

3. НПАОП 0.00-1.24-10 «Правила охраны труда во время разработки месторождения открытым способом». К. Основа. 2010. -96с.

4. НПАОП 0.00-1.32-97 «Правила безопасности при проектировании и эксплуатации объектов циклично-поточной технологии открытых горных работ». К. Основа. 2012. 75с.

Рукопись поступила 11.05.2016 г.

УДК 622.51:550.845

*А.В.Петрухін, заступник директора,  
В.І. Антонік, к.б.н., доц. п.н.с., Г.Г. Тріщина, інженер-еколог  
Науково-дослідний гірничорудний інститут ДВНЗ «КНУ»*

## **ОСОБЛИВОСТІ ГЕОХІМІЧНИХ ПОТОКІВ ЕЛЕМЕНТІВ МЕТАЛІВ У ПІДЗЕМНИХ ВОДАХ НАВКОЛО СТАВКА-НАКОПИЧУВАЧА ШАХТНИХ ВОД В Б. СВИСТУНОВА**

*Досліджено особливості міграції та накопичення елементів металів у потоках підземних вод, забруднених мінералізованими фільтратами ставка-накопичувача шахтних вод південної групи шахт Кривбасу.*

*Ключові слова: екосистема, підземні води, фільтрати, міграція, хімічні елементи, геохімічні аномалії.*

*Исследовано особенности миграции и накопления элементов металлов в потоках подземных вод, которые загрязнены фильтратами из пруда накопителя шахтных вод южной группы шахт Кривбасса.*

*Ключевые слова: экосистема, подземные воды, фильтраты, миграция, химические элементы, геохимические аномалии*

*Investigated features of migration and accumulation of metals in groundwater flows that are contaminated by Leachates from the pond drive mine waters of Southern Group of mines Krivbass.*

*Keywords: ecosystem, underground water, effluents, migration, chemical elements, geochemical anomalies*

**Постановка проблеми.** Важливим аспектом характеристики екологічного стану оточуючого середовища є розсіювання хімічних елементів (полютантів) і їх рухомих форм у різних ландшафтно-геохімічних зонах, зокрема у **грунтових водах**.

Міграція та перерозподіл хімічних елементів може відбуватися як під впливом техногенезу, так і внаслідок природних процесів. Навіть незначні концентрації біологічно активних хімічних елементів можуть викликати різні захворювання живих організмів, зокрема й людини, наприклад, зоб (при

дефіциті йоду), флюороз (при надлишку фтору), хвороби Кешана (при дефіциті селену) та Кашина–Бека (при надлишку стронцію) тощо. Ендемічну захворюваність можуть спричиняти як окремі рухомі біологічно активні форми хімічних елементів, так і сумарний вплив асоціацій елементів (ефект синергізму). За норми вмісту різних хімічних речовин в об'єктах довкілля, при яких людина може вважати безпечним своє існування, прийнято, як відомо, гранично - допустимі концентрації (ГДК) хімічних елементів [1,2]. Як відомо ГДК – це максимальна кількість шкідливої речовини в одиниці об'єму або маси певного середовища (компонента геосистеми), яка гарантує відсутність негативного прямого або опосередкованого впливу на здоров'я людини, його потомство й санітарні умови життя населення [4]. Таким чином, ГДК мають гарантувати відсутність негативного впливу факторів середовища на здоров'я населення як при прямому контакті людини так і опосередковано через міграційні (харчові) ланцюги.

**Аналіз досліджень та публікацій.** Наукові основи екологічної геохімії закладено у працях українських та іноземних вчених, а саме: О. Ферсмана, В.Вернадського, В.-М. Гольдшмідта, Ф.-У.Кларка, О.Виноградова, Ю.Саєта, Б. Полинова, О. Перельмана, В.Ковальського, В. Добровольського, Л. Овчиникова, В., К. Лукашових, В. Іванова та ін. У світовій практиці це вчення сформувалось на початку 70-х рр. минулого століття на межі геохімії, екології, хімії, біохімії, ґрунтознавства, геохімії ландшафтів, географії та медицини і ввібрало в себе основні методологічні підходи та методи цих наук. Одними з перших в Україні проблеми екологічної геохімії почали розробляти Б. Міцкевич ( біогеохімічний напрям), Е. Соботович ( геохімія техногенезу), Е. Жовинський (екологічна і пошукова геохімія), А. Травлєєв (геохімія ґрунтів). Нині в Україні дослідження з різних напрямів цієї науки проводяться під керівництвом О.Адаменка, П.Гожика, В.Єремєєва, В.Іванова, Е.Жовинського, Е. Соботовича, О. Митропольського, Г. Рудька, А. Травлєєва та ін. [3,4]

Техногенні геохімічні аномалії формуються внаслідок первинного і вторинного розподілу речовин - забрудників (закріплення на ландшафтно-геохімічних бар'єрах). Їхні параметри, конфігурація, поширення залежать як від інтенсивності надходження техногенних елементів, так і від особливостей ландшафтно-геохімічної структури території.

За класифікацією О. І. Перельмана (1978), виділяють техногенні аномалії як з підвищеним вмістом елементів, так і зі зниженим (за рахунок вилучення речовини) порівняно з геохімічним фоном. За розмірами розрізняють *глобальні, регіональні і локальні* аномалії. За місцем виникнення аномалій (за компонентом-приймачем забруднень) та місцем акумуляції елементів техногенні геохімічні аномалії поділяються на *літохімічні, педохімічні, гідрогеохімічні, атмогеохімічні, біогеохімічні* [2, 3].

Техногенні геохімічні аномалії, які виникають внаслідок забруднення навколишнього природного середовища, постійно посилюються через надходження й акумуляцію речовин – зарубників. Небезпечність таких аномалій криється в кумулятивному ефекті тривалого впливу підвищених концентрацій біогеохімічно активних речовин на живі організми, що може призвести до появи техногенних біогеохімічних ендемій. У віддалених наслідках для задіяних організмів можливі порушення життєво важливих функцій, і навіть зміни генетичного коду.

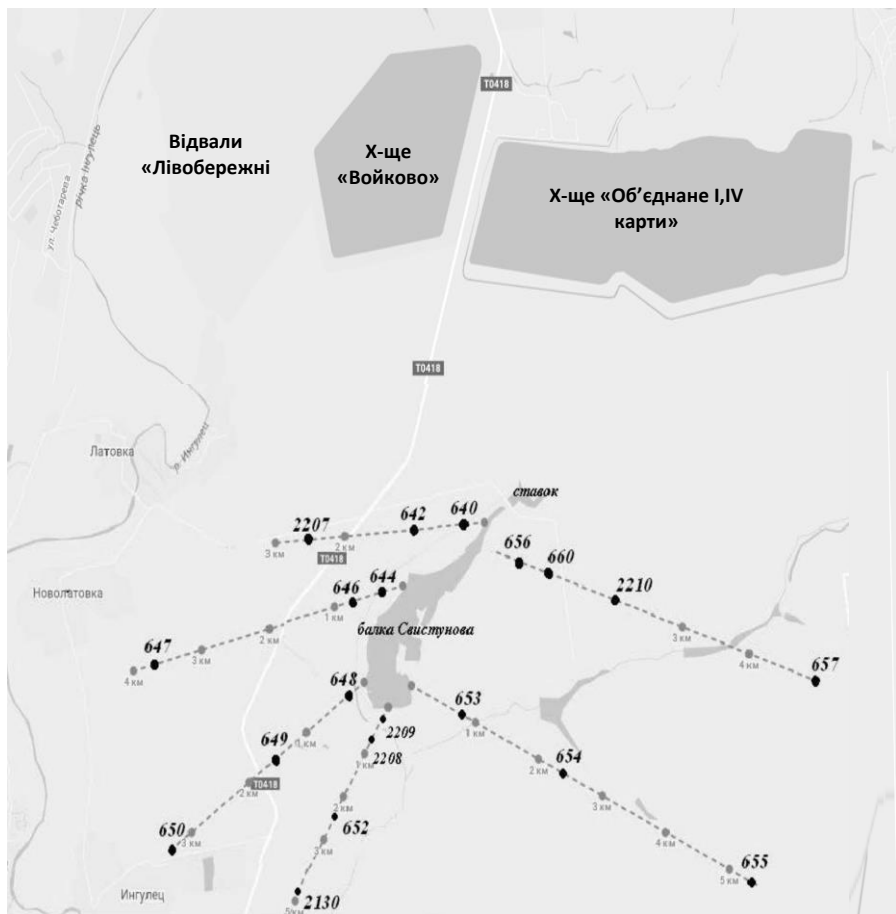
На сьогодні достатньо повно вивчено закономірності формування техногенних геохімічних аномалій. Це, передусім, стосується формування локальних аномалій унаслідок розсіювання в атмосфері газопилових викидів від окремих підприємств у районах агломерацій, уздовж автотрас та від інших джерел локального забруднення. В той же час мало відомо про механізм міграції хімічних елементів підземними водами, особливо у місцях їх інтенсивного забруднення фільтраційними технічними водами, що в умовах Кривбасу має значне поширення. Джерелами такого забруднення, перш за все, є гігантські гідроспороди: хвостосховища, шламонакопичувачи, ємності з накопичення шахтних та оборотних вод, відстійники, відвали тощо. Тому дослідження характеру змін геохімічного потоку елементів металів у складі підземних вод навколо техноспоруд гірничо – збагачувальних комбінатів є актуальним та має певне практичне значення.

**Задачі та мета досліджень.** В умовах техногенної екосистеми Криворіжжя питання міграції хімічних елементів та їх депонування у певних середовищах природних геосистем є важливим показником якості довкілля. З видобутком та переробкою руди відбувається суттєва трансформація геохімічного потоку елементів і їх накопичення (утворення геохімічних аномалій) у місцях так званих *геохімічних бар'єрів*. В результаті утворюються зони (ділянки) з підвищеним вмістом певних хімічних елементів, порівняно з їх вмістом у фонових геосистемах. Нами досліджена територія Новолатівської сільради, Широківського району Дніпровської області, гідрогеологічні та гідрохімічні параметри якої сформовані під впливом комплексу технічних споруд: ставка – накопичувача шахтних вод у балці Свистунова, двох діючих хвостосховищ («Войково» та «Об'єднане I, IV карти») та відвалів «Лівобережні», що здатні генерувати фільтраційні потоки хімічно забрудненої води (рис.1).

**Метою** роботи стало встановлення напрямків геохімічного потоку елементів у підземних водах та особливостей утворення геохімічних аномалій на обраній території під впливом комплексу чинників природного та техногенного походження.

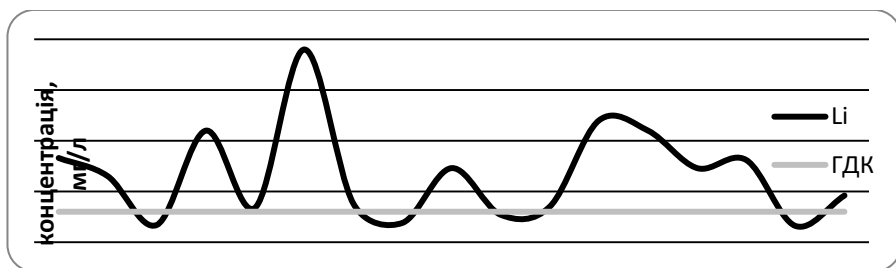
**Результати досліджень та їх обговорення.** Дослідження сучасного стану гідрогеологічних умов і показників на території Новолатівської

сілярди проводилось співробітниками НДГРІ з залученням казенного підприємства (КП) «Південукргеологія» для проведення сертифікованих лабораторних аналізів проб води. Проводився також аналіз доступних даних організацій, що ведуть моніторингові спостереження за станом підземних вод на півдні Кривбасу, та зокрема в районі ставка-накопичувача шахтних вод у балці Свистунова. Точки опробування вибиралися таким чином, щоб можна було охарактеризувати зміни стану підземних вод у різних напрямках від ставка (рис. 1).

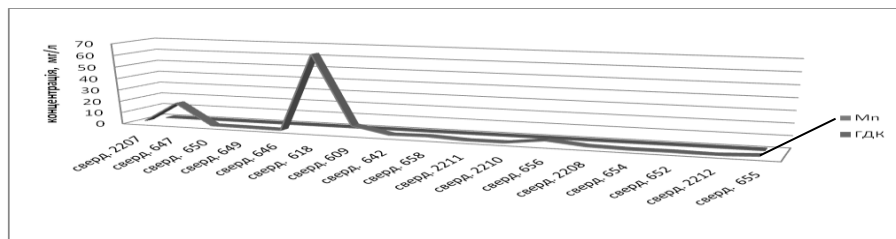


**Рис.1. Карта-схема розташування спостережних свердловин навколо ставка-накопичувача б. Свистунова (цифрами вказані номери свердловин)**

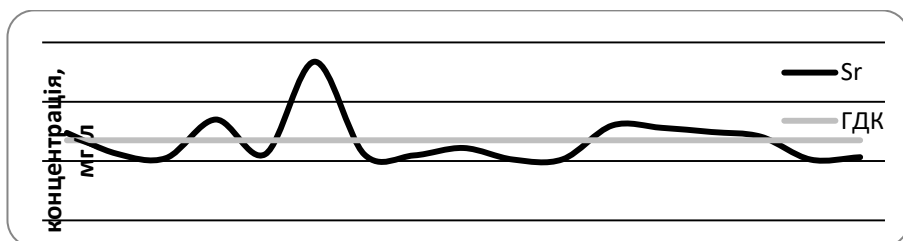
В пробах води, відібраних із спостережних свердловин, було виявлено підвищений вміст літію (2-6 ГДК), марганцю (2-132 ГДК), стронцію (2-5,0 ГДК) та заліза(15-2800 ГДК). Динаміку вмісту вказаних макроелементів у пробах води окремих свердловин навколо ставка – накопичувача, яка відображає напрямки розповсюдження по території геохімічних потоків відповідних хімічних елементів, приведено на рисунках 2, 3, 4 і 5. В таблиці приведені дані вмісту макроелементів літію, стронцію, марганцю і заліза та результати оцінки їх умісту за критеріями ГДК у



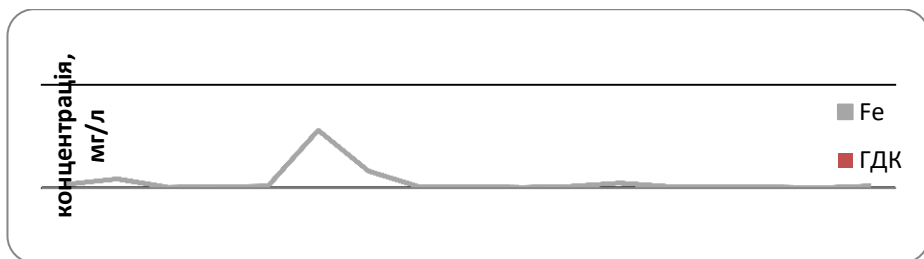
**Рис. 2** Графік розповсюдження вмісту літію у підземних водах навколо ставка-накопичувача б. Свистунова



**Рис. 3.** Графік розповсюдження вмісту марганцю у підземних водах навколо ставка-накопичувача б. Свистунова



**Рис. 4.** Графік розповсюдження вмісту стронцію у підземних водах навколо ставка-накопичувача б. Свистунова



**Рис.5. Графік розповсюдження вмісту заліза у підземних водах навколо ставка-накопичувача б. Свистунова**

Показники вмісту літую, стронцію, марганцю та заліза у підземних водах навколо ставка-накопичувача шахтних вод у б. Свистунова

Номер свердловини	Вміст окремих макроелементів у пробах води, мг/дм <sup>3</sup>			
	Li	Sr	Mn	Fe
	Перевищення ГДК (разів)	Перевищення ГДК (разів)	Перевищення ГДК (разів)	Перевищення ГДК (разів)
1	2	3	4	5
2207	0,083	9, 5	2, 15	1 8 2, 0
	3	1	4	1 8 2
647	0,065	2, 5	19,3	4 4 0, 0
	2	0	39	4 4 0
650	0,017	1, 0	0,95	39, 0
	1	0	2	3 9
649	0,110	14, 0	0,68	68, 0
	4	2	1	68
646	0,034	2, 3	0, 26	97, 0
	1	0	1	97
618	0,190	33, 5	0,, 66	2 8 0 0, 0
	6	5	132	2 8 0 0
609	0,038	2, 2	7, 6	8 20, 0
	1	0	15	8 20
642	0,019	1, 9	1, 53	6 8, 0
	1	0	3	6 8
658	0,073	4, 4	1, 95	5 5, 0
	2	1	4	5 5

Закінчення табл.

1	2	3	4	5
2211	0,027	0, 5	0, 30	3 2,5
	1	0	1	32,5
2210	0,035	0,, 6	0,39	8 0, 5
	1	0	1	8 0, 5
656	0,120	12, 0	4, 1	2 4 0, 0
	4	2	8	24 0
2208	0,110	11, 2	1, 22	6 6, 0
	4	2	2	6 6
654	0,073	9, 8	0, 4 4	4 5, 0
	2	1	1	4 5
652	0,081	8, 2	0, 5 6	4 5, 0
	3	1	Ë1	4 5
2212	0,016	0, 5	0, 0 5	1 5, 0
	1	0	0	1 5
655	0,046	1, 3	1, 4 6	1 0 3, 0
	2	0	3	1 0 3

**Примітка:** ГДК для літію (Li) становить згідно ДСанПіН 4630-88 0,03 мг/дм<sup>3</sup>; для стронцію (Sr) згідно ДСанПіН 2.2.4-171-10 – 7 мг/дм<sup>3</sup> для марганцю (Mn) згідно ДСанПіН 2.2.4-171-10 – 0,5 мг/дм<sup>3</sup>; для заліза (Fe) згідно ДСанПіН 2.2.4-171-10 – 1,0 мг/дм<sup>3</sup>

підземних водах окремих свердловин навколо ставка-накопичувача шахтних вод у балці Свистунова [5]. Аналіз отриманих даних свідчить, що міграція забруднюючих елементів металів відбувається в тій чи іншій мірі в усіх географічних напрямках навколо ставка шахтних вод. В той же час, станом на 2016 рік утворилася певна техногенна гідрогеохімічна аномалія *локального типу* для макроелементів літію, стронцію, марганцю і заліза. Вказаний геохімічний бар'єр одночасно для всіх названих металів має місце у західному напрямку від ставка – накопичувача по гідрогеологічному розрізу А1-А2 (свердловини 604; 609; 618; 640; 642; 2207 тощо), що проходить зі сходу на захід території розміщення гідроспороди ставка-накопичувача. Саме в цій зоні зафіксовано найбільші перевищення норм ГДК для всіх елементів, а особливо для заліза (у воді свердловини 618 ГДК перевищено у 2800 разів!). Враховуючи структуру відповідного геолого-гідрогеологічного розрізу та лінію рівня води безнапірного водоносного горизонту неогену можна констатувати, що вказаний геохімічний бар'єр розміщений на рівні водоносного горизонту у відкладах середньо-верхньо-сарматського

підрегіојарусу верхнього міоцену у товщі пісків та вапняків. Причину утворення геохімічної аномалії одночасно для літію, стронцію, марганцю та заліза у проміжку території сільради між ставком – накопичувачем та лівим берегом річки Інгулець однозначно *назвати складно*. Однак можна відмітити, що у місці аномалії спостерігається певна особливість геологічних структур, а саме: має місце комбінація пісків та вапняків, тоді як по геологічному розрізу Б1-Б2 присутні лише вапняки. Таким чином, за першою версією вказана аномалія могла утворитися на природному геохімічному бар'єрі локальних вертикальних течій (скрізь пісок) за рахунок зсідання елементів із техногенних потоків фільтраційних вод ставка-накопичувача і місцевого підвищення концентрації складових компонентів.

Не виключна також і версія геохімічної природи аномалії. Із аналізу відомих науці даних [6], однотипним геохімічним бар'єром для літію та стронцію є *сорбційний*, а сорбентами для них можуть бути діроокиси заліза і марганцю. У свою чергу для заліза та марганцю одночасним геохімічним бар'єром є *відновлювальний*, який з великою вірогідністю міг сформуватися в умовах гідрогеологічних порушень на території сільради. Як відомо на відновлювальних бар'єрах здатні затримуватися елементи різних металів, а особливо багато їх (в тому числі залізо та марганець) концентрується на сульфатних відновлювальних бар'єрах. Таким чином, можна припустити, що високо мінералізовані сульфітно-хлоридні води фільтратів із ставка-накопичувача, забруднені мікроелементами літію, стронцію, марганцю та заліза, утворили в межах виявленої аномальної території підземний резервуар розсолів (наприклад, у карстовій порожнині), що став, перш за все, геохімічним бар'єром для елементів заліза та марганцю, окиси яких далі стали сорбентами для літію та стронцію.

**Висновки.** Фільтрати високомінералізованої шахтної води із ложа ставка-накопичувача шахтних вод у балці Свистунова за проектними припущеннями досягають 2 млн.м<sup>3</sup> за рік. Забруднення підземних вод відбувається на водоносному горизонті неогену з наступним його розвантаженням переважно по розломним тріщинам і вертикальним низхідним течіям у водні горизонти кристалічних порід. Частина підземних вод утворює також горизонтальні потоки у трьох напрямках: на захід і південний захід з кінцевим розвантаженням через витоки вдовж лівого берега річки Інгулець та на південь по тальвегу балки Широка. Геохімічні потоки забруднюючих металів у складі фільтратів присутні у всіх напрямках, але у західному потоці виявлено комплексний геохімічний бар'єр для металів літію, стронцію, марганцю та заліза. Утворення геохімічної аномалії можна пояснити наявністю підземної порожнини (карсту), що заповнена сульфатно-хлоридною водою фільтратів, на рівні якої і утворився геохімічний бар'єр



перш за все для елементів заліза та марганцю, а на базі їх окислів – бар’єр для літія та стронцію.

Вважаємо, що в подальшому важливо провести детальні геофізичні обстеження району виявленої підземної геохімічної аномалії латерального типу з метою підтвердження наявності підземної порожнини або водойми. Якщо буде таке виявлено, то **можна рекомендувати** використовувати метод визначення наявності гідрогеохімічних аномалій для прогнозу локалізації підземних порожнин.

*Список використаних джерел*

1. Алексеенко В. А. Экологическая геохимия. М.: Логос, 2000. – 628 с. ;
2. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. – М.: Высшая школа, 1988. – 328 с.
3. Соботович Э.В., Ольштынский С.П. Геохимия техногенеза / Отв. Ред. Г.В. Войткевич. – Киев: Наук. думка, 1991. – 228 с.
4. Дядін Д. В. Конспект лекцій з навчальної дисципліни “Прикладна літогеологія” / Д. В. Дядін, О. М. Дрозд; Харк. нац.ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Х. : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2013. – 39 с.
- 5.«Проведення комплексного аналізу екологічного стану навколишнього природного середовища (НПС) Новолатівської сільської ради та розробка комплексної програми забезпечення екологічної безпеки території Новолатівської сільради»./А.В.Петрухін, В.І.Антонік, Т.М. Кулькова та ін. (Пч.).-Кривий Ріг: НДГРІ ДВНЗ «КНУ», 2016.- 630с.
6. Чертко Н.К. Геохимия и экология химических элементов: Справочное пособие / Н.К. Чертко, Э.Н. Чертко Мн.: Издательский центр БГУ, 2008. –140 с.

Рукопис надійшов 09.05.2016 р.

УДК. 669.Д:331,82

*Д.В.Близнюков, научный сотрудник НИГРИ ГВУЗ «КНУ»,  
В.Ю.Белоножко, инженер, В.В.Кучма, канд. техн. наук, доцент кафедры  
«Прикладной механики и общинженерных дисциплин» ГВУЗ «КНУ»*

## **ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ НАКЛОННЫХ КАНАТНЫХ ПОДЪЕМНИКОВ**

*Рассмотрена динамика трогания и разгона на подъем наклонного канатного подъемника, в котором период продольных свободных колебаний в приводном канате соизмерим со временем разгона подъемника до крейсерской скорости. Найдена зависимость для расчета динамического усилия от ускоренного движения точки набегания каната на приводной барабан в течении времени разгона. Это усилие*