — 0,0025	5,0
Свинець	0,0007 — 0,0015	0,0007	0,1
Ртуть	< 0,001	<0,001	0,02
Селен	< 0,0001	< 0,0001	0,05
Ванадій	0,0014 — 0,1890	0,0212	0,4
Мідь	0,0002 — 0,0021	0,0006	1,0
Кадмій	0,00015 — 0,00036	0,00005	0,01
Нітрати	< 0,34	< 0,34	50,0
Нітриди	< 0,008	< 0,008	2,0
Фтор	0,42 — 1,35	0,61	10,0
Феноли	< 0,0005	< 0,0005	0,01
Уран	< 2,03 · 10 <sup>-3</sup>	< 2,03 · 10 <sup>-3</sup>	1,8
Радій	< 1,1 · 10 <sup>-9</sup>	< 1,1 · 10 <sup>-9</sup>	5,0 · 10 <sup>-7</sup>

Вміст біологічно активних компонентів та сполук (йод, бром, ортоборна кислота, метакремнієва кислота, миш'як, залізо) не досягає значень, які прийнято в бальнеології для класифікування води як групи біологічно активних за відповідним компонентом (табл. 2). Вміст нормованих компонентів та сполук у досліджуваних водах (табл. 3) не перевищує гранично допустимих концентрацій, регламентованих ГСТУ 42.10-02-96 «Води мінеральні лікувальні. Технічні умови» [3].

Проведені фізико-хімічні дослідження виявили такі закономірності. МВ родовищ мають досить стабільний хімічний склад, що підтверджено хімічними аналізами, які виконано за тривалий період досліджень, загальна мінералізація у водах не перевищує 1,0 г/дм<sup>3</sup>, що дозволяє класифікувати води цих родовищ як слабкомінералізовані, МВ характеризуються підвищеним вмістом органічних речовин, що надають досліджуваним джерелам лікувальних властивостей (табл. 1—3). Перелічені фактори є загальними для обох джерел. За макрокомпонентним складом МВ належать до різних типів. Так, присутність у воді колодязя № 1 значної кількості сульфат-іонів (118—136 мг/дм<sup>3</sup>) дозволяє характеризувати її за аніонним складом як сульфатно-гідрокарбонатну на відміну від гідрокарбонатної води № 31 с. Кам'янка. За вмістом катіонів МВ також розрізняються. Так, вода свердловини №31 є магнієво-кальцієвою, тоді як вода колодязя № 1 — натрієвою.

Отримані результати дають можливість рекомендувати ці МВ для подальших доклінічних досліджень.

## ВИСНОВКИ

Проведено моніторинг хімічного складу МВ з підвищеним вмістом органічних речовин свердловини № 31 с. Кам'янка Городоцького району та підземних вод колодязя № 1 Шклівського родовища Хмельницької та Львівської областей відповідно.

Отримані дані свідчать, що досліджені МВ мають таку характеристику: МВ свердловини № 31 є гідрокарбонатною магнієво-кальцієвою слабкої мінералізації, води колодязя № 1 характеризуються як сульфатно-гідрокарбонатні натрієві, кальцієво-натрієві слабкої мінералізації. Обидва джерела мають підвищений вміст органічних речовин. Вміст органічних речовин (в розрахунку на вуглець) у водах свердловини № 31 складає 8,0 — 9,7 мг/дм<sup>3</sup>, колодязя № 1 — 10,2 — 12,4 мг/дм<sup>3</sup>, що дозволяє віднести їх до лікувальних вод. За санітарно-хімічними показниками, вмістом нормованих компонентів та сполук води свердловини № 31 та колодязя № 1 відповідають вимогам ГСТУ 42.10-02-96. За результатами моніторингу, склад вод стабільний, що підтверджується хімічними аналізами, які виконано за тривалий період досліджень.

На сьогодні в Україні МВ виключено з переліку продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації. Разом з тим, значна кількість сумлінних виробників фасованих МВ, піклуючись про якість та безпечність своєї продукції, проводять її добровільну сертифікацію. Зрозуміло, наскільки важливим у сучасних умовах є постійний моніторинг якості і безпечності МВ відповідно до вимог чинних нормативних

документів. Удосконалення і розвиток існуючої системи стандартизації в галузі використання цих унікальних природних гідромінеральних ресурсів, гар-

монізація її з чинним європейським та міжнародним законодавством є необхідною умовою раціонального використання МВ України.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 02.06.2003 № 243 «Про затвердження порядку здійснення медико-біологічної оцінки якості та цінності природних лікувальних ресурсів, визначення методів їх використання».
2. Методы и направления исследований органических веществ подземных вод // Труды ВСЕГИНГЕО. — 1975. — Вып. 96.
3. Води мінеральні лікувальні. Технічні умови. МОЗ України: ГСТУ 42.10-02-96. [Чинний від 1996-06-24] — К.: Міністерство охорони здоров'я України, 1996. — 30 с. — (Галузевий стандарт України).
4. Досліджування води. ДСТУ EN 1484:2003. Настанови щодо визначення загального і розчиненого органічного вуглецю. — К.: Держспоживстандарт, 2004. — 10 с. — (Національний стандарт України).
5. Нікіпелова О. М. Посібник з методів контролю природних мінеральних вод, штучно-мінералізованих вод та напоїв на їх основі. Ч. 1. Фізико-хімічні дослідження / МОЗ України, УкрНДІМРтаК / О.М. Нікіпелова, Т.Г. Філіпенко, Л.Б. Солодова. — Одеса: Спеціалізоване вид-во «ЮНЕСКО-СОЦІО», 2002. — 96 с.
6. Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Методы определения органолептических показателей и объема воды в бутылках: ГОСТ 23268.1-91 — [Чинний від 1992-07-01]. — М.: ИПК Изд-во стандартов, 1999. — 4 с. — (Міждержавний стандарт).
7. Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые. Методы анализа: ГОСТ 23268.2-91 — ГОСТ 23268.18 — 78. — [Чинні від 1980-01-01]. — М.: ИПК Изд-во стандартов, 1978. — 94 с. — (Міждержавні стандарти).
8. Установки дистилляционные опреснительные стационарные. Методы химического анализа соленых вод. ГОСТ 26449.1-85 — [Чинний від 1987-01-01]. — М.: ИПК Изд-во стандартов, 1985. — С. 41 — 46. — (Міждержавний стандарт).
9. Методические указания. Атомно-абсорбционное определение металлов (Al, Ag, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, V, Zn) в поверхностных водах суши с прямой электротермической атомизацией проб: РД 52.24.377-95. — [Чинний від 1995-04-17]. — М.: Гидрохимический институт, 1995. — 30 с. — (Керівний документ).
10. Методика выполнения измерений содержания кадмия, свинца, меди в природных и очищенных сточных водах методом инверсионной вольтамперометрии: МВВ 081/12-4631-00. — [Чинна від 1998-01-12]. — Санкт-Петербург: НВФ «ЛЮМЭКС», 1998. — 12 с. — (Методика виконання вимірювань).
11. Методика выполнения измерений содержания цинка в природной, питьевой и очищенной сточной воде методом инверсионной вольтамперометрии: МВВ 081/12-0139-04. — [Чинна від 1998-01-12]. — Санкт-Петербург: НВФ «ЛЮМЭКС», 1999. — 24 с. — (Методика виконання вимірювань).
12. Методика выполнения измерения концентрации фенолов общих и летучих в пробах питьевых, природных и сточных вод на анализаторе жидкости «Флюорат-02»: МВВ 104-12-98. — [Чинна від 1998-01-13]. — Санкт-Петербург: НВФ «ЛЮМЭКС», 1997. — 13 с. — (Методика виконання вимірювань).
14. Методика выполнения измерения концентрации урана в пробах воды на анализаторе жидкости «Флюорат-02»: МВВ 96-12-98. — [Чинна від 1998-01-12]. — Санкт-Петербург: НВФ «ЛЮМЭКС», 1998. — 13 с. — (Методика виконання вимірювань).
15. Стентон Гланц Медико-биологическая статистика. — М.: Практика, 1999. — 459 с. ■

#### ІНФОРМАЦІЯ ДЛЯ ФАХІВЦІВ

Відокремлений структурний підрозділ «Інститут підвищення кваліфікації фахівців в галузі технічного регулювання та споживчої політики» (м. Київ, вул. Ломоносова, 18) Одеської державної академії технічного регулювання та якості (IV рівень акредитації, сертифікат акредитації Монмолодьспорту України серія НД-IV № 1645969) проводить підвищення кваліфікації фахівців з питань метрології, стандартизації та оцінки відповідності. Навчальні програми Інституту погоджено з Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України, Міністерством економічного розвитку та торгівлі України і сертифіковано в органі з сертифікації ДП «Укрметртестстандарт». Практичні заняття з підготовки метрологів проводяться на сучасній базі ДП «Укрметртестстандарт». Детальнішу інформацію можна отримати на веб-сторінці [www.ipkmetr.org.ua](http://www.ipkmetr.org.ua).

**Телефон для довідок:** (044) 592-29-16, **факс:** (044) 258-05-20,

**E-mail:** [secretar\\_ipk@ukr.net](mailto:secretar_ipk@ukr.net)