

11. Ахметшин А. Г. Електрометричне дослідження впливу різних чинників на рівновагу в системі ферум(II) – бромocupрати / А. Г. Ахметшин, З. І. Янів, Я. В. Панасюк // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія: Хімія. – 2012. – №19. – С.40–49.
12. Ахназарова О. Л. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии / О. Л. Ахназарова, В. В. Кафаров. – М.: Высшая школа, 1978. – 329 с.
13. Virtanen R. Analysis of multi-ion solution with several ion-selective electrodes / R. Virtanen // Conference on ion-selective electrodes. Budapest. – 1977. – P. 589–595.
14. Ахметшин А. Аналіз чотирикомпонентних сумішей катіонів методом іоноселективної потенціометрії / А. Ахметшин, В. Коробчук, А. Ахметшина // Вісник Тернопільського приладобудівного інституту. – 1996. – № 2. – С. 51–58.
15. Ахметшин А. Проблеми наочності і практичного використання чотирифакторного математичного планування в йоноселективній потенціометрії при аналізі води / А. Ахметшин, В. Барановський, А. Ахметшина, В. Коробчук // Вісник Тернопільського державного технічного університету. – 1997. – Т. 2, Вип. 1. – С. 62–69.
16. Akhmetshin A. Use of four-factorial design in ion-selective potentiometry for analysis of multi-ionic solutions / A. Akhmetshin, V. Baranovsky, A. Akhmetshina // Fresenius J. Anal. Chem. – 1998. – N. 361. – P. 282–284.
17. Дослідження природної води Тернопілля та контроль якості харчових продуктів комбінуванням методів йоноселективної потенціометрії та багаточинникового планування / О. П. Приймак, О. С. Токарський, А. Г. Ахметшина [та ін.] // XV Укр. конф. з неорг. хімії з міжнародною участю. – К., 2001. – С. 300.
18. Приймак О. П. Обробка результатів аналізу при багаточинниковому плануванні експерименту в йоноселективній потенціометрії / О. П. Приймак, В. С. Барановський, А. Г. Ахметшин // Восьма наук. конф. "Львівські хімічні читання". – Львів, 2000. – С. 1.
19. Использование мультиэлектродной системы для анализа молока на основе многофакторного планирования эксперимента / А. Ахметшина, А. Ахметшин, О. Приймак [и др.] // Микросистемная техника. – 2001. – № 11. – С. 25–29.
20. Использование мультиэлектродной системы для анализа молока / А. Г. Ахметшин, А. Г. Ахметшина, О. С. Токарский [и др.] // Всеросс. конф. «Сенсор –2000». – С–Пб., 2000. – С. 152.
21. Новий підхід до використання йоноселективної потенціометрії в аналізі молока / А. Г. Ахметшин, О. П. Приймак, О. С. Токарський [та ін.] // Наукові записки Тернопільського держ. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. – Сер. хім. – Тернопіль, 2000. – № 5. – С. 27–31.
22. Планування експерименту в йоноселективній потенціометрії з метою аналізу і створення нових електродних систем / А. Г. Ахметшин, А. Г. Ахметшина, В. Р. Гевко [та ін.] // Всеукр. конф. з аналіт. хімії: Тези доп. – Ужгород, 1998. – С. 163.
23. Ахметшин А. Г. Аналіз способів презентації експериментальних даних в йоноселективній потенціометрії при чотирихчинниковому плануванні в системі з чотирьох електродів / А. Г. Ахметшин // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія: Хімія. – 2011. – № 18. – С.43–50.

Поступило до редакції 28.02.2013 р.

Н. М. Гловин

**Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і
природокористування України
«Бережанський агротехнічний інститут», м. Бережани**

УДК 543. 3: 628. 1

ОЦІНКА ВПЛИВУ РУХОМИХ ФОРМ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ Pb, Cu, Ni, Cd, Zn НА ЯКІСТЬ ПІДГРУНТОВИХ ВОД ЗА ДОПОМОГОЮ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ МЕТОДІВ АНАЛІЗУ

Зростання антропогенного пресингу в міських екосистемах супроводжується техногенним забрудненням навколишнього середовища, негативний вплив якого відбивається на якості джерел водопостачання й здоров'ї людей. На сьогодні основними чинниками антропогенної деградації міських екосистем є автотранспорт та об'єкти паливно-енергетичного комплексу. Найпотужніше підприємство енергетичної галузі в західному регіоні України – Бурштинська теплоелектростанція (БуТЕС) є основним забруднювачем довкілля, зокрема й підґрунтових вод, на Прикарпатті. Сучасні підходи до оцінки екологічного стану нецентралізованих джерел водопостачання в зоні впливу БуТЕС стосуються переважно абіотичного блоку екосистеми. Адекватна оцінка можлива за умови поєднання класичних фізико-хімічних методів аналізу [1].

Державна цільова програма сталого розвитку сільських територій на період до 2020 р. [2] передбачає забезпечення постійного контролю якості навколишнього середовища в сільських населених пунктах, у т.ч. джерел водопостачання. Однією із проблем якості питної води аграрних територій є її висока твердість та загальна мінералізація. Нецентралізовані джерела водопостачання представлено зрідка підземними (води свердловин) і переважно підґрунтовими (води криниць) водами. Державна санітарно-епідеміологічна

служба здійснює періодичний контроль за станом сільських джерел водопостачання, але вона не в змозі проконтролювати усі нецентралізовані джерела питної води сіл [3].

Більше мільярда людей використовують неякісну воду. Через це щорічно вмирають три з половиною мільйони дітей. Більшість українців споживають воду з поверхневих джерел – озер, ставків, рік. Вода – активний розчинник. Стикаючись з будь-якими об'єктами, вона дуже повільно розчиняє їх. Тому в природі абсолютно чистої води не існує. Та й організм людини "звик" до певної концентрації різних речовин, розчинених в ній. Протікаючи через гірські породи, вона розчиняє їх і насичується відповідними компонентами – йонами кальцію, магнію, калію, заліза, молібдену, алюмінію, берилію, марганцю, міді, миш'яку, цинку. Останні шість елементів особливо шкідливі для людини, якщо їх концентрації перевищують гранично допустимі. Тому нормативні документи багатьох країн, у тому числі України, Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) вимагають обов'язкового контролю їх вмісту в питній воді [4, 5].

Отже, мета дослідження полягає у проведенні аналізу джерел нецентралізованого питного водопостачання на вміст важких металів на території, що підлягає техногенному впливу Бурштинської ТЕС.

Об'єкти та методи дослідження. Об'єктами досліджень були нецентралізовані джерела водопостачання, а саме підземні води (криниці) на територіях, що підлягають техногенному впливу Бурштинської теплоелектростанції (БуТЕС), яка розташована в Галицькому районі Івано-Франківської області. За функціональною класифікацією екотопів виділено ділянки, які відносяться до промислової в зоні неорганізованих викидів БуТЕС (IV), аграрної (III), і селітебної (II) зон. В якості фонові – обрано умовно чисту територію поблизу м. Бережани, близьку за природнокліматичними умовами (I). Визначення вмісту важких металів рухомих форм плумбуму (Pb), купруму (Cu), нікелю (Ni) та (Cd) зазначених джерел проведено згідно ГОСТу 26483-85, ГОСТ 26490-85, ГОСТ 24281-80, ГОСТ 24849-81 у підземних водах здійснювали методом атомно-абсорбційного аналізу.

Результати та їх обговорення. Нецентралізоване водопостачання організується за рахунок підземних вод. Вода забирається з різних водоносних горизонтів і з різної глибини, але частіше за все використовуються підземні води з другого і третього водоносних захищених від забруднення горизонтів. Чим глибше розташований шар води, тим вода чистіша. Щоб запобігти забрудненню підземних вод, місце для колодзя вибирають на підвищенні, не ближче 20-30 м від можливого джерела забруднення. Територія довкола не повинна затоплюватися паводковими водами. [5, 6].

Одним із основних джерел надходження важких металів до навколишнього середовища є природний процес їх випаровування із земної кори і надходження в результаті діяльності людини. Встановлено, що антропогенні надходження важких металів на порядок перевищують їх природні надходження [7].

У західній частині України найбільшим забруднювачем довкілля є Бурштинська ТЕС. Викиди цієї електростанції сягають 84,4% від загальної кількості викидів стаціонарних джерел цілої Івано-Франківської області. Бурштинська ТЕС входить до списку 100 підприємств, які завдають найбільшої шкоди довкіллю та здоров'ю населення України. Економічна криза та спад виробництва не дозволяють забезпечити виконання заходів по зменшенню викидів забруднюючих речовин у заплановані терміни. Крім того, у котли Бурштинської ТЕС, разом з вугіллям потрапляє значна кількість сланцевих порід, що містять домішки природних радіоактивних елементів, що в кінцевому результаті, після згорання вугілля із труб ТЕС вилітають слаборадіоактивні частинки золи. Таким чином, має місце радіоактивне зараження земної поверхні [8, 9].

Технічний комплекс Бурштинської ТЕС взаємодіє з геоекосистемами Прикарпаття, Дністровської долини і Подільської височини в межах Галицького району Івано-Франківської області, утворюючи складну природно-антропогенну геоекосистему (ПАГС). Остання є результатом багатофакторної взаємодії не менше десяти як природних так і техногенних чинників: 1) літогенної основи ландшафтів (геологічного середовища), 2) природних та техногенних геофізичних полів та їх впливу на геоекосистеми і здоров'я людини (геофісфери), 3) екзо- та ендеогединаміки рельєфу (геоморфосфери), 4) поверхневих, ґрунтових і підземних вод (гідросфери), 5) повітря та кліматичних чинників (атмосфери), 6) ґрунтів (педосфери), 7) рослинності (фітосфери), 8) тваринного світу (зоосфери), 9) стану здоров'я населення у залежності від екологічних чинників (демосфери) і 10) техногенного навантаження (техносфери). Провести експериментальні дослідження –аналітичні роботи для визначення закономірностей розповсюдження забруднюючих речовин від Бурштинської ТЕС та їх впливу на підземні води.

Крім озер і річок, ми отримуємо звичайну прісну воду з криниць, артезіанських свердловин, джерел, а також збираючи опади. Криницями реально користуються лише в сільській місцевості, так як шурф глибиною 5-10 м не здатний забезпечити великого виходу води – для цього необхідно бурити свердловини завглибшки 20-150 м, в залежності від глибини залягання підземних вод. Криниці живляться підземними водами і можуть забезпечити водоспоживання до 100-150 л/год (в рідкісних випадках – до 500 л/год). Вони

дуже вразливі з точки зору забруднень: все, що потрапляє в ґрунт – нітрати, нітрити, ПАР, пестициди та важкі метали – може виявитися в криничній воді [8, 9].

Проведеними дослідженнями встановлено, що у підґрунтових водах Бурштинської урбоєкосистеми має місце зростання концентрацій рухомих форм Pb, Cu, Ni та Cd, а також зниження концентрації Zn порівняно з фоновою територією (табл. 1). Особливості розподілу концентрацій металів у підґрунтових водах визначаються характером та інтенсивністю антропогенного впливу.

Піки максимальних концентрацій Pb та Cu встановлені в придорожніх зонах урбоєкосистеми (відповідно 4.7 та 2.4 мг/кг при фонових значеннях - 0.75 та 0.57 мг/кг); Cd- у зонах аграрного використання (0,78 мг/кг при 0.14 мг/кг на фоновій території); Ni - на ПП БуТЕС (3,4 мг/кг порівняно з 1.6 мг/кг). Мінімальні концентрації важких металів у підґрунтових водах встановлені для селітебної зони.

Таблиця 1

Концентрація рухомих форм важких металів у підґрунтових водах різнофункціональних зон Бурштинської урбоєкосистеми

Досліджувальна зона	Значення показників, мг/кг				
	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni
I	0.75	0.57	0.14	8.6	1.6
II	2.2	0.70	0.30	6.8	2.5
III	3.8	1.8	0.78	1.9	2.8
IV	4.2	2.0	0.43	3.4	3.4
ГДК	2.00	3.00	0.70	23.00	4.00

Відповідно до значень показника забруднення (K_z), територія селітебної зони є середньо забрудненою ($K_z = 2.70$); БуТЕС і аграрна зони характеризуються максимальним рівнем забруднення (K_z складає відповідно 4.37, 4.39).

Отже, враховуючи рівень забруднення важкими металами, ми розмістили динаміку забрудненості підґрунтових вод досліджуваних зон у табл. 2.

Таблиця 2

Рівень забруднення важкими металами підґрунтових вод різнофункціональних зон Бурштинської урбоєкосистеми

Досліджувальна зона	Рівень забруднення важкими металами
I	–
II	Середній
III	Максимальний
IV	Максимальний
ГДК	Контроль

Найбільш забрудненими вважаються БуТЕС і аграрна зони (максимальний рівень вмісту важких металів). Неодинаковий вміст важких металів забруднення підґрунтових вод зумовлює неоднорідну екологічну ситуацію в урбоєкосистемі. (Таблиця 3).

Таблиця 3

Рівень токсичної напруги середовища в межах різнофункціональних зон Бурштинської урбоєкосистеми

Досліджувальна зона	Рівень забруднення важкими металами	Категорія екологічної безпеки території
I	–	Безпечна
II	Середній	Помірно небезпечна
III	Максимальний	Надзвичайно небезпечна
IV	Максимальний	Надзвичайно небезпечна
ГДК	Контроль	

Мінімальний токсичний фон має місце у зоні помірного забруднення важкими металами. У селітебній зоні, де забруднення є середнім, токсичний фон класифікується як «помірно небезпечний». В аграрній та БуТЕС зонах, де сформовані ділянки максимальних геохімічних аномалій, відповідають «надзвичайно небезпечному» рівню токсичної напруги.

Висновки. Підґрунтові води Бурштинської урбоєкосистеми характеризуються підвищеним вмістом рухомих форм Pb, Cu, Ni та Cd, а також зниженими концентраціями Zn порівняно з фоновою територією. Особливості розподілу концентрацій металів у підґрунтових водах визначаються характером та інтенсивністю антропогенного впливу. Піки максимальних концентрацій Pb, Cu та Cd встановлені у зонах аграрного використання (відповідно 4.7, 2.4 та 0.78 мг/кг при фонових значеннях 0.75, 0.57 та 0.14 мг/кг);

Ni – на зоні БуТЕС (3.4 порівняно з 1.6 мг/кг). Токсичність джерел нецентралізованого питного водопостачання Бурштинської урбоєкосистеми зростає прямо пропорційно рівню забруднення підгрунтових вод важкими металами. Максимальний токсичний фон має місце у аграрній та БуТЕС зонах (0.80 та 0.92 відповідно). Можна припустити, що антропогенні процеси, що визначають екологію міст, супроводжуються комплексною поліелементною хімізацією і металізацією викидів відходів, що містять важкі метали, приводять до формування забруднених потоків, які потрапляють на земну поверхню, а поверхневий стік з ґрунтів приводить до змиву забруднень і включення їх у водно-міграційний ланцюг. Тому підгрунтові води, знаходячись на перетині всіх транспортних шляхів міграції елементів, є одними із найбільш чутливих індикаторів геохімічної ситуації на місцевості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Адаменко О. М. Регіональна екологія і природні ресурси / О. М. Адаменко, М. М. Приходько. – Івано – Франківськ: в-во «Тая», 2000. – 278 с.
2. Цвей Я. П. Вміст важких металів на моніторингових ділянках / Я. П. Цвей, А. М. Широконас, Г. Я. Феденко. Наукові записки. Том 19. Біологія та екологія. – 2001. – С. 83–85.
3. Трахтенберг И. М. Тяжелые металлы как химические загрязнители производственной и окружающей среды / И. М. Трахтенберг // Довкілля та здоров'я. – 1997. – № 2. – С. 48–51.
4. Забруднення ґрунту хімічними елементами: фактори ризику, негативний вплив на здоров'я / Н. П. Гребняк, В. П. Гребняк, А. Б. Ермаченко [та ін.] // Довкілля та здоров'я. – 2007. – № 3 (42). – С. 22–29.
5. Снітинський В. В. Міграція іонів кадмію за профілем темно-сірого опідзоленого ґрунту в умовах імпактного забруднення / В. В. Снітинський, Н. Р. Гребельна // Екологія довкілля. Науковий вісник НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19(5). – С. 48–50.
6. Суярко В. О. Особливості формування хімічного складу підземних вод в умовах антропогенного забруднення. / В. О. Суярко // Донецький вісник наукового товариства ім. Шевченка. Том. 2 – Донецьк: Український культурологічний центр, Східний видавничий дім. – 2002. – С. 220.
7. Паньків З. Л. Забруднення важкими металами ґрунтів міста Бурштин Івано – Франківської області / З. Л. Паньків // Вісник Львів. ун-ту. Серія географічна. – 2007. – Вип. 34. – С. 189–192.
8. Якимів М. М. Динаміка рухомої міді та рухомого цинку в ґрунтах Івано-Франківської області / М. М. Якимів, Б. М. Середюк, Р. І. Пяста // Екологія: Сучасний стан родючості ґрунтів та шляхи її збереження. Наукові праці. – 2008. – Т 81. – Вип. 68. – С. 64–66.
9. Гуменюк Г. Б. Розподіл важких металів у системі вода–донні відкладення річки Дністер у зимовий період / Г. Б. Гуменюк, Ю. Т. Федорчак, І. І. Кужда // Агроєкологічний журнал. – 2008. – №4. – С. 62–65.

Поступило до редакції 30.03.2013 р.