

УДК 553.41:551.311.231(477)

Ковальчук Мирон Степанович

доктор геологических наук, профессор,
заведующий отделом литологии,
Институт геологических наук НАН Украины,
01054, Украина, г. Киев, ул. О.Гончара, 55б
e-mail: kms1964@ukr.net

Крошко Юлия Владимировна

младший научный сотрудник,
Институт геологических наук
НАН Украины
e-mail: tamagoji.79@mail.ru

**ЦИФРОВАЯ
СТРУКТУРНО-ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ
МОДЕЛЬ ЗОЛОТОНОСНОСТИ КОРЫ
ВЫВЕТРИВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ
ЗОЛОТА БАЛКА ШИРОКАЯ (УКРАИНА)***Аннотация:*

В коре выветривания рудоносных пород месторождения золота Балка Широкая установлены точки минерализации и рудопроявления золота. Комплексность аномалий золота и его спутников в целом отражает ассоциации элементов в кристаллическом фундаменте, в частности аномалии золота сопровождаются аномалиями серебра, меди. В коре выветривания золото, серебро и медь перераспределяются в профиле коры выветривания и образуют ореолы вторичного обогащения. На основании цифровой структурно-литологической модели коры выветривания установлены особенности рельефа кровли и подошвы коры выветривания и отдельных ее зон в частности; характер пространственного распределения золота, меди, серебра в профиле коры выветривания и отдельных ее зон в частности; пространственная взаимосвязь аномалий металлов в коре выветривания и отдельных ее зонах; вариации содержаний элементов в элювиальной толще.

Ключевые слова: золото, месторождение золота Балка Широкая, кора выветривания, цифровая структурно-литологическая модель

DOI: 10.18454/2313-1586.2016.01.019

Koval'chuk Miron S.

doctor of geological sciences, professor,
the head of the department of lithology,
Institute of Geological Sciences of NAS Ukraine,
01054, Ukraine, Kiev, O. Gonchar St., 55b
e-mail: kms1964@ukr.net

Kroshko Yulia V.

junior researcher,
Institute of Geological Sciences
of NAS Ukraine
e-mail: tamagoji.79@mail.ru

**DIGITAL STRUCTURAL-LITHOLOGICAL
MODEL OF THE GOLD-BEARING
WEATHERING CRUST OF GOLD MINE
BALKA SHIROKAIA (UKRAINE)***Abstract:*

The ore-bearing rocks of the weathering crust deposits of gold Balka Shirokaia set points and occurrences of gold mineralization. Gold complex anomaly and its satellites in general reflect the association of elements in the crystal base, in particular gold accompanied by anomalies in the anomaly of silver, copper. The weathering crust of gold, silver and copper are redistributed in the profile of the weathering crust and form a secondary enrichment halos. Digital structural-lithological model of the weathering crust has allowed to establish the topography of the roof and base of the weathering crust and its separate areas in particular; character of the spatial distribution of gold, copper, silver bark weathering profile and its individual zones in particular; establish the relationship metal anomalies in the weathering crust and its separate zones; trace element contents of variation in the thickness of the eluvial.

Keywords: gold, gold deposit Balka Shirokaia, weathering crust, digital structural-lithological model

Месторождения золота в глинистых корах выветривания являются для Украины новым перспективным геолого-промышленным типом, поскольку на многих месторождениях и рудопроявлениях золота (Сергеевское, Балка Золотая, Балка Широкая, Юрьевское, Майское, Клиновское, Бобриковское, Чемерпольское, Полянецкое, Бакшинское, Савранское, Капитановское и других) развита кора выветривания, содержание золота в которой достигает промышленных значений. Пространственно-парагенетическое сочетание коренной и гипергенной золотоносности делает такие объекты инвестиционно привлекательными. Поэтому актуальным является исследование распределения золота и его элементов-спутников в профиле коры выветривания.

Месторождение Балка Широкая расположено в Никопольском районе Днепропетровской области, в 5 километрах на север от с. Чкалово и считается наиболее перспективным в пределах Чертомлыкской зеленокаменной структуры. Геологическое строение, рудно-формационную, минералогическую характеристику месторождения Балка Широкая, характеристику минералов и минеральных ассоциаций в разные годы осветили в производственных отчетах и научных трудах Белоус И. Р., Бобров А.Б., Бондаренко С.Н., Кирьянов Н.Н., Корниенко А.И., Монахов В.С., Нечаев С.В., Николенко К.И., Осадченко Н.Л., Петько В.Н., Рокачов С. А., Фомин Ю.А. и др. [1, 3, 4, 6, 8, 9, 10]. Детальное внимание ученых и производственников было уделено исследованию эндогенного золотого оруденения. Исследования золотоносности палеозой-мезозойской площадной коры химического выветривания, которая повсеместно залегает на золотоносных породах докембрия, имело подчиненный характер. Общие черты зональности коры выветривания и распределения в ней золота и его элементов-спутников были частично рассмотрены в публикациях О.Ю. Шестакова с соавторами [5].

Мощность палеозой-мезозойской площадной коры химического выветривания на отдельных участках месторождения Балка Широкая достигает 83 м. Профиль коры выветривания состоит из трех зон: зона дезинтеграции и выщелачивания (до 16 м); зона начального гидролиза (до 23 м); зона конечного гидролиза и окисления (до 44 м) [5]. Окраска отдельных зон и коры выветривания в целом пестрая (белая, светло-серая, серая, красно-желтая и др.) и обусловлена петротипом исходных пород субстрата, по которым образовался элювий, и преобладанием определенных гипергенных минералов. Элювий в основном состоит из обломков материнских пород, кварца, гидрослюд, гидрохлорита, серицита, каолинита, гётита, гидрогётита, гематита, сидерита и др. Видимое золото в коре выветривания встречается редко, однако в элювиальной толще установлены точки минерализации (с содержанием золота 0,1 – 0,5 г/т) и рудопроявления (с содержанием золота в породе до 6,0 г/т) золота на мощность в несколько метров.

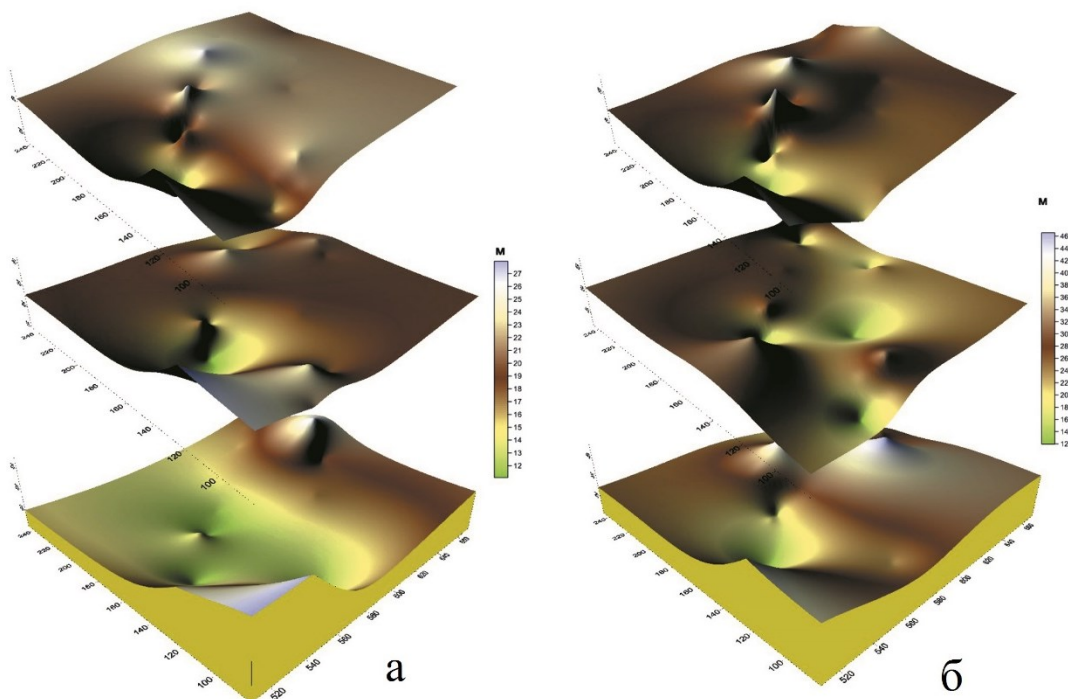


Рис. 1 – Карта поверхности (а) и подошвы (б) зон коры выветривания (снизу вверх: зона дезинтеграции и выщелачивания, зона начального гидролиза, зона конечного гидролиза и окисления)

Фактическим материалом исследований послужили координаты и описание скважин, данные опробования скважин на золото и его элементы-спутники. На основании фактического материала авторами построены литогеохимические колонки скважин, которые вскрыли золотоносную кору выветривания, и литологические разрезы, что позволило проследить распределение золота и его спутников (меди и серебра) в разрезе элювия.

С помощью математико-статистических методов (пакет прикладных программ Statistica-5) и ГИС-технологий (Golden Software Surfer) установлены параметры статистического распределения значений содержания золота, меди, серебра и коэффициенты корреляции между этими элементами в зонах профиля коры выветривания; выяснено распределение содержания элементов подгруппы меди в зонах элювия; установлены площадное и вертикальное распределение указанных элементов в элювиальной толще, а также геохимические барьеры и их типы; создана структурно-литогеохимическая модель золотоносной коры выветривания в пределах месторождения (карта мощности коры выветривания; карты мощности ее отдельных зон, карта зональности коры выветривания; карты поверхностей подошвы и поверхности коры выветривания и ее зон в частности; поэлементные (отдельно для золота, меди, серебра) карты распределения содержания элементов в коре выветривания в целом и в отдельных ее зонах в частности, совмещенные карты распределения содержания золота, меди и серебра в зонах коры выветривания и др.).

Проведенные исследования дали возможность сделать такие выводы:

1. Поверхность коры выветривания и отдельных ее зон ямочно-холмистая, обусловлена петрографической пестротой пород субстрата и различной их устойчивостью к процессам гипергенеза (рис. 1).

2. В коре выветривания статистически значимой среди элементов подгруппы меди является корреляция меди и серебра в зоне дезинтеграции и выщелачивания; с увеличением степени разложения золоторудных пород корреляционные связи между золотом, медью и серебром ослабевают и исчезают.

3. Наличие контрастных аномалий золота, меди и серебра в разрезе и по латерали коры выветривания свидетельствует об активной миграции их в гидрогенной форме в профиле коры выветривания.

4. Пестрый петрографический состав пород субстрата, различный литолого-минеральный состав зон коры выветривания и миграция элементов в профиле элювия обусловили мозаичную картину золото-, медно-, сереброносности коры выветривания в целом и отдельных ее зон в частности (рис. 2 – 4).

5. Содержание золота в зоне дезинтеграции и выщелачивания высокое и вариации его содержания различаются в 13,3 раза (в отдельных пробах 100 раз); в зоне начального гидролиза содержание металла ниже и имеет значительные вариации – до 26 раз (в отдельных пробах 130 раз); в зоне конечного гидролиза и окисления содержание золота повышается, а вариации его содержания значительно уменьшаются – до 5 раз, хотя в двух пробах это значение достигает 130 раз.

6. Содержание серебра в зоне дезинтеграции и выщелачивания довольно высокое и вариации содержания его минимальные – до 1,2 раза, хотя присутствуют отдельные пробы, где этот показатель достигает 200 раз; в зоне начального гидролиза содержание металла несколько ниже, а вариации его содержания не превышают 8 раз; в зоне конечного гидролиза и окисления содержание серебра повышается, а вариации его содержания увеличиваются до 20 раз.

7. Содержание меди в зоне дезинтеграции и выщелачивания высокое, вариации ее содержания незначительные – до 3 раз; в зоне начального гидролиза содержание металла снижается, а вариации его содержания увеличиваются до 13 раз; в зоне конечного гидролиза и окисления содержание меди несколько возрастает, а вариации содержания ее увеличиваются – до 6,6 раз.

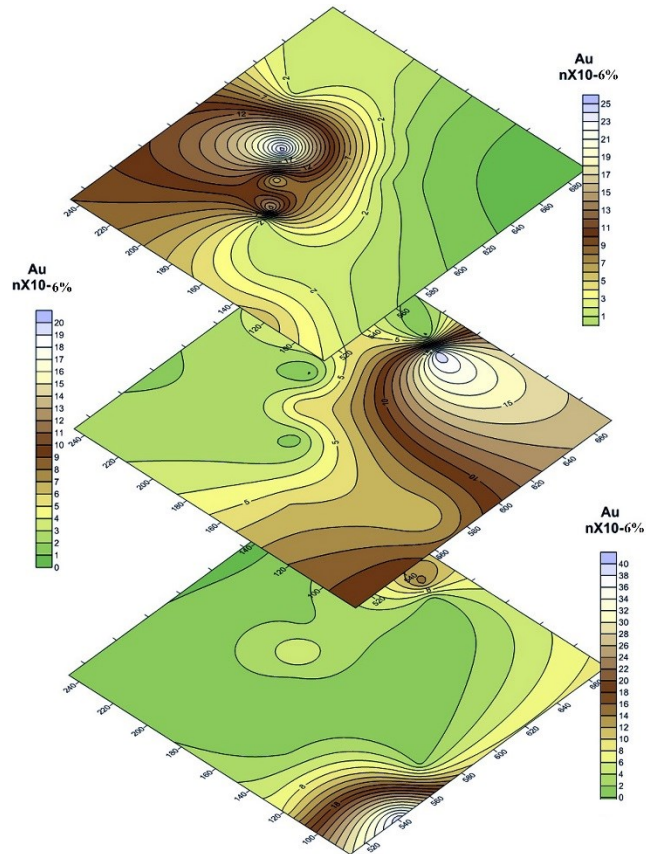


Рис. 2 – Распределение содержаний золота в зонах коры выветривания (снизу вверх: зона дезинтеграции и выщелачивания, зона начального гидролиза, зона конечного гидролиза и окисления)

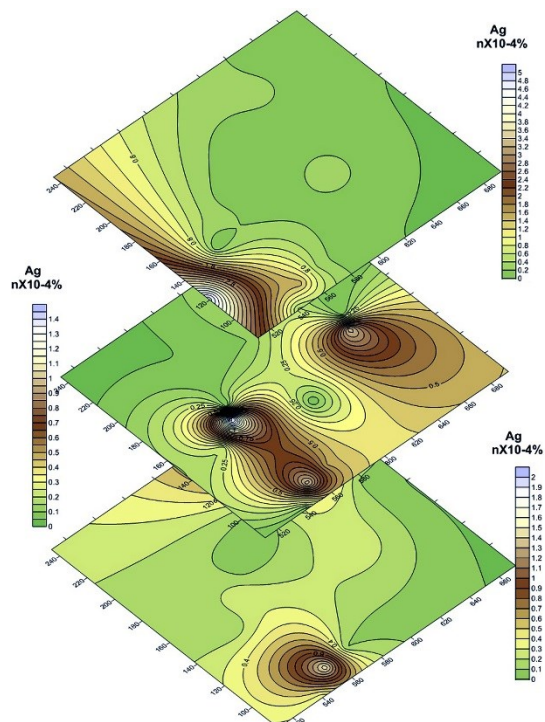


Рис. 3 – Распределение содержаний серебра в зонах коры выветривания (снизу вверх: зона дезинтеграции и выщелачивания, зона начального гидролиза, зона конечного гидролиза и окисления)

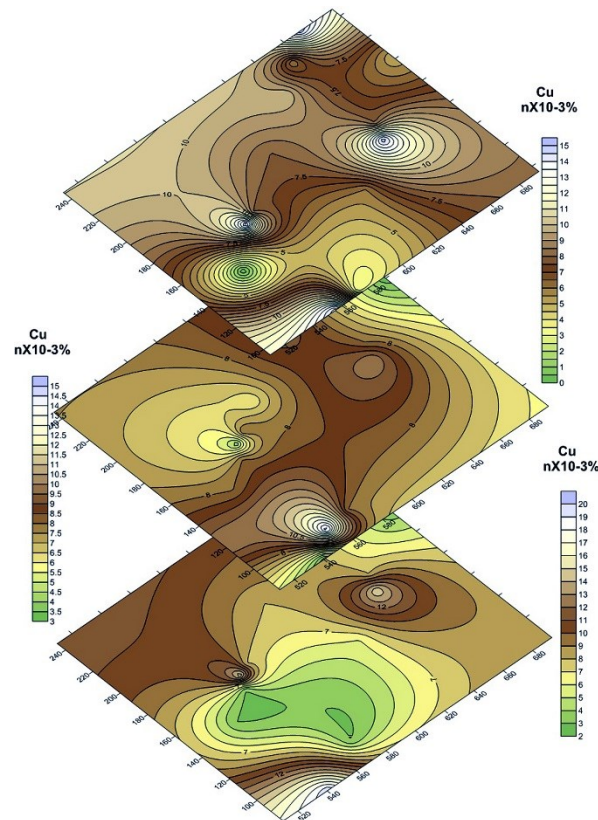


Рис. 4 – Распределение содержаний меди в зонах коры выветривания (снизу вверх: зона дезинтеграции и выщелачивания, зона начального гидролиза, зона конечного гидролиза и окисления)

8. Аномалии элементов в зоне дезинтеграции и выщелачивания в целом совпадают с конфигурацией и интенсивностью таковых в материнских породах и являются их продолжением (наследуемые); аномалии золота, меди и серебра в зоне начального гидролиза, а также в зоне конечного гидролиза и окисления образовались вследствие миграции их гидрогенных форм в профиле коры выветривания и последующим осаждением на геохимических барьерах.

9. Установлено, что на границе зон коры выветривания происходит рост водородного показателя pH, благодаря которому возникает щелочной геохимический барьер, что становится причиной разрушения комплекса $[AuCl_4]^-$, в виде которого золото находится в растворе [2, 7] и осаждения металла на щелочном геохимическом барьере [5].

10. В профиле коры выветривания снизу вверх увеличивается доля свободного и связанного с оксидами и гидроксилами, глинистыми минералами золота и уменьшается доля металла, связанного с сульфидами и другими минералами.

11. В зоне конечного гидролиза и окисления аномалии металлов образовались на сорбционном барьере вследствие их сорбции из растворов глинистыми минералами и гидрооксидами железа [5].

12. Аномалии золота, меди и серебра пространственно разобщены в различных зонах коры выветривания, что указывает на различные пути миграции этих металлов в корках выветривания (рис. 5 – 7).

13. В каждой из зон коры выветривания существуют участки резкого увеличения и снижения содержаний золота, меди и серебра.

14. В коре выветривания сланцев преимущественно обогащены золотом зона дезинтеграции и выщелачивания, а также зона конечного гидролиза и окисления; в коре выветривания железистых кварцитов наиболее обогащена металлом зона начального гидролиза; в коре выветривания пород основного состава золотоносность уменьшается

вверх по разрезу элювия, хотя иногда ореолы вторичного золотого обогащения формируются в зоне начального гидролиза.

15. В коре выветривания сланцев и железистых кварцитов наиболее обогащена серебром зона начального гидролиза; в коре выветривания пород основного состава концентрация металла несколько увеличивается в зоне начального гидролиза.

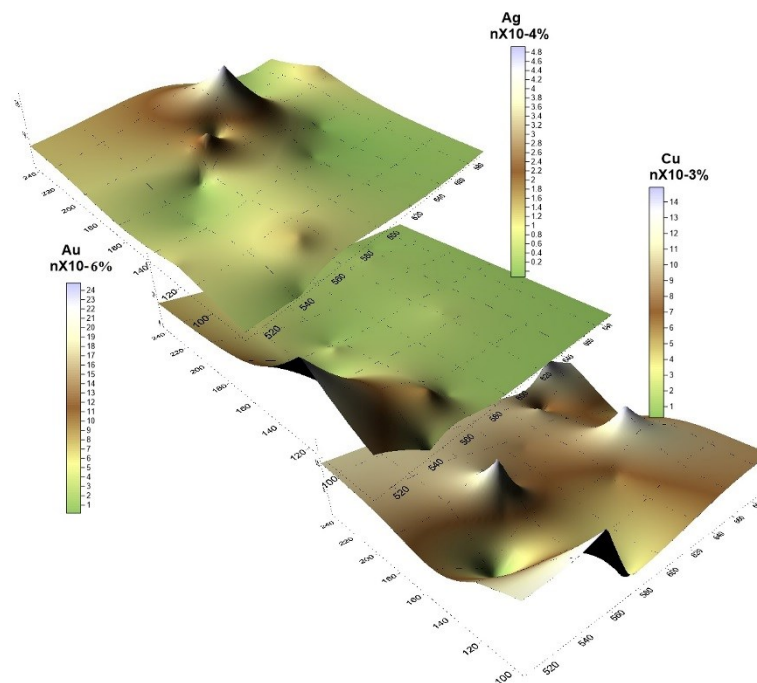


Рис. 5 – Распределение золота, серебра и меди в зоне дезинтеграции и выщелачивания

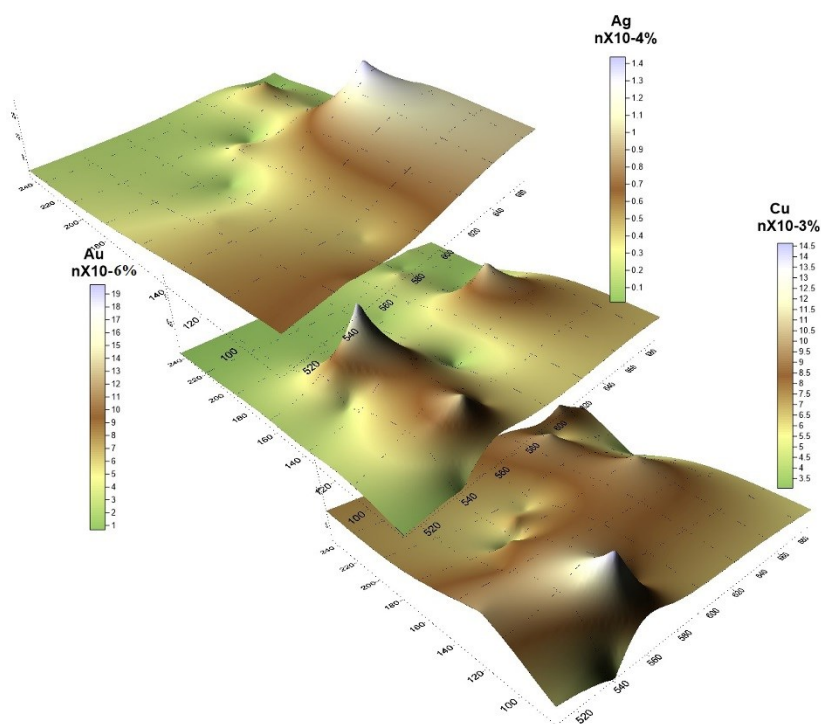


Рис. 6 – Распределение золота, серебра и меди в зоне начального гидролиза

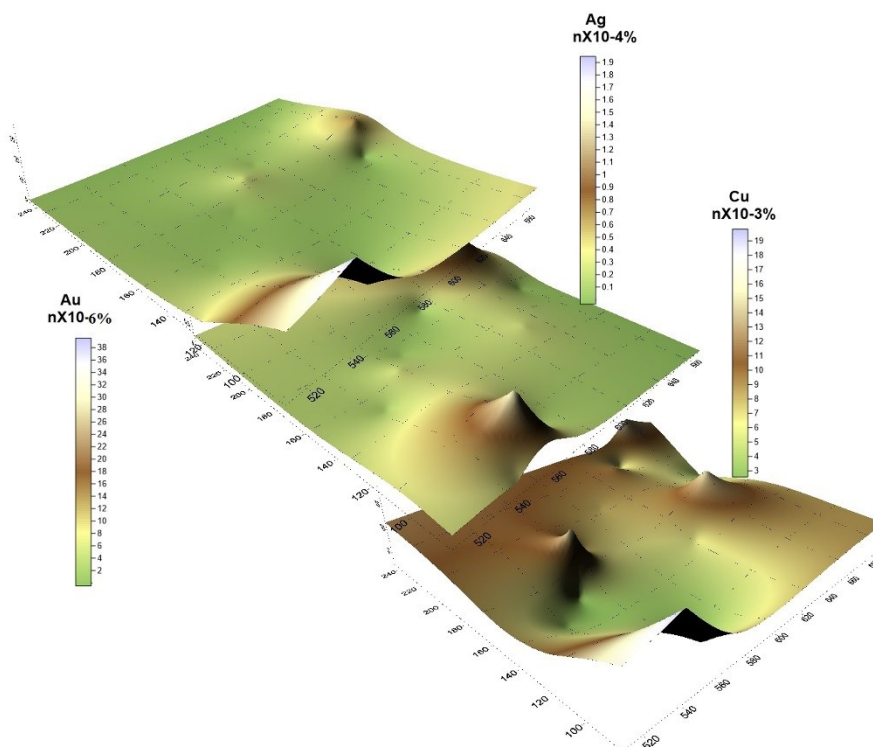


Рис. 7 – Распределение золота, серебра и меди в зоне конечного гидролиза и окисления

Таким образом, остаточные аномалии золота, меди и серебра в коре выветривания связаны с продолжением рудных тел. Золото, медь и серебро, которые рассеяны в эндогенных минералах, переходят в водный раствор одновременно с их растворением и перераспределяются между жидкой и гипергенной твердой фазами в зависимости от характеристик геохимической среды. Преобразование минералов – концентраторов золота, меди и серебра происходит практически во всех зонах выветривания, и поэтому в каждой зоне существует источник миграционно-способных элементов. Геохимические барьеры, на которых происходит концентрация золота, меди и серебра, обусловлены изменением литолого-минерального состава в профиле элювия и pH, Eh среды. Интенсивность геохимических аномалий обусловлена сорбционными свойствами гипергенных минералов субстрата коры выветривания и наличием органического вещества. В связи с этим существуют различные по происхождению типы аномалий золота и его спутников в коре выветривания, которые присущи разным частям ее профиля. Таким образом, происходит многостадийный процесс природного обогащения коры выветривания золотом, серебром и медью. На основании цифровой структурно-литологической модели коры выветривания установлены особенности рельефа кровли и подошвы коры выветривания и отдельных ее зон в частности; характер пространственного распределения золота, меди, серебра в профиле коры выветривания и отдельных ее зон в частности; пространственная взаимосвязь аномалий металлов в коре выветривания и отдельных ее зонах; вариации содержания элементов в элювиальной толще.

Литература

1. Генетична позиція та масштабність зруденіння родовища Балка Широка в аспекті обговорення деяких принципів генетичної типізації золотих родовищ України / О.Б. Бобров, Ю.В. Ляхов, М.М. Павлунь, К.М. Поздеев, А.О. Сіворонов // Мінеральні ресурси України. – № 3. – Київ: УкрДГРІ, 2003. – С. 4 – 9.
2. Голева Г.А. Гидрогеохимия рудных элементов / Г.А. Голева. – М.: Недра, 1977. – 216 с.

3. Золото-джеспилитовое оруденение Балки Широкая (Среднее Приднепровье) / Ю.А. Фомин, Л.Т. Савченко, Ю.Н. Демихов и др. // Геологический журнал. - 1994. - № 3. - С. 84 - 95.
4. Фомин Ю.А. Золото-полиметаллическое рудопроявление Балка Широкая (Среднее Приднепровье) / Ю.А. Фомин, Ю.Н. Демихов, Ю.А. Шибецкий // Минералогический журнал. - 1996. - Т. 18, № 1. - С. 74 - 87.
5. Шестаков О.Ю. Золото та його елементи-супутники в корі вивітрювання родовища Балка Широка / О.Ю. Шестаков, М.С. Ковальчук // Пошукова та екологічна геохімія. - 2010. - № 1. - С. 53 - 63.
6. Зона вторичного обогащення на золоторудному месторожденні Балка Широкая (Среднеприднепровський блок Українського щита) / И.Р. Белоус, С.А. Рокачев, Н.Н. Кирьянов, В.Н. Петько, Н.Л. Осадченко // Доп. НАН України. - 1999. - № 5. - С. 125 - 128.
7. Кислый сорбционный барьер для золота в зоне гипергенеза рудных месторождений / Б.А. Колотов, Т.С. Спасская, Л.И. Миначева, Б.Б. Вагнер // Геохимия. - 1975. - № 12. - С. 1898 - 1900.
8. Литолого-структурный контроль оруденения на месторождении золота Балка Широка / В.Н. Петько, А.И. Корниенко, Н.Н. Кирьянов и др. // Мінеральні ресурси України. - 1998. - № 4. - С. 39 - 41.
9. Металлические и неметаллические полезные ископаемые Украины. Т. 1. Металлические полезные ископаемые / Д.С. Гурский, К.Е. Есипчук, В.И. Калинин и др. - Киев - Львов: Изд-во «Центр Европы», 2005. - 785 с.
10. Новые данные о геологии и условиях образования золоторудного месторождения Балка Широкая / А.Б. Бобров, А.А. Сиворонов и др. // Відомості Академії гірничих наук України. - 1997. - № 4. - С. 86 - 92.