

ГЕОХІМІЧНІ АНОМАЛІЇ ЗОЛОТА В КОРАХ ВИВІТРЮВАННЯ БРУСИЛІВСЬКОЇ ШОВНОЇ ЗОНИ

Е.Я. Жовинський¹, В.М. Павлюк², Н.О. Крюченко¹, О.А. Жук¹, К.Е. Дмитренко¹, Т.М. Слободенюк¹, О.М. Жук¹

1 – Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України, просп. ак. Палладіна, 34, Київ, Україна

2 – Правобережна геологічна експедиція, м. Фурси

Розглянуто особливості розподілу золота та інших хімічних елементів у різних типах кір вивітрювання Брусилівської шовної зони – первинного каоліну, гідрослюдисто-глинистий та дресвяно-глинистий. За розрахованим значенням кларку концентрації встановлено, що гідрослюдисто-глиниста кора характеризується максимальним вмістом золота та інших хімічних елементів. Цей тип кори є найбільш перспективним з точки зору загальної оцінки золотоносності досліджуваних кір вивітрювання.

За результатами проведених на полігоні Крилівка літохімічних робіт та подальшого визначення вмісту рухомих форм хімічних елементів встановлено аномальні ділянки за вмістом золота, свинцю та літію, визначено їх можливий зв'язок з наявністю тектонічних порушень.

Ключові слова: золото, геохімічні аномалії, кори вивітрювання.

Вступ. Актуальність роботи визначена все більшою увагою до золотоносних кір вивітрювання як джерела промислового золота. Розширення сфери використання золота не тільки в якості валютного металу, але в новітніх технологічних процесах вимагає наявності стійкої сировинної бази. У зв'язку з цим значний інтерес для промислового освоєння можуть становити золотоносні кори вивітрювання, що характеризуються великими площами поширення і відносно невисоким вмістом металу. Золотоносні об'єкти такого типу розташовані поблизу земної поверхні та мають високий ступінь дезінтеграції речовини, що робить їх економічно привабливими. У сучасних економічних умовах для пошуку золота в корях вивітрювання є необхідним створення дешевих і простих методик пошуку та розвідки, що спираються на визначення вторинних ореолів розсіювання золота й елементів-індикаторів.

Мета роботи полягає у виявленні ділянок вторинного концентрування золота в гіпергенних умовах.

Методи досліджень. Виконано понад 3000 аналізів проб, відібраних з різної глибини у свердловинах. Золото визначено за допомогою спектроскопометричного аналізу, інші елементи – напівкількісного спектрального аналізу (Правобережна геол. експедиція, м. Фурси).

Вміст рухомих форм хімічних елементів у поверхневих відкладах визначено методом

атомної абсорбції у ІГМР НАН України (понад 700 аналізів).

Характеристика району досліджень. Брусилівська (Немирівсько-Кочерівська) шовна зона розділяє Волино-Подільський і Білоцерківський мегаблоки. Для району характерна триарусна будова. Кристалічний фундамент складений метаморфічними, ультраметаморфічними і магматичними структурно-речовинними комплексами архейського та протерозойського віку, сформованими протягом кількох тектонічних циклів. На денну поверхню породи фундаменту виходять лише в долинах водотоків. Кора вивітрювання кристалічних порід зберіглась від повного розмиву практично на усіх ділянках (виключення долини річок). Потужність її подеколи перевищує 100 м, середня потужність становить 10–15 м. На вододілах кристалічні породи та їхня кора вивітрювання перекриті осадовими відкладами кайнозойського віку. Середня потужність покривного комплексу – перші десятки метрів. Четвертинні відклади перекривають більш давні утворення на всій території досліджень, утворюючи чохол потужністю до 40–55 м. За рельєфом це прильодовикова слабогорбиста лісостепова рівнина з абсолютними відмітками від 151 м на північному сході до 322 м на південному заході [2].

У цій зоні нами досліджено чотири полігони – Сидори, Білка, Світинці і Крилівка (рис. 1).

На території району сприятливими для локалізації золотого зруденіння є породи

© Е.Я. Жовинський, В.М. Павлюк, Н.О. Крюченко, О.А. Жук, К.Е. Дмитренко, Т.М. Слободенюк, О.М. Жук, 2013

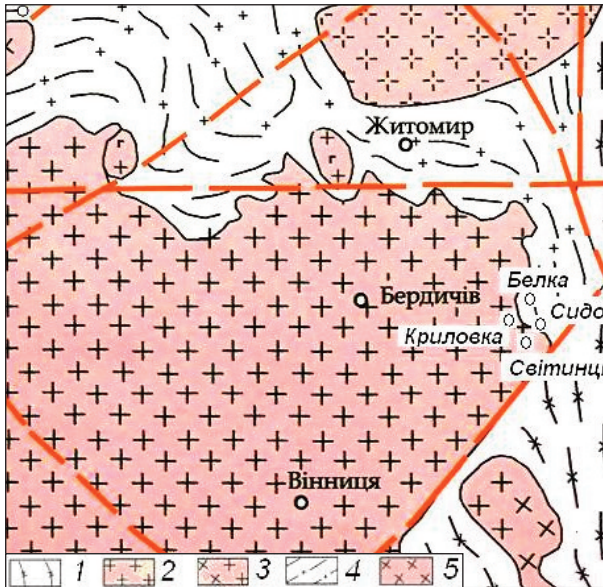


Рис. 1. Схема геологічної будови західної частини Українського щита [5]: 1 – росинсько-тікицька серія з гранітоїдами звенигородського і мігматитами уманського комплексів, 2 – граніти бердичівського комплексу, 3 – діорити, гранодіорити і граніти гайсинського комплексу, 4 – тетерівська серія з гранітами і мігматитами житомирського комплексу, 5 – габро, діорити, гранодіорити і граніти осницького комплексу

основного і ультраосновного складу, основні кристалосланці, графітвмісні гнейси, залістисті кварцити і, в першу чергу, приконтактіві зони цих утворень [2, 4]. Вірогідність формування ділянок багатого зруденіння зростає за сприятливих літолого-фаціальних умов, в першу чергу, за наявності активізованих зон тектонічних порушень. Процеси катаклазу, мілонітизації та підвищена тріщинуватість порід утворюють можливі шляхи для гідротермально-метасоматичних розчинів, які несуть із собою золото, часто разом зі сріблом, ураном та іншими елементами [2]. Утворення на цих ділянках потужної кори вивітрювання сприяє накопиченню цих елементів. Тут знаки золота виявлені в різних типах кори вивітрювання кристалічних порід.

Вміст золота до 10 г/т встановлений у корі вивітрювання порід основного складу на Сидорянському прояві разом з ураном і сріблом; знаки золота – у корі вивітрювання каолінового складу на Ставищенському, Сквирському і Ширмівському проявах. Перші дослідження щодо вивчення сольових ореолів золота й їхній кореляційний зв'язок із рудопроявами у корах вивітрювання було здійснено на ділянці Сидори [3].

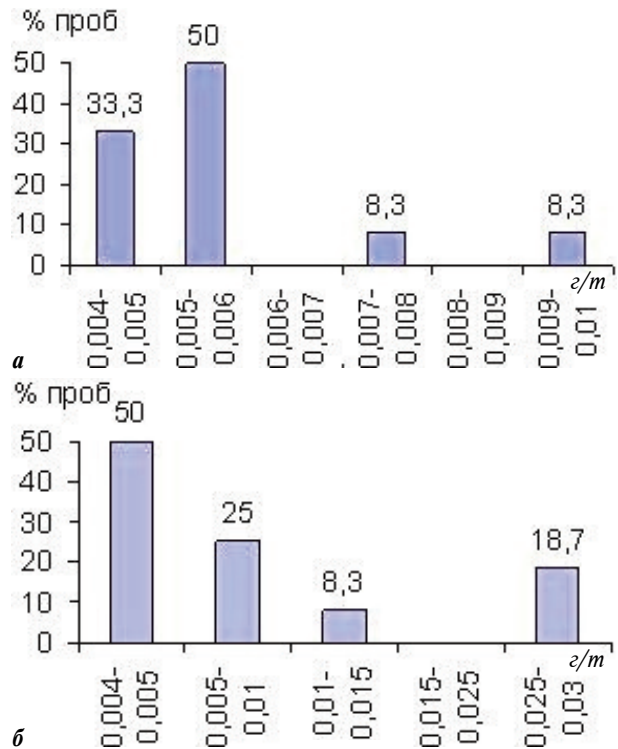


Рис. 2. Діаграми розподілу золота у корах вивітрювання: а – первинного каоліну, б – гідрослюдисто-глиниста

Результати та обговорення. Розподіл золота та інших елементів (статистичні характеристики) було проаналізовано у трьох типах кір вивітрювання – первинного каоліну, гідрослюдисто-глинистої та дресвяно-глинистої (таблиця).

Глиниста речовина кір вивітрювання – це комплекс глиноутворювальних мінералів, найголовніші з яких – каолінит, монтморилоніт і гідрослюда. Каоліни представлені частинками розміром 1–3 мкм, вони не здатні приєднувати і міцно утримувати велику кількість води, під час висушування порівняно легко віддають приєднану воду. Гідрослюди містять значну кількість оксидів лужних і лужноземельних металів, розмір частинок – 1 мкм. Гідрослюдисті глини за властивостями займають середнє положення між каолінітом і монтморилонітом [1, 6]. Завдяки аналізу розподілу золота в зоні первинного каоліну та гідрослюдисто-глинистий (рис. 2) визначено, що концентратом золота є остання, для якої характерна значна глибина залягання 22–36 м. Проби з кори вивітрювання первинного каоліну вміщують золота до 0,01 г/т, причому у понад 80 % встановлено 0,004–0,005 г/т. У пробах з гідрослюдисто-глинистої кори вивітрювання

Вміст хімічних елементів у корах вивітрювання та плагіогнейсах біотитових Брусилівської шовної зони, мг/кг

Елемент	Кора вивітрювання												Плагіогнейс біотитовий		
	Первинного каоліну				Гідрослюдисто-глиниста				Дресвяно-глиниста				Min	Max	Mean
	Min	Max	Mean	Кк	Min	Max	Mean	Кк	Min	Max	Mean	Кк			
Au	0,005	0,010	0,005	1,000	0,005	0,030	0,005	1,000	0,003	0,010	0,005	1,000	0,005	0,010	0,005
Sc	0,3	1,0	0,6	0,7	0,3	0,7	1,0	1,1	0,7	1,0	0,8	0,8	0,7	1,0	0,9
P	15,0	50,0	29,8	0,6	15,0	30,3	70,0	1,4	30,0	100,0	52,6	1,0	30,0	70,0	51,7
Pb	0,1	7,0	1,3	0,5	0,1	2,1	5,0	2,0	1,5	20,0	4,2	1,7	0,3	5,0	2,5
As	1,5	7,0	2,0	0,5	1,5	2,4	5,0	1,4	1,5	5,0	1,9	0,5	1,5	15,0	3,6
Ca	0,5	5,0	1,3	0,5	0,1	1,7	3,0	1,2	1,5	5,0	2,5	1,0	1,5	5,0	2,5
Ge	0,1	1,0	0,2	0,5	0,1	0,4	1,5	5,0	0,2	0,7	0,4	1,2	0,2	1,0	0,3
Bi	0,1	0,7	0,3	0,9	0,1	0,3	0,5	1,7	0,1	0,5	0,3	0,9	0,1	0,5	0,3
Ba	15,0	30,0	19,4	0,9	15,0	16,4	50,0	2,4	15,0	30,0	15,8	0,8	15,0	70,0	21,0
Be	0,1	0,5	0,2	1,1	0,1	0,2	0,3	1,5	0,1	0,3	0,2	0,9	0,1	0,5	0,2
Mo	0,1	2,0	0,4	0,5	0,1	1,4	5,0	7,1	0,1	2,0	0,8	1,0	0,1	3,0	0,7
Sn	0,1	10,0	0,9	0,9	0,1	0,5	3,0	3,0	0,1	15,0	2,2	2,2	0,1	5,0	1,0
Cu	1,5	20,0	4,9	0,3	1,0	8,4	20,0	1,3	3,0	50,0	10,9	0,7	1,5	50,0	14,9
Ag	0,5	30,0	7,3	0,5	0,5	11,5	30,0	2,2	2,0	50,0	13,8	1,0	2,0	30,0	13,6
Y	1,5	15,0	2,7	1,3	0,8	1,9	3,0	1,5	1,5	3,0	1,8	0,9	1,5	3,0	2,0
La	2,0	20,0	6,7	2,0	2,0	3,6	20,0	5,9	2,0	7,0	3,5	1,0	2,0	5,0	3,4
Ce	0,0	20,0	4,8	1,5	1,0	3,2	15,0	4,8	1,0	5,0	3,0	1,0	1,0	5,0	3,1
Yb	0,1	0,5	0,2	0,9	0,1	0,2	0,3	1,5	0,1	0,3	0,2	0,8	0,1	0,3	0,2
Zn	2,0	50,0	10,0	0,2	2,0	30,2	150,0	3,4	5,0	100,0	33,9	0,8	10,0	100,0	43,5
Ni	0,1	20,0	1,7	0,1	0,1	8,6	30,0	2,1	0,0	20,0	13,1	0,9	7,0	20,0	14,5
Zr	0,3	50,0	20,3	0,7	5,0	21,7	50,0	1,8	5,0	50,0	22,1	0,8	10,0	50,0	27,5
Co	0,1	7,0	0,4	0,1	0,1	2,0	10,0	2,6	0,1	7,0	3,2	0,8	1,0	10,0	3,8
Cr	0,5	20,0	6,1	0,5	0,5	9,9	50,0	4,2	7,0	20,0	13,6	1,1	5,0	30,0	11,9
V	2,0	20,0	6,4	0,4	1,0	8,6	30,0	1,7	7,0	50,0	17,7	1,0	10,0	30,0	17,5
Mn	2,0	150,0	13,2	0,2	2,0	18,5	70,0	1,2	20,0	100,0	47,9	0,8	20,0	150,0	58,8
Ti	100,0	700,0	335,5	1,1	50,0	281,1	1000,0	3,2	200,0	500,0	357,9	1,1	20,0	500,0	315,4

вищий вміст – 75 % проб зі значенням – 0,005–0,01 г/т, а понад 18 % проб – 0,025–0,03 г/т. Кореляційний аналіз золота й інших елементів у корах вивітрювання показав достовірний позитивний зв'язок з Pb, Zn, Ag.

Для зони первинного каоліну, гідрослюдисто-глинистої та дресвяно-глинистої кор вивітрювання розраховано кларк концентрації (Кк). Він є показником, що відображає відношення значення вмісту елемента в корах вивітрювання до вмісту у материнських породах (плагіогнейса біотитового) (див. таблиця). Кк вищий від одиниці свідчить про накопичення елемента, менше одиниці – про збіднення на нього. Так, у гідрослюдисто-глинистій корі вивітрювання Кк майже для всіх елементів перевищує 1, тобто вказує на накопичення елементів. У корі вивітрювання зони первинного каоліну тільки лантан і церій мають високий Кк (2 та 1,5 відповідно); значення Кк для всіх інших елементів менше 1. У дресвяно-глинистій корі вивітрювання Кк перевищує одиницю

тільки для свинцю (1,7) та олова (2,2), інші елементи мають Кк від 0,8 до 1. Кк золота дорівнює 1, що не дозволяє зробити висновки щодо його накопичення чи розсіювання.

Аналіз середнього вмісту елементів у різних корах вивітрювання показав, що в гідрослюдисто-глинистій корі вивітрювання концентрація більшості елементів максимальна (див. таблицю).

Ефективність геохімічних методів пошуків рудопроявів за рухомими формами хімічних елементів доведено авторами [3, 4].

У даному випадку утворення потужних кір вивітрювання в зонах тектонічних порушень створює найбільш сприятливі умови для використання цього методу під час пошуків рудопроявів золота: це висока проникність кори вивітрювання та висока абсорбційна ємність матеріалу, що її складає. Такі роботи були проведені на ділянці Крилівка, що знаходиться у Ружинському районі Житомирської області, де у флювіогляціальних пісках дніпровського

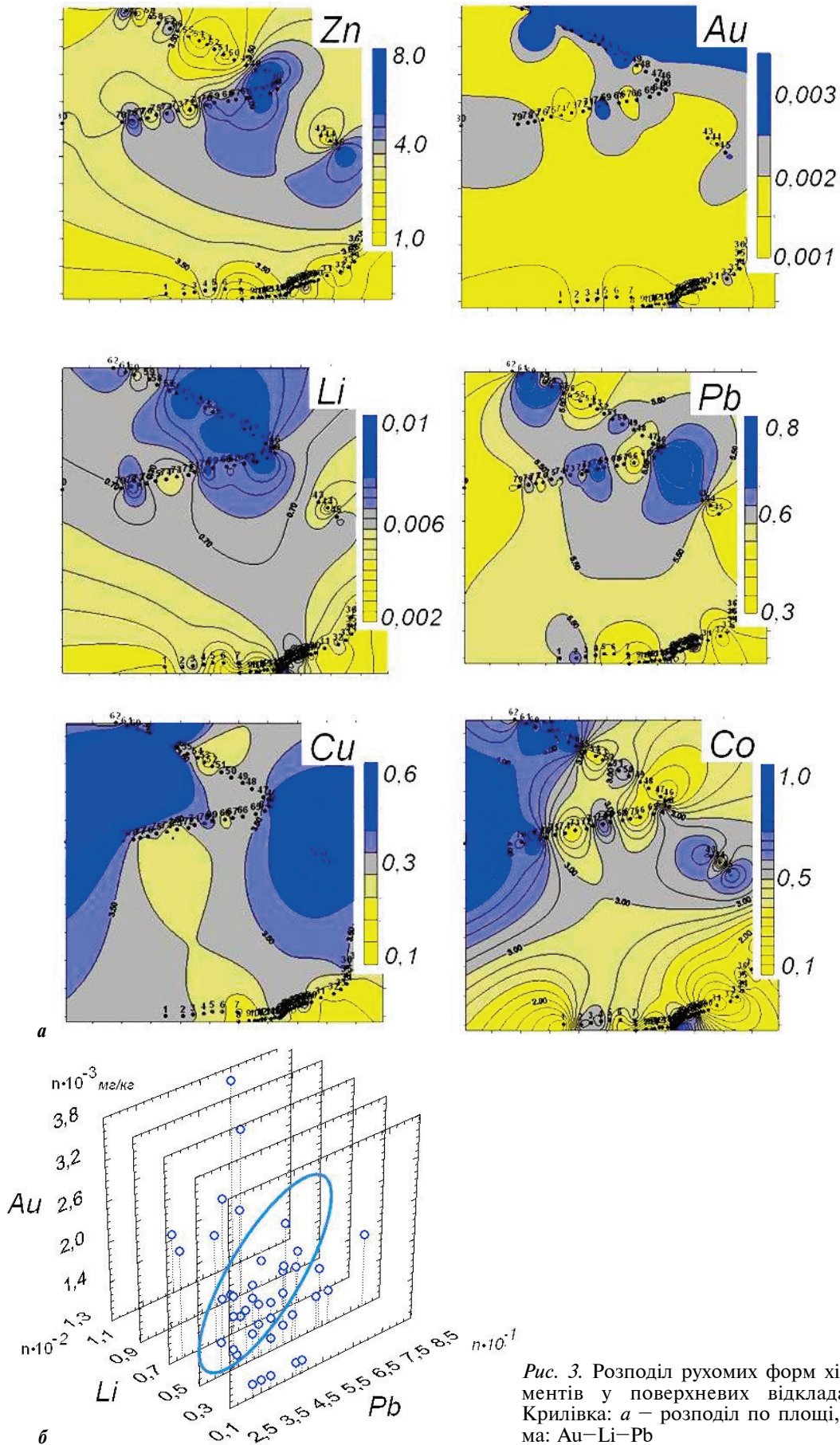


Рис. 3. Розподіл рухомих форм хімічних елементів у поверхневих відкладах ділянки Крилівка: а – розподіл по площі, б – діаграма: Au–Li–Pb

комплексу Правобережною геологічною експедицією встановлено знак золота.

Рельєф ділянки Крилівка – чергування підняття та западин. Локальні підняття, вірогідно, перебували в безперервному повільному підніманні, через що постійно відбувався розмив накопичених осадків. Про це свідчать геологічні розрізи в районі ділянки, де на тектонічних підняттях строкаті глини потужністю до 4 м незгідно залягають на розмитій поверхні бучацьких відкладів. У тектонічних пониженнях потужність глин досягає 12–20 м. Локальні западини не так чітко фіксуються, як підняття. Вони ширші, із меншим коливанням потужності осадків. На таких ділянках розрізу, як правило, відбувається зміщення кристалічного фундаменту, кори вивітрювання, відкладів нижньої крейди і палеоген-неогенових утворень.

На цій ділянці відібрано близько 250 проб поверхневих відкладів уздовж ярів та зроблено аналіз вмісту рухомих форм хімічних елементів за допомогою атомно-абсорбційного методу. Грунти дерново-підзолисті, рН складає 5,8–7,2. Під час обробки одержаних результатів встановлено фоновий вміст елементів. На основі цього виявлено ділянки, де вміст елементів є аномальним (рис. 3, а). Так, за фонового вмісту золота 0,0014 г/т було оконтурено площі, де його вміст перевищує фоновий утричі. Те ж стосується свинцю та літію, з якими золото має прямий кореляційний зв'язок (рис. 3, б).

У результаті аналізу розподілу металів, що корелюють із золотом, можна відзначити те, що їх об'єднує: літій і свинець концентрується внаслідок адсорбції в глинах і ґрунтах (верхніх

гумусових горизонтах); вміст їх рухомих форм по відношенню до валового вмісту – 10 %.

Як відомо, літій і свинець – елементи, які можуть накопичуватися у поверхневих відкладах у зонах тектонічних порушень, отже ділянки з можливим зруденінням можуть бути приурочені саме до таких зон.

Аномальний вміст цих металів в північно-західній частині ділянки, де концентрація золота максимальна, може бути показником для пошуків золота в корі вивітрювання.

Висновки. Розраховано статистичні показники за вмістом золота та інших елементів у різних типах кір вивітрювання – первинного каоліну, гідрослюдисто-глинистий та дресвяно-глинистий. Встановлено, що у гідрослюдисто-глинистий корі вивітрювання більша кількість проб має вищий вміст золота (до 0,03 г/т), а в інших типах кір вивітрювання це значення становить до 0,01 г/т.

За розрахованим кларком концентрації хімічних елементів у досліджуваних корах вивітрювання виявлено, що гідрослюдисто-глиниста кора вивітрювання є концентратором усіх хімічних елементів. Тобто, для пошуків золота цей вид кори вивітрювання є найбільш перспективним.

За результатами проведених літогеохімічних робіт на полігоні Крилівка з подальшим визначенням рухомих форм хімічних елементів встановлено, аномальні ділянки з вмістом золота, свинцю та літію. Визначено їх можливий зв'язок з наявністю тектонічних порушень.

Надійшла 17.09.2013

Література

1. Бурмин Ю.А. Геология металлоносных кор выветривания / Бурмин Ю.А. – М. : Недра, 1984. – 237 с.
2. Державна геологічна карта України. Масштаб 1 : 200 000. Центральноукраїнська серія. Аркуш: М-35-XXIV (Сквира). – К. : УкрДГРІ, 2005.
3. Жовинський Е.Я. Пошуки золота за вторинними ореолами (на прикладі рудопрояву Сидори) / Е.Я. Жовинський, Н.О. Крюченко, О.А. Жук // Пошук. та екол. геохімія. – 2011. – №11. – С. 61–66.
4. Жовинський Э.Я. Вторичные солевые ореолы и их значение при решении поисковых и экологических задач на территории Украины / Е.Я. Жовинський, Н.О. Крюченко // Проблемы комплексного освоения георесурсов. – Т. 2. – Хабаровск, 2011. – С. 124–129
5. Металічні корисні копалини України / Гурський Д.С., Єсипчук К.Ю., Калінін В.І. та ін. – К.-Львів: Центр Європи, 2006 – 793 с.
6. Перельман А.И. Геохимия элементов в зоне гипергенеза. – М. : Недра, 1972. – 288 с.

Жовинський Э.Я., Павлюк В.Н., Крюченко Н.О., Жук Е.А., Дмитренко К.Э., Слободенюк Т.Н., Жук А.М. Геохимические аномалии золота в корах выветривания Брусиловской шовной зоны. Рассмотрены особенности распределения золота и других химических элементов в различных типах кор выветривания Брусиловской шовной зоны – первичного каолина, гидрослюдисто-глинистой и дресвяно-глинистой. По рассчитанному значению кларка концентрации установлено, что гидрослюдисто-глинистая кора

выветривания характеризуется максимальным содержанием золота и других химических элементов. Этот тип коры наиболее перспективен, с точки зрения общей оценки золотоносности исследуемых кор выветривания.

По результатам проведенных литохимических работ на полигоне Крыловка определены подвижные формы химических элементов, по распределению которых установлены участки с повышенным содержанием золота, свинца и лития. Сделан вывод о их возможной связи с тектоническими нарушениями.

Ключевые слова: золото, геохимические аномалии, коры выветривания.

Zhovinsky E.Ya., Pavlyuk V.M., Kryuchenko N.O., Zhuk O.A., Dmitrenko K.E., Slobodenuk T.M., Zhuk O.M. Geochemical anomalies of gold in weathering crusts Brusyliv seam zone. The features of the distribution of gold and other elements in different types of weathering crusts Brusilovski suture zone – the primary kaolin clay and hydromica-clay and gruss-clay. According to the calculated value clarke concentrations found that hydromica-clay weathering crust is characterized by a maximum content of gold and other elements. This type of crust is the most promising in terms of an overall assessment of the investigated gold-bearing weathering crusts.

The results of the litochemical work at the site "Krylovka" are defined mobile forms of chemical elements, which are installed on the distribution of land containing a high content of gold, lead and lithium. The conclusion about their possible connection with the tectonic faults.

Keywords: gold, geochemical anomalies, weathering crust.