

УДК 550.45+550.42(477-25)

І.В. КУРАЄВА, А.І. САМЧУК, К.С. ЗЛОБИНА, О.П. КРАСЮК, В.О. СТАДНИК, Т.В. ОГАР

## СУЧАСНИЙ ЕКОЛОГО-ГІДРОГЕОХІМІЧНИЙ СТАН ПИТНИХ ПІДЗЕМНИХ ВОД МІСТА КИЇВ

*Представлені дані щодо хімічного складу вод сеноманського та юрського водоносних горизонтів, які використовуються для бюветного водопостачання м. Київ. Визначено мікроелементний склад підземних вод Київського мегаполіса, дослідження яких має значення для вивчення впливу питної води на здоров'я населення.*

### ВСТУП

Актуальні проблеми екологічної геохімії охоплюють не тільки вивчення закономірностей розповсюдження і формування прісних підземних вод, а і проблеми їх природного і техногенного забруднення. На сьогодні в сучасній гідрогеохімії особлива увага приділяється особливостям форм міграції хімічних елементів. Для вирішення екологічних проблем, пов'язаних з питним водопостачанням великих промислових агломерацій, важливими є не тільки встановлення вмісту мікроелементів у підземних водах, але і форм їх міграції, які мають велике значення для з'ясування біологічної ролі цих мікроелементів. У багатьох мегаполісах світу розробляється стратегія використання підземних вод для питного водопостачання, як таких, що мають більш високу якість і захищеність, навіть у порівнянні з очищеними поверхневими водами [1]. Підземні води м. Київ використовуються у системі водопостачання і безпосередньо у бюветних комплексах, а отже питання якості і стану артезіанських вод за такої широкої експлуатації постає особливо актуально.

Аналіз багаторічних спостережень за зміною гідродинамічного і гідрохімічного режиму в межах території, що вивчається [2], показав зростання інтенсивності й глибини водообміну внаслідок техногенної діяльності. У межах центральної частини депресивної воронки експлуатованих водоносних горизонтів сформувався техногенний гідрохімічний режим. Він характеризується підвищеною територіальною мінливістю макрокомпонентного хімічного складу експлуатованих підземних вод; підвищеною часовою мінливістю хімічного складу експлуатованих підземних вод порівняно з не експлуатованими аналогами.

Останнім часом у зв'язку з широким розвитком системи безпосереднього водопостачання підземних вод киянам шляхом розширення мережі бюветів столиці, а також вдосконаленням хіміко-аналітичної бази значно підвищується інтерес до вмісту мікроелементів у маломінералізованих питних водах [3]. Зараз у прісних підземних водах на сучасному аналітичному обладнанні кількісно визначається близько 80 елементів, при цьому рівні їх концентрацій можуть змінюватися у межах від десятків міліграмів до сотих частин мікрограма на літр.

Необхідно відмітити, що на сьогоднішній день практично не вивчена роль багатьох рідкісних елементів, недостатньо даних щодо їх вмісту у підземних водах.

**Мета дослідження** - встановити закономірності розподілу хімічних елементів у підземних водах

м. Київ, які використовуються у бюветних комплексах, і оцінити їх еколого-геохімічний стан за сучасними аналітичними даними.

**Об'єкти і методи дослідження.** Вивчено проби бюветних вод, відібрані в Соломянському і Святошинському районах міста протягом 2005-2007 рр. з сеноманського і юрського водоносних горизонтів. Хімічний аналіз води на вміст макрокомпонентів проведено за стандартними уніфікованими методиками [4]. Мікроелементи визначено за допомогою методу атомної абсорбції на приладі КАС-115, а також методу ICP-MS на приладі Element-2.

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Водоносний горизонт келовей-оксфордських, нижньокрейдяних і сеноманських відкладів ( $J_3k-0 + K_1 + K_2b$ ) відсутній лише у місцях переходу покрівлі верхньоярської товщі у водотриви потужністю до 10 м і більше [5, 6]. У покрівлі горизонту залягають відносно водотривкі мергель-крейдові відклади верхньокрейдяного віку, в підшві - водотривкі глини і алеврити середньо- та верхньоярського віку. Верхня частина водовмісних відкладів представлена сеноманськими відкладами і утвореннями нижньокрейдяного віку, представленими вапнистими пісками дрібно- і тонкозернистими, донизу середньо- і крупнозернистими, місцями гравійними. Потужність водовмісних порід верхньої товщі - від 4 до 18 м, нижню частину водовмісних порід складає келовейськими і оксфордськими відкладами. Глибина залягання цих напірних вод змінюється від 53,0 до 148,0 м.

Водоносний горизонт байоських відкладів ( $J_2b$ ) відсутній лише у західній, південно-західній і північній частинах території, а також ділянками у межах центральної частини, в місцях розвитку ерозійно-тектонічних останців, складених континентальними алювіальними утвореннями, для яких характерне ритмічне чергування піщаних і глинистих відкладів. Глибина залягання покрівлі водоносного горизонту від 170 на заході до 315 м на сході території.

За хімічним складом води сеноманського водоносного горизонту гідрокарбонатні кальцієві і гідрокарбонатні кальцієво-натрієві. Води юрського водоносного горизонту - гідрокарбонатні кальцій-магнієві. Вони належать до слабо мінералізованих (0,2-0,4 мг/л), рН - 7,39-7,62 вміст макро- і мікроелементів не перевищує фонових значень і гранично допустимих концентрацій. Середня мінералізація проб бюветних вод у порівнянні з гранично допустимою мінералізацією для стандарту води питної якості представлена на рис. 1, зміна показника рН - на рис. 2.

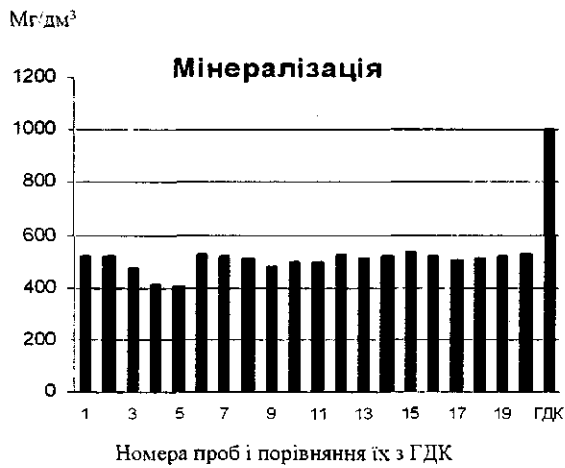


Рис. 1. Середня мінералізація проб бюветних вод

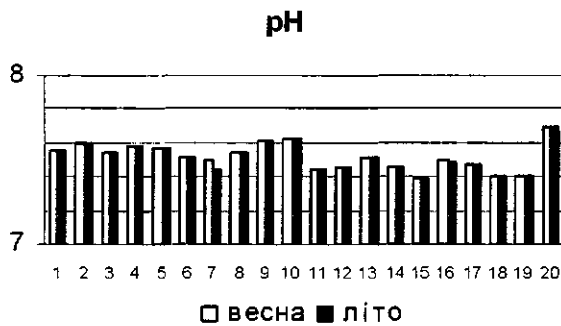


Рис. 2. Показник рН



Рис. 3. Середній вміст заліза у пробах бюветів Святошинського і Солом'янського районів

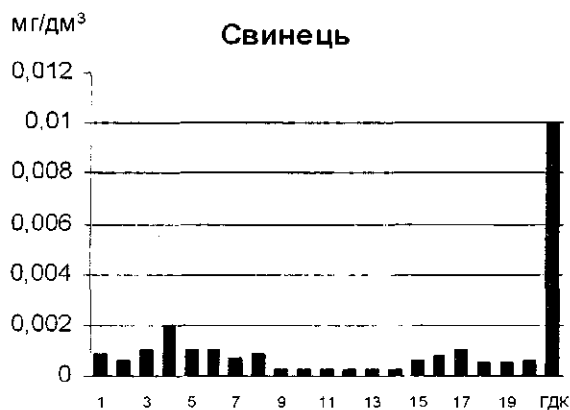


Рис. 4. Середній вміст свинцю у пробах бюветів Святошинського і Солом'янського районів

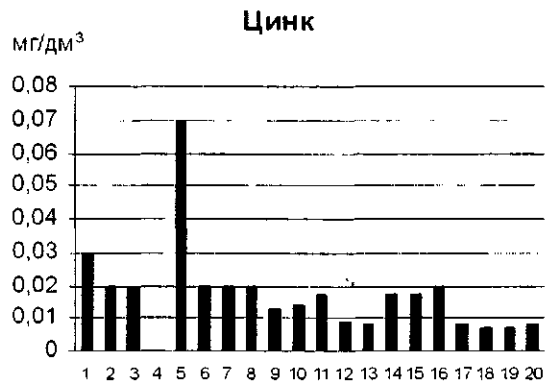


Рис. 5. Середній вміст цинку у пробах бюветів Святошинського і Солом'янського районів

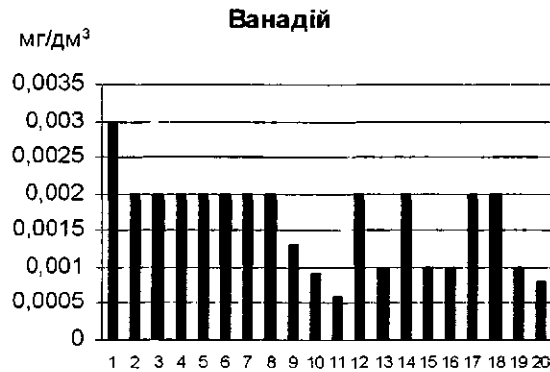
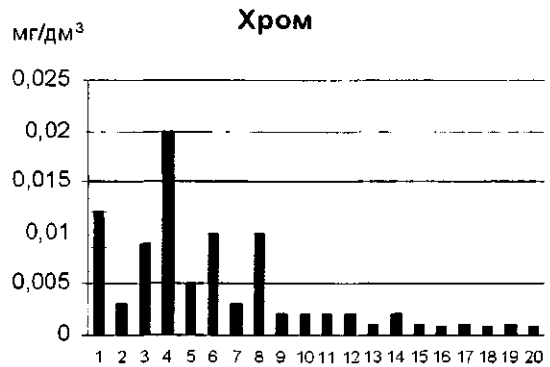


Рис. 6. Середній вміст ванадію у пробах бюветів Святошинського і Солом'янського районів



Вміст елемента у бюветах Святошинського і Солом'янського районів

Рис. 6. Середній вміст хрому у пробах бюветів Святошинського і Солом'янського районів

На рис. 3-7 представлені діаграми вмісту деяких хімічних елементів у питних підземних водах, які використовуються для бюветного водопостачання Солом'янського та Святошинського адміністративних районів. На рис. 3, 4 представлено вміст заліза і свинцю у порівнянні з гранично допустимими концентраціями (ГДК). В деяких пробах вміст заліза дещо перевищував ГДК, але це пов'язано, передусім, із станом технічного обладнання свердловин. На рис. 5-7 представлено середній вміст цинку, ванадію і хрому.

Необхідно зауважити, що розвинена система підземної інфраструктури міста, а також самих інженерних споруд бюветів, підвищує ймовірність проникнення шкідливих речовин техногенного походження - важких металів, нафтопродуктів - у водоносні горизонти. Це означає, що для своєчасного і на-

дійного визначення тенденцій забруднення підземних вод різноманітними поллютантами необхідно використовувати сучасні методи аналітичного контролю.

Вперше було визначено середній вміст деяких мікроелементів атомно-адсорбційним методом з індуктивно пов'язаною плазмою. Середній вміст арсену становив 0,009 мг/дм<sup>3</sup>, кадмію - 0,0001, берилію - 0,00002 мг/дм<sup>3</sup>.

За результатами термодинамічного аналізу [7] розраховані форми знаходження деяких хімічних елементів у досліджуваних водах і встановлено, що молібден мігрує лише у шестивалентній формі у всіх водоносних горизонтах -  $\text{MoO}_4^{2-}$ . Вісмут належить до малорухомих водних мігрантів і переважно мігрує в одній формі -  $\text{HbVO}_2^0$ . Основними формами міграції хрому є оксиди -  $\text{CrO}^+$  (II) та  $\text{CrO}_4^{2-}$  (IV).

Для вод сеноманського водоносного горизонту і змішаних характерною є міграція нікелю у вигляді вільних іонів  $\text{Ni}^{2+}$ , а для юрського водоносного горизонту -  $\text{Ni}(\text{HS}_2)^0$ . Свинець мігрує переважно в двох формах -  $\text{Pb}(\text{HS}_2)^0$  та  $\text{Pb}(\text{CO}_3)^0$ . У досліджуваних водах ванадій мігрує переважно у двох формах -  $\text{VO}^+$  і  $\text{H}_2\text{VO}_4^-$ . Переважні форми міграції цинку -  $\text{Zn}(\text{HS})^+$ ,  $\text{Zn}(\text{HCO}_3)^+$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ , що є характерним для нейтральних вод (рН 6,9-7,6) гідрокарбонатного складу.

У юрському водоносному горизонті срібло мігрує лише у формі -  $\text{Ag}(\text{HS})^0$ , у сеноманському - переважно у вигляді вільного іону  $\text{Ag}^{2+}$ . Переважні форми міграції міді -  $\text{Cu}(\text{HS})_2^0$ ,  $\text{Cu}(\text{CO}_3)^0$ .

## ВИСНОВКИ

В ході досліджень встановлений середній вміст мікроелементів у підземних водах м. Київ, які використовуються для б'юветного водопостачання, та наведено їх еколого-геохімічну оцінку. Вміст хімічних елементів не перевищує встановлених гранично допустимих значень.

Підсумовуючи результати проведених досліджень, необхідно констатувати, що на сьогодні практично відсутні наукові об'єктивні дані щодо еколого-геохімічного стану підземних вод Київського мегаполіса. Представлена робота є лише першим кроком в систематичному дослідженні гідрогеохімії природних вод міста.

Надалі планується виконати серію хіміко-аналітичних досліджень за рахунок Грант Президента України для обдарованої молоді, який отримали Злобіна К.С. та Огар Т.В. на впровадження проекту "Еколого-геохімічна оцінка якості підземних вод, що використовуються для б'юветного водопостачання міста Київ".

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Elvira Hernandez-Garcia M., Custodio E.* Natural baseline quality of Madrid Tertiary Detrital Aquifer groundwater (Spain): a basis for aquifer management // *Environmental geology*. - 2004. - 46. - P. 173-188.
2. *Шестопалов В.М., Руденко Ю.Ф., Гудзенко В.В., Макаренко А.Н.* Водообмен в гидрогеологической структуре Киевской городской агломерации и миграции радионуклидов // *Водообмен в гидрогеологических структурах и Чернобыльская катастрофа*. Ч. 1. - Киев: Ин-т геол. наук НАН Украины, 2000. - С. 126-160.
3. Бювети Києва. Якість артезіанської води / За ред. *В.В. Гончарука*. - К., 2003.
4. *Жовинский Э.Я., Кураева И.В., Горев Л.Н., Курничный В.В.* Определение миграционных форм микроэлементов в почвенных растворах методом математического моделирования // *Минерал. журн.* - 1995. - 17, № 6. - С. 62-67.
5. *Бабинец А.Е.* Формирование подземных вод юго-западной части Русской платформы. - Киев, 1961.
6. *Маков К.И.* Подземные воды УССР. - Киев: Изд-во АН УССР, 1947. - 325 с.
7. *Кураева И.В., Самчук А.И., Злобіна К.С. та ін.* Еколого-гідрогеохімічні дослідження природних вод Київського мегаполісу. - К.: Наук. думка, 2008. - 108 с.

## РЕЗЮМЕ

Представлены данные о химическом составе вод сеноманского и юрского водоносных горизонтов, которые используются для б'юветного водообеспечения г. Киев. Определен микроэлементный состав подземных вод Киевского мегаполиса, исследование которых имеет значение для изучения влияния питьевой воды на здоровье населения.

## SUMMARY

Analytical data of chemical composition of the Cenoman and Jurassic aquifer which are used for the water supply in the Kyiv is presented here. Composition of the microelements in the underground water of megapolis Kyiv was distinguished. Research of such water is important for the study of influence drinking of water for the health of population.

*Институт геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України, м. Київ  
e-mail: zlobina-ekaterina@yandex.ru*