

УДК 556.334(477-25)

І.В. Кураєва, В.О. Стадник, А.І. Самчук,
К.С. Злобіна, В.І. Манічев, О.С. Єгоров**ЕКОЛОГО-ГЕОХІМІЧНА ОЦІНКА ПРИРОДНИХ ВОД
КИЇВСЬКОЇ МІСЬКОЇ АГЛОМЕРАЦІЇ**

Представлено результати гідрогеохімічного дослідження поверхневих вод Київського мегаполіса. Зроблено еколого-геохімічну оцінку стану природних вод і визначено особливості міграції в них токсичних елементів.

Вступ. Важливий напрямок розвитку сучасної гідрогеохімії — еколого-гідрогеохімічний, має особливе значення за умов інтенсивного природокористування. Погіршення екологічного стану природних вод у ХХІ ст. продовжується швидкими темпами, набуваючи глобального характеру.

Вода — особливо цінний природний ресурс. Шкоду здоров'ю населення від споживання недоброякісної питної води можна співставити зі втратами від стихійних лих. Забезпечення населення питною водою високої якості є вирішальним для функціонування мегаполіса, як, наприклад, м. Київ.

Гідрогеохімічні дослідження дозволяють вирішити актуальні практичні задачі, пов'язані з екологічною оцінкою стану природних вод урбанізованих територій. Цій проблемі присвячено багато робіт, в яких автори за даними проведених гідрогеохімічних досліджень детально аналізують стан природних вод (С.Р. Крайнов, 1987, 2004; А.М. Овчинніков, 1970; А.Є. Питьєва, 1978; А.І. Перельман, 1999). Такі дослідження проводяться і в Україні (О.Ю. Митропольський, В.О. Ємельянов, 2004; Г.М. Бондаренко, 2004; Е.Я. Жовинський, І.В. Кураєва, 1987, 1991; І.В. Кураєва, А.І. Самчук, 2008; В.І. Осадчий, 2008).

Мета дослідження — визначення особливостей розподілу хімічних елементів у природних водах Київського мегаполіса залежно від гео-

морфологічних умов і впливу на них антропогенних факторів.

Об'єкт дослідження — відкриті водойми різних районів Києва та його околиць (озера, ставки, водотоки, р. Дніпро та її притоки), представлені на рис. 1.

Методи дослідження — фізико-хімічні та хімічні: полум'яно-фотометричний, атомно-абсорбційний, емісійний спектральний, спектрофотометричний, електрохімічний, трилонометричний [10, 11].

Хімічний склад поверхневих вод формується відповідно до ландшафтно-геохімічних умов. Приток водних мас відбувається за рахунок атмосферних опадів і підземних джерел. У мегаполісах хімічний склад природних вод змінюється під впливом водних стоків підприємств та діяльності населення.

Територія Києва знаходиться на стику трьох орографічних областей — Придніпровської височини (центральна, південна та південно-західна частини міста), Поліської моренно-зандрової рівнини (північна та північно-західна частини) та Придніпровської лівобережної низовини (східна та південно-східна частини) і розсічена Дніпром та його численними притоками, що обумовлює характер рельєфу і основні типи ґрунтів на території міста [1, 4].

Правобережна частина — підвищена платоподібна лесова рівнина, розчленована ярами та балками, долинами невеликих річок. Характерними формами рельєфу є гори-останці. Перевищення відносних висот сягає 196 м. У

межах Придніпровської височини присутні переважно темно-сірі опідзолені та сірі лісові ґрунти та лесові утворення. Первинний склад їх суттєво змінений як процесами рельєфоутворення, так і техногенною діяльністю людини. В геоморфологічному плані це ґрунти вододілу, поверхонь терас, схилів балок, річкових долин, уступів, ярів, вимоїн, днища балок, конусів виносу делювіальних шлейфів тощо. Поверхневі стоки, що поповнюють запаси верхнього водоносного горизонту, викликають суфозію. Правий берег Дніпра є місцем постійного прояву ерозійних процесів. Внаслідок техногенної діяльності значні площі території перекриті намивними, привезеними лучними та чорноземними ґрунтами.

Східна (лівобережна) частина міста розташована у межах Придніпровської низовини, що являє собою акумулятивну алювіальну рівнину, ускладнену серією різновікових терас. Лівобережна частина Києва слабо розчленована, перевищення висот до 35 м. Сучасні ґрунти Києва залягають на алювії Дніпра та його притоків, водно-льодовикових, делювіальних, болотних утвореннях, лесових суглинках тощо. У лівобережній частині розвинуті деренооглеєні, дерено-слабопідзолисті піщані та глинисто-піщані ґрунти в комплексі з переважно оглеєними їх видами, слабогумусовані піски, торфово-болотні ґрунти й торфовики.

Північна (північніше р. Сирець) і північно-західна частини міста розміщені в межах Поліської низини. Це горбиста моренно-зандрова рівнина, поверхня якої характеризується позначками 140—190 м з невеликим горизонтальним та вертикальним розчленуванням. Для неї характерні середньопідзолисті супіщані ґрунти в комплексі з переважно оглеєними їх видами і торфово-болотними ґрунтами на давньоалювіальних і водно-льодовикових відкладах і морені.

У межах Києва основною водною артерією є Дніпро, що має 400—600 м ширини і 6—12 глибини. Дніпро утворює протоки (Русанівка, Десенка), затоки (Матвіївська, Гавань, Старик), заплавні озера (Радунка, Тельбін). Праві притоки Дніпра — річки Либідь, Сирець, Віта. У західній частині міста — річки Горенка, Нивка, притоки річок Ірпінь, Сирець та Нивка утворюють озера. Річка Либідь на значних ділянках поміщена у колектор. На піщаних ґрунтах (лівобережна та північно-західна частини міста) річкові долини менш звивисті, ут-

ворюють більшу кількість водойм, заболочених заплів, надзаплавних терас, ніж на лесових ґрунтах.

Попередніми дослідженнями встановлено [7, 9], що водний режим Києва змінний як у межах річного циклу, так і за багаторічний період. Від кількості опадів залежить і загальна мінералізація вод: у період високої повені в річках Київської обл. мінералізація становить 100—150 мг/л за жорсткості 1,3—1,9 мг-екв/л, а в літню межень сягає 400—470 мг/л за жорсткості 4,7—6,0 мг-екв/л. При цьому протягом тривалого періоду вміст мікрокомпонентів є відносно сталим у межах того чи іншого водного об'єкта [3].

Результати досліджень. Для характеристики поверхневих вод Київського мегаполіса обстежені відкриті водойми різних районів та його околиць. Результати вивчення хімічного складу вод наведено в табл. 1.

Отримані дані підтверджують попередні висновки про відповідність складу природних вод Києва складу вод зони, що є перехідною від лісостепової до поліської [6].

Склад поверхневих вод переважно гідрокарбонатно-кальцієвий з мінералізацією 250—350 мг/л. Встановлено відмінність хімічного складу вод залежно від їх приуроченості до алювіальних, моренно-зандрових та лесових територій. Найменше значення загальної мінералізації (0,22—0,23 г/л) властиве водам Дніпра та прилеглих притоків і водойм Деснянського р-ну. В середньому її значення вдвічі вище для західної (моренно-зандрової) частини — 0,46 г/л. Для центральної та південної частин (лесовидні суглинки) мінералізація

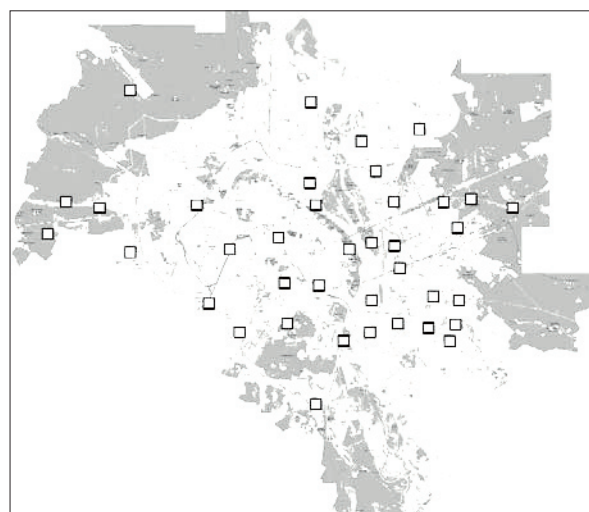


Рис. 1. Схема відбору проб природних вод м. Київ

становить 0,76 г/л. При цьому кількість хлору та сульфат-іона і вміст мікрокомпонентів вищі, ніж у водах Дніпра, що пояснюється впливом техногенного забруднення.

Аномально високе значення мінералізації встановлено в оз. Гура Святошинського р-ну нижче греблі — 12,79 г/л. Близьке значення встановлене на сміттєзвалищі Пирогове в південній частині Києва, що розташоване в колишньому кар'єрі на горі, складеній лесовидними суглинками, і присипано цими ж суглинками. Дошові води промивають сміттєзвалище і проникають у водоносний горизонт, що, у свою чергу, забруднює водозбірну територію р. Віта та ґрунтові води.

Підвищена мінералізація (1,2–1,5 г/л) відмічена також у виходах джерел на схилах Дніпра (міст Патона, Лавра, Совські ставки, оз. П'я-

Таблиця 1. Середній вміст компонентів у природних водах м. Київ, мг/л

Компонент	р. Дніпро і притоки	Озера і ставки
pH	8,02	8,03
SO ₄ ²⁻	57,5	56,7
NO ₃ ⁻	2,67	1,53
Cl ⁻	25,3	21,4
F ⁻	0,26	0,28
Br ⁻	0,60	0,61
p ⁵⁺	0,74	0,65
Ca ²⁺	74,4	78,2
Mg ²⁺	23,18	20,17
Al ³⁺	0,010	0,007
Mn ³⁺	0,87	0,060
Fe ³⁺	0,46	0,37
V ³⁺	0,0027	0,0027
Cr ³⁺	0,0495	0,0283
Co ²⁺	<0,01	<0,01
Ni ²⁺	0,0057	0,0111
Mo ⁶⁺	0,0066	0,0397
Pb ²⁺	0,0010	0,0017
Cu ²⁺	0,0046	0,0045
Zn ²⁺	0,038	0,040
Sr ²⁺	0,76	0,82
As ⁵⁺	0,035	0,030
Cd ²⁺	<0,00001	<0,00001
Be ²⁺	<0,00001	<0,00001
K ⁺	5,13	6,51
Na ⁺	16,42	48,55
Нафтопродукти	0,74	0,58
Феноли	0,013	0,015
Аміни	0,32	0,18

тої просіки). За збільшення загальної мінералізації збільшується вміст Ca²⁺, Na⁺, Mg²⁺, K⁺.

Окремим водоймам м. Київ властивий підвищений вміст іона калію, наприклад, у воді р. Либідь по всій течії (збільшення спостерігається від витоків до гирла), в озерах Березняків, Гура і Паркове. Найнижчий вміст калію у водах Дніпра, водоймах Троєщини, р. Нивка. Найбільший вміст іона натрію відносно фону [3, 5] відзначається у озерах Гура, Чорна гора, Совські ставки, біля виходу джерел поблизу Лаври і мосту Патона, у каналі Бикова, р. Нивка. Близькі до фонового значення вмісту іона натрію спостерігаються у р. Дніпро, в східній частині міста (територія заводу "Радикал").

Вміст іона магнію у поверхневих водах досить сталий — підвищення відносно фонового спостерігається у водах озер Тельбін і Сонечне, джерел на кручах Дніпра та гирлі Либіді, у водоймі на Чорній горі. Зростання вмісту іона кальцію в поверхневих водах міста спостерігається в межах розвитку лесових порід — джерела круч Дніпра, район Голосієво, Совські ставки, канал Бикова.

Підвищений вміст іона HCO₃⁻ відмічено також здебільшого в межах лесової частини — Совські ставки, р. Либідь, джерела біля Лаври та мосту Патона, найменший — на площі розвитку алювіальних відкладів — Березняки (оз. Тельбін), озера Гура, Паркове.

Збільшення кількості іона SO₄²⁻ спостережено у р. Нивка, Совських ставках, озерах по вул. Ревуцького, каналі Бикова та затоці Собача. Найменша кількість — у водах річок Дніпро, Либідь, Нивка, озерах Паркове, Гура.

Суттєвий вміст іона хлору відмічається у р. Нивка, Совських ставках, оз. Вирлиця, Собачій затоці. Великий його вміст в оз. Гура, де встановлено загалом високу мінералізацію, що свідчить про техногенне забруднення цієї водойми.

Характерно, що співвідношення макрокомпонентів у поверхневих водах помітно відрізняються, що свідчить про різний час надходження цих елементів. Na⁺, K⁺, частково Ca²⁺ розчиняються переважно з польових шпатів, тоді як Fe³⁺, Mg²⁺, більша частина Ca²⁺ надходять під час розчинення фемічних мінералів. На рис. 2, 3 показано вміст аніонів і катіонів в досліджуваних природних водах Київської міської агломерації.

Відмічено суттєвий кореляційний зв'язок між K⁺ і Mg²⁺ ($r = 0,78$) і несуттєву кореляцію

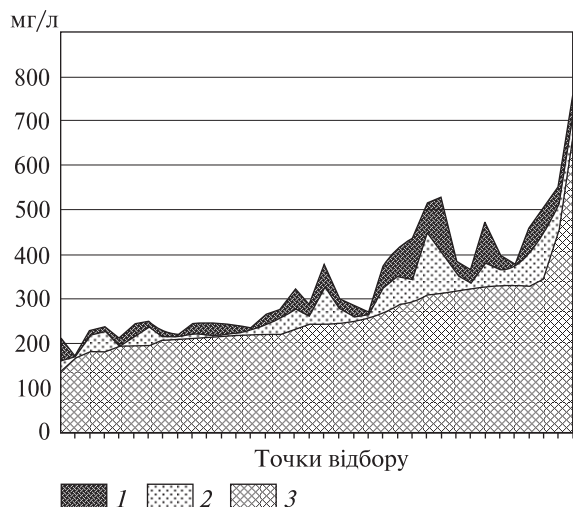


Рис. 2. Вміст аніонів у поверхневих водах м. Київ: 1 — Cl^- , 2 — SO_4^{2-} , 3 — HCO_3^-

між K^+ і Na^+ , SO_4^{2-} , Cl^- . Відмічається кореляційний зв'язок Na^+ з Ca^{2+} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} .

Розподіл мікрокомпонентів у поверхневих водах має складний характер. Чітких залежностей між вмістом макро- і мікрокомпонентів не спостерігається.

Зведені дані щодо концентрації макрокомпонентів у воді з різних частин міста (табл. 2) показують, що кожна з них має місцевий гідрохімічний фон. Загальна мінералізація, відмінності у складі поверхневих вод, підвищений вміст мікрокомпонентів дозволяють

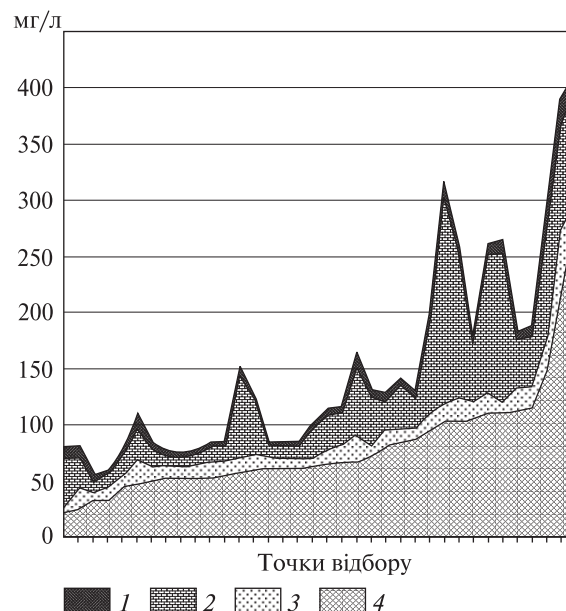


Рис. 3. Вміст катіонів у поверхневих водах м. Київ: 1 — K^+ , 2 — Na^+ , 3 — Mg^{2+} , 4 — Ca^{2+}

зробити висновок, що забруднення поверхневих вод проявляється головним чином у збільшенні відносно гідрогеохімічного фону вмісту хлоридів натрію та калію, сульфатів кальцію та магнію.

Отже, встановлено вразливість поверхневих вод по відношенню до техногенного забруднення. Для Київського мегаполіса основними ознаками забруднення є збільшення у водах

Таблиця 2. Середній вміст макрокомпонентів у водах різних частин м. Київ, мг/л

Частина	Залишок, г/л	K^+	Na^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Cl^-	HCO_3^-	SO_4^{2-}
<i>Мінімальні значення</i>								
I	0,14	2,82	8,90	7,36	32,56	3,55	164,70	3,00
II	0,16	1,99	12,18	12,28	32,87	1,77	192,20	18,00
III	0,17	5,15	15,26	4,29	21,98	10,65	183,00	9,60
IV	0,28	3,60	25,70	7,81	63,08	21,30	183,00	4,80
V	0,23	3,32	12,51	9,77	44,77	8,88	137,25	3,00
<i>Максимальні значення</i>								
I	0,50	13,61	46,00	22,14	114,54	35,50	329,40	36,00
II	0,29	5,30	76,31	16,69	92,80	56,80	325,00	92,00
III	0,37	11,88	76,31	24,85	66,75	85,82	292,80	96,00
IV	1,55	24,60	125,36	59,60	290,05	99,40	671,00	60,00
V	1,18	11,37	187,37	20,17	109,89	142,00	329,40	126,00
<i>Середні значення</i>								
I	0,23	5,13	16,42	11,71	59,61	9,76	233,16	18,11
II	0,22	3,98	40,94	14,47	63,08	29,84	248,25	45,50
III	0,24	7,97	45,26	14,75	44,05	39,88	224,92	41,52
IV	0,76	8,69	65,59	20,20	132,16	52,85	333,40	36,27
V	0,46	6,03	68,84	13,91	78,69	51,87	257,99	43,60

Примітка. I — р. Дніпро та її притоки, II — Деснянський р-н, III — Лівобережна частина, IV — Центральна і Південна частини, V — Західна частина.

вмісту хлоридів і сульфатів, що надходять до малих річок та водойм у складі аерозолів та стічних вод.

Для дослідження форм знаходження хімічних елементів у досліджуваних водах нами проведено моделювання рівноважного розчину хімічних елементів [3, 8], розраховані вільна енергія іонів і нейтральних молекул (без врахування органічної речовини). Рівноважний стан компонентів природних вод представлений у табл. 3. Встановлено, що катіони у досліджуваних водах мігрують як вільні іони.

Порівняння даних щодо середнього вмісту мікроелементів у природних водах із середнім складом ґрунтових вод дозволяє виділити дві групи (у дужках — значення коефіцієнтів концентрації): I — накопичення у порівнянні з фоном: хром (20,8), арсен (12,5), нікель (3,6), стронцій (3,2), бром (2,9), молібден (2,2), марганець (1,8), ванадій (1,7), цинк (1,5); II — на рівні фонових значень концентрації або нижче: мідь (1,0), фтор (0,7), свинець (0,7), залізо (0,5), кобальт, берилій, ртуть (< 0,1).

Нами досліджено елементи, ГДК яких набагато більше від фонових значень концентрації у маломінералізованих водах, і які не властиві прісним незабрудненим водам.

До числа компонентів, вміст яких постійно перевищує ГДК для природних вод, належить залізо. ГДК заліза для питного водозабезпечення і культурно-побутового користування — 0,3 мг/л. Високий вміст заліза знижує органолептичні показники води. Особливо характерні залізовмісні води для гумідної зони, що є областю живлення для річок Київської обл.

Марганець належить до тих елементів, окиснені форми якого є менш розчинними,

ніж відновлені. Тому регіональні закономірності його розподілу і умов формування забруднення ним вод подібні до закономірностей для заліза, хоча він є більш рухливим, відповідно, рівень його концентрації вищий.

Одним з найхарактерніших антропогенних забруднювачів є арсен, який має високу токсичність, широко розповсюджений у навколишньому середовищі, в тому числі у тканинах рослин і тварин, належить до компонентів вод, що накопичуються. Максимальний коефіцієнт концентрації — 17, вміст не перевищує ГДК.

Найбільш токсичною формою хрому є шестивалентна, однак в природних водах більш стійкий Cr³⁺. Він є менш токсичним, ссавці здатні витримати 100—200-разове перевищення норми його вмісту в організмі без шкідливих наслідків.

Вміст нікелю і ванадію не перевищує ГДК.

Вміст молібдену в пробах вод даної території — 0,6—4,1 мкг/л, що також значно нижче від встановлених санітарно-гігієнічними вимогами значень. Однак по відношенню до геохімічного фону вони належать до групи елементів накопичення. Для ванадію, кобальту, хрому властива міграція в річкових водах у вигляді колоїдних часток, а більша частина молібдену (> 60 %) переноситься в розчиненому стані. Причиною такої поведінки молібдену є те, що у водах цього типу він мігрує у аніонній формі і мало адсорбується колоїдними частинками, що, можливо, пояснює його вищий, ніж значення геохімічного фону, вміст.

Вміст міді близький до значення геохімічного фону і в середньому складає 5 мкг/л, тобто нижчий від критичного згідно з санітарно-гігієнічними нормами (1 мг/л).

Таблиця 3. Форми знаходження хімічних елементів у природних водах Київського мегаполіса, % від молярної концентрації

Ca ²⁺	86,72	Mg ²⁺	86,32	Na ⁺	98,79
CaSO ₄	5,87	MgSO ₄	4,86	NaSO ₄ ⁻	2,64
CaHCO ₃ ⁺	3,42	MgHCO ₃ ⁺	3,90	NaHCO ₃ ⁻	7,76 · 10 ⁻¹
CaCO ₃	3,13	MgCO ₃	3,07	NaCO ₃ ⁻	1,74 · 10 ⁻²
CaF ⁺	0,77	MgF ⁺	1,70	NaF	5,14 · 10 ⁻²
CaOH ⁺	1,97 · 10 ⁻³	MgOH ⁺	3,01 · 10 ⁻²	NaOH	8,14 · 10 ⁻³
Cu ²⁺	80,32	Ni ²⁺	62,35	Zn ²⁺	70,23
CuSO ₄	2,35	NiSO ₄	13,25	ZnSO ₄	13,78
CuHCO ₃ ⁺	15,23	NiHCO ₃ ⁺	11,42	ZnHCO ₃ ⁺	1,2
CuCO ₃	2,02	NiCO ₃	11,2	ZnCO ₃	1,4
CuF ⁺	0,01	NiF ⁺	1,25	ZnF ⁺	2,87
CuOH ⁺	1 · 10 ⁻³	NiOH ⁺	0,5	ZnOH ⁺	10,05

Середній вміст свинцю в річках і водоймах складає 1,5 мкг/л, менше, ніж геохімічний фон і значно менше від нормативних обмежень (0,03 мг/л). Одна з причин недонасиченості розглянутої гідросистеми свинцем — підвищена лужність середовища міграції (рН 7,5—8,5), коли свинець легко вступає в реакції з головними макрокомпонентами природних вод, утворюючи важкорозчинні сполуки (карбонати, сульфати, сульфіді, гідроксиди). Навіть незначне зниження рН середовища збільшує розчинність свинцю.

У досліджених природних водах цинк належить до помірно накопичених елементів зі вмістом від 10 до 90 мкг/л в річкових водах і ставках. Підвищеного вмісту (по відношенню до геохімічного фону або ПДК) берилію, кадмію, ртуті, кобальту не виявлено. Для фтору, бромю та стронцію в прісних водах фоновий вміст співрозмірний з ГДК, отже може не відповідати санітарно-гігієнічним нормам.

Вміст фтору нижчий або близький до значення геохімічного фону. Середній коефіцієнт накопичення стронцію — 3,2, діапазон коливань — 0,3—1,26 мг/л. Подібні кількісні закономірності спостерігаються і для бромю. В досліджуваних водах його вміст у всіх пробах перевищує ГДК (0,2 мг/л) і знаходиться в межах 0,26—1,06 мг/л.

Більше 90 % нормованих шкідливих речовин — органічні, головним чином штучного походження. Найбільше значення мають нафта і нафтопродукти, феноли і синтетичні поверхнево-активні речовини (ПАР). Під "нафтопродуктами" розуміємо сумарний вміст вуглеводневих речовин, розчинних в гексані. Вони не включають в себе різні полярні органічні речовини. Наявні ГДК для різних нафтопродуктів у водах господарсько-питного призначення складають 0,01—0,3 мг/л. Аналіз літературних даних показує, що сучасний фон по вуглеводнях на незабруднених територіях знаходиться на мікро- і нанограмних рівнях, тобто на декілька порядків нижчий від ГДК. Тому на якість води можуть впливати нафта і нафтопродукти, штучно привнесені в джерело водопостачання.

Аналіз природної води показує, що нижчий від ГДК вміст нафтопродуктів (0,3 мг/л) спостерігається лише для 40 % проб. Середній вміст у водах річок (0,74 мг/л) і ставків (0,58)

перевищує ГДК у 1,5—2,5 рази. Це пов'язано з тим, що основними міграційними формами нафтових забруднювачів у природних водах є розчинена, емульгована, адсорбована на диспергованих частинках та домішки у вигляді масляної фази (табл. 1).

Чітко встановлюється зв'язок між підвищенням вмісту нафтопродуктів у природних водах з викидами каналізації.

Основними джерелами забруднення синтетичними ПАР є побутові стоки деяких хімічних і металообробних підприємств, а також сільськогосподарські відходи. ПАР не лише добре мігрують самі, але й сприяють міграції інших, зазвичай малорозчинних небезпечних речовин: нафтопродуктів, пестицидів, канцерогенних речовин тощо. Більша частина ПАР відноситься до аніонноактивної групи, наприклад, миючі органічні піни, що поділяються на алкілсульфати (ГДК 0,5 мг/л) і алкілсульфонати (ГДК 0,5 мг/л). ГДК ПАР для міської каналізації — 20 мг/л.

У поверхневих водах вміст фенолів не перевищує 20 мкг/л, у ґрунтових і пластових може досягати десятих частин і одиниць міліграмів на літр. Встановлене перевищення вмісту фенолів відносно ГДК у поверхневих водах на території Києва.

Висновки. Встановлено вразливість природних вод щодо техногенного забруднення. У кожній з відібраних проб спостережено перевищення ГДК за двома-трьома неорганічними показниками і практично повсюди — за вмістом органічних речовин техногенного походження.

Концентрація, форма знаходження і ступінь токсичності мікроелементів у водних системах залежать від співвідношення процесів коагуляції, осадження, сорбції, комплексоутворення, хелатування з розчинними органічними і неорганічними лігандами. Нами досліджений лише один бік водної екогеохімії хімічних елементів — іонна і колоїдно-розчинна складові загальної мінералізації.

Отримані дані щодо стану природних вод Київського мегаполіса свідчать про доволі складні санітарно-гігієнічні умови, що, в свою чергу, викликає необхідність термінового проведення низки практичних природоохоронних заходів з метою повернення до близьких до фонових параметрів.

1. Барцевский Н.Е., Купраш Р.П. Рельеф территории Киева и проблемы экологии // Геол. журн. — 1991. — № 2. — С. 3—14.
2. Горев Л.М. Основы моделирования в гидроэкологии: Підр. — К.: Либідь, 1996. — 336 с.
3. Горев Л.М., Пелешенко В.І., Хільчевський В.К. Гідрохімія України: Підр. — К.: Вища шк., 1995. — 307 с.
4. Демчишин М.Г. Геологическая среда Киева // Геол. журн. — 1991. — № 2. — С. 14—24.
5. Драйвер Дж. Геохимия природных вод: пер. с англ. — М.: Мир, 1985. — 440 с.
6. Екологічний атлас Києва. — К.: ТОВ "Агентство Інтермедіа", 2003. — 60 с.
7. Жовинский Э.Я., Маничев В.И., Кураева И.В. и др. Эколого-геохимическое исследование природных сред в условиях городской агломерации / АН УССР. Ин-т геохимии и физики минералов. — Препр. — Киев, 1991. — 57 с.
8. Жовинский Э.Я., Кураева И.В., Горев Л.Н., Кирничный В.В. Определение миграционных форм микроэлементов в почвенных растворах методом математического моделирования // Минерал. журн. — 1995. — 17, № 6. — С. 62—67.
9. Зарицкий А.И., Лысяный Н.Н., Абрамис А.Я., Лютая Н.Г. Геохимические аспекты состояния геологической среды Киевской промышленно-городской агломерации // Геол. журн. — 1991. — № 2. — С. 28—38.
10. Комплексные оценки качества поверхностных вод / Под ред. А.М. Никанорова. — Л.: Гидрометеоздат, 1984. — 139 с.
11. Никитина Н.П., Белякова Е.Е., Чернышова Р.И. Методика расчетов относительного содержания различных форм меди, свинца и цинка в природных водах // Гидрогеохимия регионов СССР и методы исследования природных вод. — Л., 1984. — С. 68—81. — (Тр. ВСЕГЕИ; Т. 329).

Ін-т геохімії, мінералогії та рудоутворення

ім. М. П. Семененка НАН України, Київ

Ін-т геохімії навколиш. середовища НАН та МНС України, Київ

Надійшла 29.05.2008

РЕЗЮМЕ. Представлены результаты гидрогеохимического исследования поверхностных вод Киевского мегаполиса. Проведена эколого-геохимическая оценка состояния природных вод и определены особенности миграции в них токсичных элементов.

SUMMARY. Results of hydromechanical investigation of surface waters of Kyiv megapolis have been presented. Eco-geochemical evaluation of the state of natural waters has been made and peculiarities of toxic elements migration in them have been determined.