

УДК 55:502.55

**К ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКЕ КАЦДАГСКОГО  
МЕДНО-ПИРРОТИНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**Ф.М.БАБАЕВ, С.А.ИСАЕВ, Г.М.ГАМБАРОВА,  
А.М.ИСМАИЛОВА, Э.М.ГАМБАРОВА**  
*Бакинский Государственный Университет*  
*sokrat.paleo@rambler.ru*

*Эколого-геохимические исследования верхнего горизонта горно-луговых дерновых почв и травянистой растительности Кацдагского медно-пирротинового месторождения выявили высоко опасный уровень загрязнения рядом химических элементов. При этом относительно большей загрязненностью выделяется верхний горизонт почвы. Приоритетными загрязнителями в этих компонентах ландшафта являются Pb, Cu, Mn, Cr. Отличаются почва и травянистая растительность большей загрязненностью Zn, Co в почве и V, Ni – в травянистой растительности.*

**Ключевые слова:** почва, растительность, загрязнение химическими элементами

Кацдагское медно-пирротинное месторождение расположено в пределах субальпийского ландшафта междуречья рек Мазымчай-Белоканчай и приурочено к Жихих-Кызылдаринской структурно-формационной зоне, которая охватывает осевые части Большого Кавказа [9,4].

Рудная минерализация месторождения представлена существенно пиритовыми (серноколчеданными), колчеданно-полиметаллическими, медно-пирротинными, полиметаллически кварцевыми разновидностями. Преобладают руды медно-пирротинового типа [6]. Минеральный состав руд месторождения, в основном, представлен пирротинном, пиритом, сфалеритом, галенитом, халькопиритом. Менее развиты арсенопирит, марказит, магнетит, ильменит и т.д. В неравномерной проявленной зоне окисления присутствуют гетит, гидрогетит, установлены такие минералы как самородная медь, ярозит, малахит, азурит, смитсонит, англезит, церустит и другие [6].

Основными рудными компонентами месторождения являются Cu, Zn, Pb, Co, а также Fe и S. В различных количествах присутствуют Mn, Cd, Mo, Ni и другие химические элементы [4], из которых в исследованных объектах в экологическом отношении высоко опасными являются Cd, Pb, Zn, умеренно опасными Co, Ni, Mo, Cu, Cr и мало опасными – V, Mn и др. [7].

Сформированные на юрских отложениях горно-луговые дерновые почвы преимущественно щебнистые средне- и легкосуглинистые. Характеризуются укороченным профилем (20-30 см), кислой средой (рН - 4,5-5,0), содержаниям гумуса в среднем 5,5 % с преобладанием фульвокислот. Из произрастающих на этих почвах травянистой растительности были изучены татарник обыкновенный и папоротник мужской.

Для выявления степени загрязнения тяжелыми металлами почвы и растительности были вычислены средние содержания по всей выборке данных спектрального анализа.

Определение интенсивности загрязнения химическими элементами основывается на сравнении средних содержаний химических элементов в почве и травянистой растительности месторождения с региональным геохимическим фоном элементов в соответствующих компонентах ландшафта, т.е. вычисляется коэффициент аномальности ( $K_c$ ), указывающий во сколько раз содержание химического элемента в почве и травянистой растительности месторождения выше регионального геофона [8]. Для выявления степени суммарного загрязнения химическими элементами была использована формула суммарного загрязнения ( $Z_c$ ):

$$Z_c = \prod K_c - (n - 1), \text{ где}$$

$K_c$  - коэффициент аномальности выше единицы,  $n$  - количество химических элементов с  $K_c$  выше единицы [8].

Сравнение средних содержаний химических элементов в верхнем горизонте горно-луговых дерновых почв месторождения с региональным геофоном одноименных почв природных субальпийских ландшафтов [2] позволили вывести формулу загрязнения почвы месторождения (таблица):

$$Zn_{75,0} Mn_{16,8} Pb_{14,2} Cu_{10,1} Cr_{5,1} V_{3,9} Ni_{2,7} Ti_{2,6} Co_{2,5}$$

Суммарное загрязнение верхнего горизонта горно-луговых дерновых почв месторождения оценивается величиной

$$Z_c = 132,9 - 8,0 = 124,9,$$

что классифицируется как высокий опасный. Приоритетными загрязнителями являются  $Pb(K_{c \max} = 111,0)$ ,  $Zn(K_{c \max} = 75,0)$ ,  $Cu(K_{c \max} = 20,0)$ , а также  $Mn(K_{c \max} = 16,8)$ ,  $Co(K_{c \max} = 7,5)$ ,  $Cr(K_{c \max} = 5,1)$  [7,8].

Влияние каждого из этих загрязнителей на окружающую среду определяется предельно-допустимыми концентрациями (пдк) этих элементов. С обоснованием предельно-допустимых концентраций химических элементов выступают ряд исследователей. Например, [5] предлагают за пдк элемента принять удвоенный региональный геофон элемента. Многочисленные исследования в горно-рудных ландшафтах «показали, что при сравнительно небольших уровнях накопления микроэлементов в пределах региональных полей..... наблюдаются серьезные экологические последст-

вия, приводящие к различным нарушениям в растениях, а также в организме животных и человека» [8]. Так, на полях Западного Уэльса на расстоянии нескольких сотен метров от старого рудника содержание *Pb* превышает пдк в 25-213 раза, *Cu* - 1,1-1,4 раза, *Zn* - до 3,3 раза. Основным загрязнителем является *Pb* в результате чего наблюдается гибель животных, а в крови детей отмечается повышенные содержания этого элемента (14,7-44,1 мг/100 мг) [8].

Мы за пдк химических элементов в почвах субальпийского ландшафта южного склона Большого Кавказа приняли, как это рекомендуют [3], удвоенный региональный геофон в почвах природного субальпийского ландшафта (таблица). Сравнительный анализ средних содержаний химических элементов в почве Кацдагского медно-пирротинового месторождения с принятыми нами величинами, пдк выявил ряд химических элементов, превышающие соответствующие величины пдк. Так, в почве месторождения содержаниями, превышающие пдк, характеризуются *Zn* (в 37,5раза), *Mn* (в 8,4 раза), *Pb* (в 7,1 раза), *Cu* (в 5,1 раза), *Cr* (в 2,6 раза), *V* (в 2 раза). Незначительно превышают пдк *Ti, Co, Ni* (в 1,3 – 1,4 раза) (таблица). Таким образом, наиболее высокими концентрациями в почве месторождения характеризуются *Zn, Mn, Pb, Cu*, т.е. высоко опасными содержаниями *Zn, Pb*, умеренно опасными - *Cu* и мало опасным - *Mn*.

Таблица

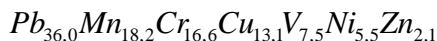
**Сводные показатели загрязнения микроэлементами горно-луговых дерновых почв и травянистой растительности Кацдагского медно-пирротинного месторождения**

Элементы	горно-луговые зерновые почвы						травянистая растительность					
	геофон, х·10 <sup>-3</sup> %	пдк, х·10 <sup>-3</sup> %	$\bar{x} \cdot 10^{-3}\%$	КК	К <sub>с</sub>	$\bar{x} / \text{п д к}$	геофон, х·10 <sup>-3</sup> %	пдк, х·10 <sup>-3</sup> %	$\bar{x} \cdot 10^{-3}\%$	КК	К <sub>с</sub>	$\bar{x} / \text{п д к}$
<b>Ti</b>	235,0	470,0	676,6	1,4	2,6	1,3	34,3	68,6	-	-	-	-
<b>V</b>	7,6	15,2	30,0	3,3	3,9	2,0	2,0	4,0	15,0	1,7	7,5	3,8
<b>Cr</b>	3,9	7,8	20,0	2,4	5,1	2,6	1,4	2,8	23,3	2,8	16,6	8,3
<b>Mn</b>	47,7	35,4	800,0	8,0	16,8	8,4	11,0	22,0	200,0	2,0	18,2	9,1
<b>Co</b>	1,4	2,8	3,5	1,9	2,5	1,3	0,5	1,0	-	-	-	-
<b>Ni</b>	2,2	4,4	6,0	1,0	2,7	1,4	1,0	2,0	5,5	1,0	5,5	2,8
<b>Cu</b>	1,5	3,0	15,2	3,2	10,1	5,1	2,0	4,0	26,0	5,6	13,1	6,5
<b>Zn</b>	0,4	0,8	30,0	3,5	75,0	37,5	14,0	28,0	30,0	3,5	2,1	1,1
<b>Pb</b>	0,9	1,8	12,8	8,0	14,2	7,1	0,7	1,4	25,2	15,8	36,0	18,0

Произрастающие на почвах с высоко опасным уровнем загрязнения химическими элементами, травянистая растительность характеризуется геохимическими параметрами, представленные в таблице. При этом за региональный геохимический фон приняты средние содержания химических элементов в травянистой растительности природных субальпийских

ландшафтов южного склона Большого Кавказа [2].

Вычисленные коэффициенты аномальности химических элементов в травянистой растительности месторождения (таблица) позволили выявить формулу загрязнения растительности месторождения:



Суммарный уровень загрязнения травянистой растительности месторождения ( $Z_c = 99,0 - 6,0 = 93,0$ ) классифицируется как высоко опасный.

Приоритетными загрязнителями являются  $Pb(K_{c\max} = 143,0)$ ,  $Cr(K_{c\max} = 21,4)$ ,  $Mn(K_{c\max} = 18,2)$ ,  $Cu(K_{c\max} = 15,0)$ ,  $V(K_{c\max} = 10,0)$ ,  $Ni(K_{c\max} = 6,0)$ .

Как в случае с почвами, за пдк химических элементов в травянистой растительности приняты удвоенные величины регионального геофона в травянистой растительности природных субальпийских ландшафтов. В результате сравнений средних содержаний химических элементов в травянистой растительности месторождения с величинами пдк установлено, что травянистая растительность месторождения загрязнена  $Pb$  (в 18 раз),  $Mn$  (в 9,1 раза),  $Cr$  (в 8,3 раза),  $Cu$  (в 6,5 раза),  $V$  (в 3,8 раза),  $Ni$  (в 2,8 раза) (таблица). Среди загрязнителей присутствуют высоко опасный  $Pb$ , умеренно опасные  $Cu$ ,  $Ni$ ,  $Cr$  и мало опасные -  $Mn$ ,  $V$ .

Таким образом, эколого-геохимическая обстановка на Кацдагском медно-пирротиновом месторождении характеризуется высоко опасным уровнем загрязнения химическими элементами верхнего горизонта горнолуговых дерновых почв и травянистой растительности. При этом более загрязненной является почва. Приоритетными загрязнителями почвы и травянистой растительности являются  $Pb(K_{c\max} = 143,0 - 111,0)$ ,  $Cu(K_{c\max} = 20,0 - 15,0)$ ,  $Mn(K_{c\max} = 18,2 - 16,8)$ ,  $Cr(K_{c\max} = 21,4 - 5,1)$ . Отличаются почва и растительность по уровню загрязнения такими химическими элементами как  $Zn, Co, V, Ni$ , из которых почва более загрязнена  $Zn(K_{c\max} = 7,5)$ , и  $Co(K_{c\max} = 7,5)$ , а травянистая растительность -  $V(K_{c\max} = 10,0)$ ,  $Ni(K_{c\max} = 6,0)$ . В общем, травянистая растительность более загрязнена  $Pb, Cr, Mn, V, Ni$ , почва -  $Zn, Cu, Co$ .

По санитарно-гигиеническим нормам (пдк) почва и травянистая растительность загрязнены  $V(2,0 - 3,8 \text{ пдк})$ ,  $Cr(2,6 - 8,3 \text{ пдк})$ ,  $Mn(8,4 - 9,1 \text{ пдк})$ ,  $Ni(1,4 - 2,8 \text{ пдк})$ ,  $Cu(5,1 - 6,5 \text{ пдк})$ ,  $Zn(37,5 - 1,1 \text{ пдк})$ ,  $Pb(7,1 - 18,0 \text{ пдк})$ . При этом почва более сильно загрязнена  $Zn$ , а травянистая растительность -  $Cu, Ni, V, Cr, Pb$ . Существенной разницы в загрязнении почвы и растительности  $Mn$  не наблюдается.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Баба-Заде В.М., Бабаев Ф.М., Исаев С.А. Медь в субальпийском ландшафте южного склона Большого Кавказа // Вестник БГУ, Баку, 2012, № 2, с.62-68
2. Бабаев Ф.М. Геохимия высокогорных ландшафтов южного склона Большого Кавказа.

- Баку: Элм, 2003, 132 с.
3. Бабаев Ф.М., Исаев С.А., Рагим-заде А.И. Биогеохимия растений Большого Кавказа (в пределах Азербайджана). Баку: Леман НП, 2008, 332 с.
  4. Кашкай М.А., Мартиросян Р.А., Алиев А.А и др. Геохимия и минералогия колчеданных месторождений южного склона Большого Кавказа (Белокано-Шекинская металлогеническая зона). Баку: Элм, 1979, 207 с.
  5. Маханько Э.П., Малахов С.Г., Вертинская Г.К., Сетаева Л.В. Пространственные и временные параметры системы наблюдения и контроля за загрязнениями почвы тяжелыми металлами. Тр.Инс-та экспериментальной метеорологии. М.: Гидрометеиздат, 1987, в.14 (29), с.85-90
  6. Минерально-сырьевые ресурсы Азербайджана. Баку: Озон, 2005, 808 с.
  7. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. М.: Астрейя-2000, 1999, 768 с.
  8. Саев Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. и др. Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1990, 335 с.
  9. Султанов А.Д., Байрамалибеги Э.Т. Геохимические особенности пород юрского комплекса Белокано-Закавказского рудного района. (Азербайджанская часть южного склона Большого Кавказа). Баку: Изв.АН Азерб.ССР, сер.наук о Земле, 1975, № 4, с.72-84

### KAŞDAĞ MİS-PİRRÖTİN YATAĞININ EKOLOJİ-GEOKİMYƏVİ ŞƏRAİTİ HAQQINDA

F.M.BABAYEV, S.A.İSAYEV, Q.M.QƏMBƏROVA, A.M.İSMAYİLOVA

#### XÜLASƏ

Kaşdağ mis-pirrotin yatağında dağ-çəmən çimli torpaqların üst horizontunun və ot bitkilərinin ekoloji-geokimyəvi tədqiqatları bir sıra kimyəvi elementlərin yüksək təhlükəli çirklənmə səviyyəsini aşkara çıxarmışdır. Bu halda torpağın üst horizontu nisbətən yüksək çirklənmə ilə fərqlənir. Landşaftın torpaq və bitki komponentlərində prioritet çirkləndiricilər *Pb, Cu, Mn, Cr* kimi ağır metallardır. *Zn, Co* (torpaqlar üçün) və *V, Ni* (bitkilər üçün) güclü çirklənmələri olan komponentlər də qeyd olunur.

**Açar sözlər:** torpaq, bitki, ağır metal, çirklənmə

### ECOGEOCHEMICAL CONDITIONS OF THE KASHDAGH COPPER-PYRRHOTITE DEPOSITS

F.M.BABAYEV, S.A.İSAYEV, G.M.GAMBAROVA, A.M.İSMAYİLOVA

#### SUMMARY

Ecological and geochemical studies of the upper horizon mountain meadow soils and grain herbaceous vegetation of the Kashdagh copper-pyrhotite deposits showed a high risk of pollution levels near the chemical elements. In this respect, more pollution is released from the upper soil horizons. The priority pollutants in these components of the landscape are Pb, Cu, Mn, Cr.

**Key words:** soil, vegetation, heavy elements, pollution

*Postupila v redakciju: 12.03.2015 g.*

*Podpisano k печати: 23.06.2015 g.*