

Рис. 3. Хронологічний графік коливань об'ємних активностей <sup>90</sup>Sr в поверхневих водах каналу (1) і ґрунтових водах свердловини (2) на площі його водозбору в гідродинамічних умовах 4-го типу

**Висновки.** В результаті застосування методичного підходу, який поєднує режимні гідрогеологічні та радіологічні спостереження з розрахунками гідродинамічного балансу, виділено складові балансу, що впливають на забруднення та самоочищення ґрунтових вод. За умов значної невтриманості в часі значень об'ємної активності <sup>90</sup>Sr, кореляційний аналіз даних спостережень та балансових розрахунків дозволяє виділити провідні тенденції цих змін та головні чинники, що за них відповідають. Так було визначено, що в умовах слабкопорушених режимів з переважанням інфільтраційного живлення та бічного відтоку (1-й тип) домінує вторинне забруднення ґрунтових вод за рахунок інфільтрації та бічного притоку із прилеглих підтоплених територій. В роки, коли бічний відтік переважає над сумарним живленням ґрунтових вод на 47–70 мм (1999, 2001, 2002), відмічається помітне зменшення середньорічних концентрацій <sup>90</sup>Sr в ґрунтових водах, а в роки з рівномірним розподілом опадів (2001 і 2002) – зменшуються його концентрації і в поверхневих водах каналів. Головними чинниками вторинного радіоактивного забруднення ґрунтових та поверхневих вод в умовах 2-го типу є техногенний (нааявність закритого дренажу і підпірних споруд) і метеорологічний (кількість опадів) фактори. Це визначає більш прискорені темпи автореабілітації, але, при цьому, і більш інтенсивне винесення <sup>90</sup>Sr ґрунтовими водами в канали. Для приканальних ділянок у верхніх б'єсах перегороджуваних споруд (3-й тип) головним чинником змін концентрації радіонукліду є бічний притік поверхневих вод з каналу. На фоні значного впливу цього чинника, інфільтрація опадів відіграє позитивну роль в про-

цесах самоочищення ґрунтових вод прируслових ділянок. Для більш віддалених від каналів ділянок (>50 м) самоочищення пропорційно зростає по мірі збільшення переваги витратних складових балансу над прибутковими. На міжканальних ділянках з перемінним напрямком ґрунтового потоку (4-й тип) на динаміку змін концентрацій <sup>90</sup>Sr в ґрунтових водах в рівній мірі впливають бічний приток (пряма залежність) та відтік (обернена залежність). Якщо термін режимних спостережень досягає 8 і більше років, це дозволяє використовувати викладену методику та отримані залежності для достовірного прогнозування ступеню радіоактивного забруднення ґрунтових вод. При цьому слід враховувати константи трансформації паливних частинок та періоди напіврозпаду радіонуклідів.

1. Бугай Д.О., Джепо С.П., Курило С.М. Результати досліджень процесів водної міграції стронцію-90 на малому експериментальному водозборі "Борщі" в ближній зоні ЧАЕС // Бюлетень екологічного стану зони відчуження і зони безумовного (обов'язкового) відселення. – 2005. – № 25. – С. 57–67. 2. Шевченко О.Л., Наседкін І.Ю. Водно-радіаційно-балансові дослідження для обґрунтування водоохоронних заходів у Чорнобильській зоні відчуження. // Меліорація і водне господарство. – 2003. – Вип. 89. – С. 157–170. 3. Шевченко А.Л., Наседкін І.Ю. Естественно-антропогенные особенности формирования водообмена и распространения радиоактивных веществ на мелиоративных системах гумидной зоны // Водообмен в гидрогеологических структурах и Чернобыльская катастрофа. Ч. 1. – К., 2001. – С. 162–232. 4. Shevchenko A., Gudzenko V., Nasedkin I., Panasevitch E. Strontium-90 in surface and ground waters of the reclamation systems at the Chernobyl Exclusion zone // Environmental Geology. – 2001. – Vol. 40, I. 10. – P. 1177–1184. 5. Shevchenko A. Distribution and Migration of Radionuclides in Meliorated Areas // Chernobyl disaster and groundwater/ Ed. V. Shestopalov. – Tokyo, 2002. – P. 133–186.

Надійшла до редколегії 28.05.09

УДК 550.42:546

І. Кураєва, д-р геол. наук, Е. Локтіонова, мол. наук. співроб.  
В. Манічев, канд. геол.-мінералог. наук, Е. Гущина, асп.

### ГЕОХІМІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ҐРУНТІВ ПРИРОДООХОРОННИХ ОБ'ЄКТІВ СХІДНОЇ ЧАСТИНИ ПІВДЕННОГО БЕРЕГА КРИМУ

(Рекомендовано членом редакційної колегії чл.-кор. НАН України, д-ром геол.-мінералог. наук, проф. О.Ю. Митропольським)

Наведено дані про закономірність розподілу хімічних елементів в ґрунтоутворних породах, ґрунтах та рослинності території заповідних зон східної частини Південного берега Криму.

Data of the regularity distribution of the chemical elements in the soilforming rocks, soils and plants of the reserved zones of eastern part of south coast Crimea were putting.

**Вступ.** Вивчення геохімії ґрунтів в заповідних зонах України в даний час є актуальною задачею, оскільки без

знання закономірностей накопичення мікроелементів і розподілу їх в ґрунті складно проводити моніторинг в

системі: порода – ґрунт – рослини. Насьогодні подібні дослідження мали недостатнє поширення на території Криму, зокрема Південного Берега Криму (ПБК) [4; 8; 9].

**Мета досліджень.** Метою нашої роботи було вивчення закономірності розподілу мікроелементів в ґрунтах, ґрунтоутворюючих породах і рослинах на території заповідних зон Східної частини ПБК.

**Об'єкти досліджень.** Об'єктами досліджень були ґрунти, ґрунтоутворюючі породи, рослини і оцінка їх еколого-геохімічного стану на ділянках природоохоронних об'єктів східної частини ПБК: державних заповідників Мис Март'ян, Карадаг і заповідника Алчак-Кая. Досліджені нами природоохоронні зони належать комплексу Гірсько-кримського біосферного природного центру (ГКБПЦ), який тягнеться від Тарханкутського до Керченського півостровів, включаючи розташовані між ними Кримські гори. Геоструктурна область розташування об'єктів досліджень – Гірський Крим. Південний берег Криму виділений в окрему еколого-геохімічну зону, що характеризується різноманітністю ландшафтів з унікальними природними особливостями. Мис Март'ян розташований в районі дії складних і тривалих геологічних процесів, пов'язаних як з відкладами осадових порід (переважно вапняків середньо- і верхньоюрсько-тріасового віку), так із тектонічними рухами. У результаті чого від Нікітського хребта відокремилися блоки, що опустилися до моря і утворили власне мис Март'ян. Ґрунти тут переважно коричневі гірські, інколи – карбонатні, сформовані на різновікових піщано-глинистих сланцях [4].

Природний заповідник Алчак-Кая розташовується на південно-східному краю мису Меганом, примикаючи до східної околиці м. Судак. У геоморфологічному плані заповідник є прибережною зоною Меганома з характерним нагромадженням крупних скельних глин і розташованих між ними ділянок ґрунтів з незначним рослинним покривом. Прямовисті скельні виходи корінного берега, а також їх уламки, створюють кам'яний хаос, представлені крейдяними вапняками, для яких характерні крупні прожилки кальциту. Потужність ґрунтового покриву змінюється згідно похилого профілю від 10 до 25 см. В ґрунті зустрічається велика кількість уламків вапняків різної розмірності.

Карадаг – гірський масив, розташований між Отузьскою і Коктебельською долинами, недалеко від природної межі між степовою і гірською частинами Криму. Ландшафти, які формують Карадаг, відрізняються великою

різноманітністю і розташовуються на контакті контрастних тектонічних і орографічних структур, на межі помірного і субтропічного кліматичних поясів, у тому числі на контакті лісів і степів, моря і суші [6]. Південно-східна і центральна частини заповідника складені вулканогенними породами: туфами, андезитами, трасами тощо, а інша частина – породами осадового походження: вапняками, флішем, конгломератами.

Унікальність і наукова цінність розглянутих територій полягає в тому, що тут збереглися типові природні ландшафти і багатий генофонд флори і фауни середземноморського типу. Рослинність, в основному, представлена лісами: дуба пухнастого, рідколісся ялівцю високого і сосни кримської. Рослинність, за геоботанічним районуванням, належить гірськокримській окрузі Середземноморської лісової області [6].

Ґрунтовий покрив можна звести до чотирьох основних типів: коричневого гірського, бурого гірсько-лісового, гірського дерново-карбонатного і безкарбонатного ґрунту, пересипаним темно-сірим дрібноземом [3].

**Методи досліджень.** Визначення вмісту хімічних елементів проводилося методом атомно-абсорбції на приладі КАС-115, рухомі форми мікроелементів визначалися згідно методики В.А. Кузнецова і Г.А. Шимко [7]. Мінералого-геохімічні дослідження виконувалися згідно загальноприйнятих методик [1], а фізико-хімічні дослідження ґрунтів – за методикою Е.В. Аринушкіної [2].

**Результати досліджень.** Коричневі гірські ґрунти є найпоширенішими. Формуються вони в умовах субсередземноморського клімату при глибокому заляганні ґрунтових вод. Залежно від ґрунтоутворюючих порід ці ґрунти представлені карбонатними, безкарбонатними і солонцюватими різновидами. Потужність гумусованої товщі становить від 20–30 см до 70 см, рН ґрунтів близько 7, кількість гумусу коливається від 2 до 3,7 %. Гірські бурі лісові ґрунти відрізняються від коричневих великим змістом гумусу (від 3 до 8 %). Вони утворюються як на вулканічних, так і на вапнякових породах. рН ґрунтів – 6,2–8,0. Гірські дернові безкарбонатні ґрунти складаються у верхній частині з дернини, потужністю до 6–8 см, знизу горизонт представлений щебенем з дрібноземом. рН – 7,1–7,6. Кількість гумусу 6,5–8 %. Карбонатні щебнисті чорноземи розвинені на карбонатних піщано-глинистих сланцях. Хімічний склад ґрунтів приведений в табл. 1.

Таблиця 1

Хімічний склад ґрунтів, %

Окси	Гірські дернові карбонатні	Гірські дернові безкарбонатні	Коричневі гірські	Бурі гірсько-дернові	Мулисті
SiO <sub>2</sub>	49,08	52,99	53,48	54,86	52,7
TiO <sub>2</sub>	1,32	1,48	1,32	1,48	1,48
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,07	15,58	15,38	15,58	17,42
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,42	6,4	6,22	5,59	5,28
FeO	1,94	1,65	1,65	2,08	2,66
MnO	0,17	0,18	0,2	0,21	0,02
MgO	2,27	2,27	2,11	2,27	2,27
CaO	3,48	1,16	1,62	2,09	2,09
Na <sub>2</sub> O	0,72	0,82	1	1,16	0,72
K <sub>2</sub> O	2,42	2,82	2,42	2,62	2,94
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,3	0,26	0,36	0,26	0,26
H <sub>2</sub> O	3,03	2,09	3,32	2,04	1,89
п.п.п	14,29	11,81	11,39	9,76	10,08
Сума	99,51	99,51	100,47	100	99,81

Середній вміст мікроелементів в ґрунтах і ґрунтоутворюючих породах показаний в табл. 2. Ґрунти заповідника Мис Март'ян і заповідника Алчак-Кая тут представлені гірськими бурими лісовими. В заповіднику Карадаг досліджувалися коричневі гірські ґрунти. Ґрунтоутворюючі породи представлені вапняками, мергелями,

глинами. На території Карадагу також, але у меншій мірі, представлені уламками вулканічних порід.

Спостерігається підвищений вміст Cu, Pb, Zn в ґрунтах заповідника Карадаг, що пояснюється рудною геохімічною спеціалізацією порід вулканічного генезису.

Таблиця 2

Середній вміст мікроелементів у ґрунтах і ґрунтоутворюючих породах (мг/кг)

Елемент	Заповідник Мис Март'ян		Заказник Алчак-Кая		Заповідник Карадаг	
	Ґрунти	Ґрунтоутворюючі породи	Ґрунти	Ґрунтоутворюючі породи	Ґрунти	Ґрунтоутворюючі породи
Cu	12,0	21,0	50,2	3,2	100,0	31,8
Pb	20,0	15,5	58,9	3,0	100,0	27,27
Co	8,0	14,7	4,1	0	5,4	3,0
Ni	15,0	47,5	40,0	6,0	15,5	21,45
Zn	15,0	105,0	75,0	60,3	200,0	89,1
Mo	0,5	0,9	2,01	0	5,63	2,0
Cr	25,0	71,5	49,1	5,9	60,0	25,2
Be	1,5	2,2	0,5	0	3,6	0,5
Nb	--	16,0	4,10	3,0	6,8	4,7
Sc	12,0	14,2	14,0	4,2	12,6	14,5
Zr	200,0	187,0	150,0	45,2	182,4	137,72

Для більш детального дослідження розподілу хімічних елементів потрібні додаткові мінералого-геохімічні дослідження.

У даний час особливе значення набуває вивчення форм знаходження елементів [2], яке характеризує їх

міграцію і накопичення в об'єктах екосистеми. Проведено вивчення основних форм знаходження деяких мікроелементів на прикладі Карадазького заповідника (табл. 3).

Таблиця 3

Розподіл форм міграції важких металів у ґрунтах Карадазького природного заповідника, мг/кг

Елемент	Валовий вміст	Водорозчинна	Обмінна	Карбонатна	Органічна	Сорбована	Важкорозчинна
Cu	42,6	0,11	3,02	2,89	12,8	7,92	26,7
Pb	34,2	0,05	1,78	1,98	9,85	6,29	19,95
Zn	24,0	0,04	1,56	1,44	6,26	4,03	11,90
Cr	76,0	0,08	1,60	3,65	21,36	10,72	37,39
Ni	48,0	0,05	1,25	1,87	12,77	7,78	23,71
Co	11,0	0,01	0,26	0,45	2,90	1,6	5,35
Be	1,4	0,00084	0,03	0,05	0,42	0,18	0,68
Cd	0,07	0,0001	0,003	0,002	0,02	0,009	0,03

Як видно з табл. 3, водорозчинна складова незначна. Найбільший вміст досліджуваних хімічних елементів перебуває у важкорозчинній, органічній і сорбованій формах. Вміст валових і рухомих форм не перевищує ГДК [5]. Також був визначений середній вміст мікроелементів в листі і хвої рослинності досліджуваної території (табл. 4).

Спостерігається кореляція (r=0,72) між вмістом хімічних елементів в рослинності і ґрунтах. Розподіл мікроелементів в різновидах рослин і зіставлення їх вмісту представлено на рис. 1.

Таблиця 4

Середній вміст металів у рослинності, мг/кг

Елемент	Заповідник Мис Март'ян		Заказник Алчак-Кая	Заповідник Карадаг	
	листя	хвоя	листя	листя	хвоя
Cu	2,7	2,6	50,3	40,1	42,3
Pb	1,3	1,2	20,1	30,3	6,45
Co	--	--	--	2,0	2,0
Ni	0,6	0,5	10,0	19,4	15,37
Zn	3,6	3,2	45,3	43,8	15,02
Mo	0,08	0,06	7,4	5,0	2,43
Cr	0,7	0,6	8,9	7,9	6,76
V	0,2	0,5	18,9	27,6	6,22
Ti	8,2	25,6	690,0	962,5	124,8
Sn	0,1	--	2,1	2,75	2,5
Mn	50,5	20,0	82,0	537,5	35,3
Ba	31,6	--	210,1	226,25	150,0
Be	--	--	--	0,75	--
Nb	--	--	3,3	3,1	--
Zr	--	--	35,0	68,7	28,9
Ag	0,02	0,005	--	0,75	--
Sc	--	--	2,8	4,38	1,45

Накопичення мікроелементів визначається вмістом їх в ґрунтовому покриві і фізіологічними особливостями рослинності. В коренях трави, а також в лишайниках, нагромаджується найбільша їх кількість (цинку – до 200 мг/кг). В хвої (сосна, кипарис) розподіл мікроелементів помітно відрізняється між собою. Мідь, свинець, цинк, хром і нікель переважають в хвої кипариса. Голки сосни більше накопичують мідь. В даному випадку зі-

ставлення проводилося по ґрунтам із близьким вмістом цих елементів.

На підставі отриманих результатів нами були розраховані коефіцієнти біологічного переходу (КБП) елементів у рослини. Це біохімічний показник, що показує відношення вмісту хімічних елементів в ґрунті до вмісту цих елементів в рослинності. Він характеризує особливості надходження елементів в рослини (рис. 2).

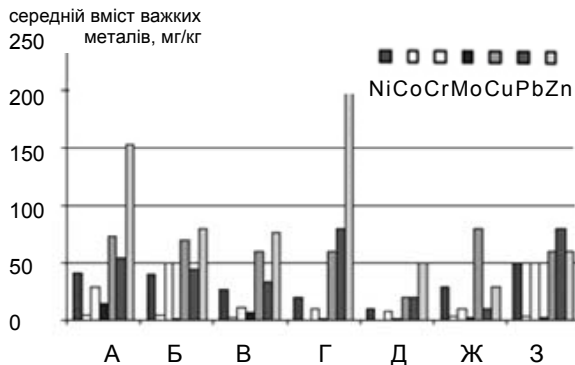


Рис. 1. Середній вміст важких металів у різновидах рослин: А – корені трави, що росте, Б – стебла трави, В – листя трави, Г – лишайники, Д – мох, Ж – голки сосни, З – голки кипарису

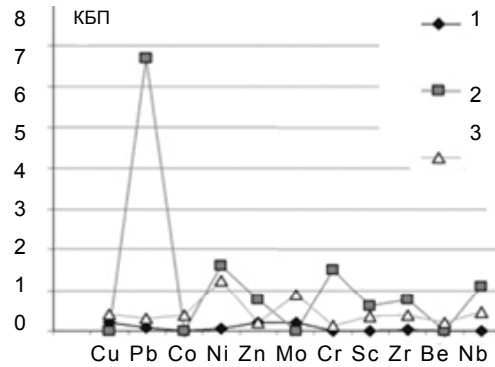


Рис. 2. Середній коефіцієнт біологічного переходу (КБП) у системі листя/грунт: 1 – мис Март'ян, 2 – Алчак-Кая, 3 – Карадаг

На рис. 2 видно, що КБП для заповідника Алчак-Кая по елементам Ni, Cr і Nb перевищує 1, а КБП Pb сягає майже 7, що вимагає подальшого більш ретельного дослідження. На території Карадагу тільки Nb має КБП більше 1. Для заповідника Мис Март'ян біологічні коефіцієнти менше одиниці.

**Висновки.** Проведені геохімічні дослідження ґрунтів на території таких природоохоронних об'єктах східної частини ПБК, як природний заповідник Алчак-Кая, державні природні заповідники Кара-Даг і Мис Март'ян дозволяють визначити:

- 1) геохімічну роль комплексів порід різного генезису у накопиченні важких металів в ґрунтах і рослинах;
- 2) мінералого-геохімічний склад цих ґрунтів;
- 3) форми знаходження важких металів на прикладі ґрунтів Карадагського державного природного заповідника;
- 4) порівняльний еколого-геохімічний аналіз ґрунтів в різних заповідних зонах східної частини ПБК і вплив антропогенного чинника на накопичення важких металів.

1. Амосова Я.М., Орлов Д.С., Садовникова Л.К. Охрана почв от химического загрязнения. – М., 1989. 2. Ариушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М., 1970. 3. Атлас почв Украинской ССР / Под ред. Н.К. Крупского, Н.И. Полупанова. – К., 1970. 4. Жовинський Е.Я., Кураєва І.В., Самчук А.І та ін. Важкі метали у ґрунтах заповідних зон України: Препринт. – К., 2005. 5. Загальнодержавна програма формування національної екомережі України на 2000–2015 рр. / Офіц. вісн. Укр. – 2000. – № 43. – С. 6–33. 6. Заповідний Карадаг. Путеводитель. Научно-популярные очерки / Под ред. А.Л. Морозовой. – Симферополь., 2007. 7. Кузнецов В.А., Шимко Г.А. Метод постадийных вытяжек при геохимических исследованиях. – Минск., 1990. 8. Новикова Ю.А., Новикова Л.Н. Оценка экологического состояния природной среды районов химических предприятий и курортных зон по геохимическим данным // IV объединенный международный симпозиум по проблемам прикладной геохимии, посвященный памяти академика Л.В. Таусона. – Иркутск., 1994. 9. Новикова Л.Н., Новиков Ю.А. Комплексные эколого-геохимические исследования как метод прогнозирования экологических изменений геологической среды (на примере Крыма) // Международный симпозиум по прикладной геохимии стран СНГ. – М., 1997.

Надійшла до редколегії 28.05.09

## ГЕОЛОГІЧНА ІНФОРМАТИКА

УДК 552.08

С. Вижва, д-р геол. наук, проф.,  
А. Гожик, канд. геол.-мінералог. наук, доц., І. Філіппакі, асп.

### ДОСЛІДЖЕННЯ НЕРОЗЧИННОГО ЗАЛИШКУ КАРБОНАТНИХ ПОРІД ЗАРІЧНОЇ ПЛОЩІ ДДЗ КОМПЛЕКСОМ МЕТОДІВ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол.-мінералог. наук, проф. В.М. Курганським)

Розглянуто два метода визначення нерозчинного залишку  $C_{нз}$  хімічний та рентген-флуоресцентний методи дослідження карбонатних порід-колекторів. Наведені та порівняні результати, побудовані залежності для колекції керну Зарічної площі ДДЗ.

These two methods determine a insoluble residue chemical and X-ray fluorescent methods research carbonate rocks of collectors. Presented and compared, the results, the dependence was built by two methods research Zarechnaya core area.

**Вступ.** Перспективи приросту видобутку нафти та газу на території основних нафтогазоносних провінцій України пов'язані із складнобудованими породами-колекторами, в першу чергу з карбонатними породами. Важливим етапом визначення перспектив нафтогазоносності окремих інтервалів розвитку карбонатних порід є дослідження мінерального складу речовини, зокрема нерозчинного залишку. Вміст нерозчинного залишку ( $C_{нз}$ ) в лабораторних умовах визначається за мінеральним складом порід, а в умовах залягання – за даними геофізичних досліджень свердловини (ГДС). Аналіз мінералогічного складу нерозчинного залишку дозволяє класифікувати породи-колектори та є додатковим джерелом інформації для подальших палеорекострукцій. Окрім того визначення частки нерозчинного залишку в загальному об'ємі карбонатної породи дозволяє оцінити можливість

формування значимих обсягів порового простору при епігенетичних перетвореннях, і, як наслідок – поліпшити якість прогнозу перспектив нафтогазоносності карбонатних порід [1–8]. Розробка нових методів і методик дослідження складнобудованих порід-колекторів нафти та газу є одним з основних завдань фундаментальних та прикладних досліджень петрофізичної лабораторії кафедри геофізики та лабораторії мінералого-геохімічних досліджень геологічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Основним методом визначення нерозчинного залишку до недавнього часу вважався хімічний метод. На геологічному факультеті в комплексі досліджень порід-колекторів нафти і газу крім петрофізичних, мікронінералогічних, петрографічних методів використовується рентген-флуоресцентний метод визначення елементно-