

# ОРЕОЛЫ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОТЛОЖЕНИЯХ МЕЗОКАЙНОЗОЯ ВЕСЕННЕГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАК ПОИСКОВЫЙ ПРИЗНАК

Черняхов В.Б., Куделина И.В., Галянина Н.П.  
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Ореолы тяжелых металлов в рыхлом покрове являются надежным поисковым признаком для обнаружения полезных ископаемых. Этот вопрос детально рассмотрен в последней работе А.А. Матвеева «Интерпретация геохимических аномалий», изданной в 2013 году.

Ярким примером тому служит открытие Весеннего медноколчеданного месторождения в Домбаровском рудном районе на востоке Оренбургской области. Руды этого месторождения были открыты при буровых работах на геохимическом ореоле, представленном медью, цинком и другими тяжелыми металлами. В настоящее время месторождение подготовлено к эксплуатации силами Гайского ГОК-а.

Этой публикацией мы продолжаем серию статей о параметрах геохимических ореолов Весеннего месторождения в сопряженных природных средах: породах палеозоя – подземных водах - почвенном покрове, опубликованных в 2009-2012 годах.

Район Весеннего месторождения имеет слабо расчлененную пенеппенированную поверхность, на которой широким развитием пользуется кора выветривания мезокайнозойского возраста, перекрытая маломощным чехлом (0-5 м) элювиоделювиальных четвертичных отложений, а также пролювием и аллювием по долинам р.Аралуа и ее притока – овра.Кошенсай.

Элементы – индикаторы медноколчеданного месторождения (медь, свинец, цинк, серебро, барий, кобальт и молибден) образуют геохимические ореолы в отложениях мезокайнозоя над рудными телами исследованной площади. Параметры распределения элементов в отложениях мезокайнозоя представлены в таблице 1. Основные характеристики ореолов приводятся в таблице 2. Как видно из таблиц, наиболее интенсивные ореолы образуют медь, цинк и кобальт, наименее интенсивные – барий.

Ореолы *меди* характеризуются значительным разнообразием форм, как в разрезах, так и в плане. В плане они имеют форму полос, линз, лент с неправильными извилистыми очертаниями, вытянутых вдоль тектонической зоны с рудными телами и повышенными мощностями коры выветривания. В вертикальном разрезе преобладают грибовидная форма ореолов, расширенная часть которых наблюдается в пределах пестроцветной глинистой зоны коры.

Таблица 1 - Параметры распределения элементов в отложениях мезокайнозоя Весеннего месторождения,  $n \cdot 10^{-3} \%$

| Наименование отложений             | Медь           |                |                |                |      | Цинк           |                |                |                |      | Свинец         |                |                |                |      | Кобальт        |                |                |                |      | Молибден       |                |                |                |      |
|------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|
|                                    | C <sub>ф</sub> | C <sub>1</sub> | C <sub>2</sub> | C <sub>3</sub> | Σ    | C <sub>ф</sub> | C <sub>1</sub> | C <sub>2</sub> | C <sub>3</sub> | Σ    | C <sub>ф</sub> | C <sub>1</sub> | C <sub>2</sub> | C <sub>3</sub> | Σ    | C <sub>ф</sub> | C <sub>1</sub> | C <sub>2</sub> | C <sub>3</sub> | Σ    | C <sub>ф</sub> | C <sub>1</sub> | C <sub>2</sub> | C <sub>3</sub> | Σ    |
| Суглинки                           | 6,4            | 11,3           | 20,0           | 35,0           | 1,76 | 7,6            | 11,7           | 18,0           | 28,0           | 1,54 | 0,37           | 0,81           | 1,5            | 3,0            | 2,01 | 2,9            | 4,6            | 7,2            | 11,5           | 1,58 | 0,15           | 0,35           | 0,8            | 2,0            | 2,35 |
| Кора выветривания по гранодиоритам | 3,8            | 6,9            | 12,0           | 22,0           | 1,81 | 6,1            | 11,0           | 18,5           | 35,0           | 1,79 | 1,6            | 3,4            | 7,4            | 16,0           | 2,15 | 1,1            | 1,67           | 2,6            | 4,0            | 1,49 | 0,13           | 0,44           | 1,5            | 5,4            | 3,4  |
| Кора выветривания по гранитам      | 4,2            | 7,2            | 12,0           | 21,0           | 1,71 | 4,8            | 7,7            | 12,0           | 20,0           | 1,6  | 2,7            | 5,6            | 11,5           | 2,4            | 2,07 | 0,86           | 1,87           | 4,0            | 8,8            | 2,17 | 0,6            | 2,4            | 10,0           | 40,0           | 4,06 |
| Кора выветривания по диабазам      | 3,7            | 8,2            | 18,0           | 40,0           | 2,21 | 6,8            | 10,0           | 14,5           | 22,0           | 1,48 | -              | -              | -              | -              | -    | 2,6            | 4,0            | 6,2            | 10,0           | 1,56 | 0,26           | 0,5            | 1,0            | 1,95           | 1,96 |

Таблица 2 - Основная характеристика геохимических ореолов в отложениях мезокайнозоя Весеннего месторождения

| Наименование  | Единиц. измерения | Медь   | Цинк   | Свинец | Барий | Мышьяк | Серебро | Кобальт | Молибден |
|---|-------------------|--------|--------|--------|-------|--------|---------|---------|----------|
| Максимальное аномальное содержание                          | $10^{-3} \%$      | 1000   | 800    | 10     | 80    | 50     | 0,4     | 100     | 3        |
| Коэффициент аномальности                                    | -                 | 270,0  | 117,6  | 14,7   | 3,0   | -      | 13,0    | 38,4    | 11,5     |
| Площадь ореола на уровне минимально-аномального содержания  | $\text{м}^2$      | 87120  | 134400 | 77900  | 8720  | Ед.точ | 8680    | 9640    | 15600    |
| Продуктивность  | $\text{м}^2 \%$   | 1591,0 | 1564,0 | 472,6  | 340,0 | -      | 0,3     | 38,8    | 9,8      |
| Мощности ореола на уровне минимально-аномального содержания | м                 | 15     | 15     | 15     | 15    | -      | 15      | 15      | 15       |
| Запасы  | т                 | 3427,0 | 3355,0 | 103,0  | 73,0  | -      | 0,6     | 8,4     | 2,0      |

Часто они имеют асимметричное строение. Более широкое крыло обычно отмечается в лежащем боку рудных тел и в пестроцветной зоне коры выветривания. На участках с маломощной корой выветривания, где сохранилась лишь зона дезинтеграции, отмечается распространение ореолов меди и в четвертичных образованиях. На некотором удалении от рудных тел ореолы меди имеют небольшие размеры, слабую интенсивность и не создают сплошной аномальной полосы. Большой частью они развиты в нижних частях профиля выветривания. Как правило, ореолы связаны с тектоническими контактами.

Ореолы *цинка* так же, как и ореол меди, образуют сплошную ореольную зону. Пространственно эти зоны совпадают. В отличие от меди ореолы цинка оконтуриваются на уровне  $C_1$  сплошной и более широкой полосой, продолжающейся за пределы участка как на севере, так и на юге. Ширина ореольной зоны составляет в среднем около 100 метров. В плане ореолы цинка имеют форму аналогичную ореолам меди. В вертикальном разрезе наблюдается некоторые отличия. Для цинка характерны открытые грибовидной формы ореолы, наиболее широкая часть, которых срезана. Аномальные содержания цинка развиты по всему разрезу мезокайнозойских отложений довольно равномерно. Относительное обогащение какой-либо зоны коры или литологической разновидности не наблюдается. Так же, как и у меди, отмечается большее смещение крыльев ореолов в сторону лежащего бока рудных тел.

*Свинец* характеризуется значительными по размерам ореолами. Они укладываются в контуры ореольных зон по меди и цинку, в виде узкой полосы протягиваясь в них. Ореолы оконтуриваются на уровне  $C_1$ , а в контуре отмечаются локальные участки на уровне  $C_3$ . В разрезе ореолы свинца имеют преимущественное развитие в нижней зоне коры выветривания вблизи рудных тел, смещаясь основной частью в сторону их лежащего бока.

*Серебро* образует два небольших ореола интенсивностью от 0,03 до 0,04  $\cdot 10^{-3}$  %. Первый расположен в северной части участка в районе рудных тел I и II, второй – над рудным телом III. Ширина ореолов достигает 50-60 метров, длина – 100-200 метров. Пространственно они совпадают с ореолами других элементов.

*Барий* создает два ореола, оконтуриваемых на уровне  $C_1$ . Северный расположен в пределах развития ореолов по другим элементам над рудными телами I и II. Длина его составляет 150 метров, ширина 50-60 метров. Южный находится в районе скважин 2608 и 2343, к югу от ореола серебра. Длина его 100 метров, ширина – 40 метров. Он не связан с рудными телами. Распределение в вертикальном разрезе имеет сходство со свинцом. Ореолы бария преимущественно развиты в нижних частях коры выветривания.

*Кобальт* образует ореол над рудным телом III оконтуриваясь на уровне  $C_1$  и  $C_3$ . Длина ореола составляет 280 метров, ширина – 40 метров. Ореол кобальта имеет развитие во всех зонах коры выветривания над рудными телами, расширяясь на уровне пестроцветной зоны. За пределами рудных тел отмечаются небольшие по размерам и слабоинтенсивные ореолы, приуроченные к тектоническим контактам.

*Молибден* характеризуется незначительными по площади и разобщенными ореолами, вытянутыми по простиранию рудоносной зоны. Наиболее крупный из них располагается в северной части участка, над рудными телами I и II. Он оконтуривается на уровне  $C_1$  и  $C_3$ . Длина ореола 260 метров, ширина – 80 метров. Между профилями 0-8 выделяется два ореола на уровне  $C_1$ . Восточный из них связан с рудным телом III и имеет в плане лентообразную форму, вытянутую на 200 метров по длине, ширина его 25 метров. Западный приурочен к тектоническому контакту и имеет размеры 260 x 20 метров. В вертикальном разрезе ореолы молибдена характеризуются неравномерным распределением. Часто они являются оторванными от рудных тел и локализируются в верхней части коры выветривания или в четвертичных отложениях.

В целом группы элементов различных уровней среза рудных тел находят свое отражение в отложениях мезокайнозоя. Барий, венчающий эту колонну элементов, т.е. наиболее отдаленный по восстановлению от других рудных тел, в мезокайнозое и в палеозое, создает ограниченные ореолы, как по абсолютным размерам относительно рудных тел, так и по величинам коэффициентов аномальности. Элементы, образующие ореолы, прилегающие к руде – серебро и свинец, унаследова параметры ореолов в палеозое, имеют как высокий коэффициент аномальности (максимально-аномальное содержание серебра в палеозое  $1 \times 10^{-3} \%$ , в мезокайнозое  $10 \times 10^{-3} \%$ ), так и большие размеры ореолов относительно таковых рудных тел (свинца в палеозое – 1,6, в мезокайнозое – 11,8). Следующая пара элементов – цинк и медь, свойственная рудным срезам, хотя и характеризуется наибольшей величиной параметров, как в палеозое, так и в мезокайнозое, но их превышение в последних относительно первых не столь велико, как для случая серебра и свинца. Наконец, последняя пара элементов – кобальт и молибден, свойственна подрудному срезу и не характерна для кровли палеозоя на участке и, как следствие, для мезокайнозоя. Соотношение площадей ореолов в породах палеозоя относительно рудных тел составляет для кобальта – 1,1, для молибдена – 1,3, в мезокайнозое соответственно 1,5 и 2,5.

Рассмотренный материал позволяет предопределять сохранение в коре выветривания над слабоэродированными рудными телами на участке ореолов серебра и свинца, свойственных надрудным частям в общей колонне элементов гидротермальных месторождений. Параметры ореолов прочих элементов рассматриваемой колонны: бария, цинка и меди, кобальта и молибдена в мезокайнозое отражают параметры ореолов в кровле палеозоя.

Морфология ореолов рассматриваемых групп различна. Наиболее протяженны и обширны по площади ореолы свинца, цинка и меди. Элементы надрудного среза – барий и подрудного – кобальт и молибден представлены разрозненными и сложными по морфологии ореолами. Последние расположены в контуре ореолов элементов ведущей группы – свинца, цинка, меди. Северное рудное тело, характеризующееся большим уровнем среза, имеет наиболее высокоаномальные ореолы элементов, в частности, меди.

В вертикальном профиле ореолы имеют преимущественно грибообразную форму. В случае выхода рудного тела или сопровождающего его в породах палеозоя ореола на наклонную поверхность кровли палеозоя, форма ореола в

мезокайнозой искажается. Верх грибообразного ореола «стекает» в сторону гипсометрически ниже расположенных участков кровли палеозоя. Большим по размерам рудным телам и ореолам в породах палеозоя соответствуют большие по размерам ореолы в отложениях мезокайнозой. То же касается и величины коэффициентов аномальности.

Выше по разрезу – в четвертичных отложениях и почвенном покрове – размеры ореолов становятся меньше, но порядок величин площадей ореолов остается близким к вышерассмотренным в коре выветривания. Резко снижаются коэффициенты аномальности элементов этих ореолов. Наибольшая проникающая способность свойственна молибдену, накапливающемуся в верхних горизонтах разреза мезокайнозой. Высокое содержание указанного элемента характерно для всего вертикального профиля рыхлых отложений. Размеры площадей ореолов молибдена как в подземных водах, так и в венчающих разрез мезокайнозой почвах, абсолютно равны.

Ниже остановимся на краткой характеристике распределения других элементов в рыхлом покрове над рудным телом III на примере профиля О. Отчетливый ореол по всему профилю выветривания над рудным телом образует марганец, проникая участками в четвертичные образования. Ореол широко растекается как в сторону лежащего, так и висячего бока рудного тела. Содержание марганца в нем составляет от 100 до  $500 \cdot 10^{-3} \%$ .

*Ванадий* образует интенсивный оторванный от рудного тела ореол с содержанием до  $60 \cdot 10^{-3} \%$ . Ореол развит по всему профилю коры, за исключением зоны дезинтеграции, распространяясь и в четвертичные отложения.

*Хром* характеризуется «отрицательной аномалией» над рудным телом в зоне дезинтеграции, где его содержания составляют  $1 \cdot 10^{-3} \%$ . Непосредственно над рудой в пестроцветной зоне коры выветривания содержания хрома резко возрастают, достигая  $30-60 \cdot 10^{-3} \%$ .

По единичным пробам аномальные содержания никеля, титана и железа наблюдаются на уровне пестроцветной зоны.

Такие элементы, как олово, стронций, галлий, бериллий, циркон, скандий, характеризуются фоновыми содержаниями и в коре выветривания и в четвертичных образованиях над рудным телом.

#### Список литературы

1. **Черняхов, В.Б.** Экологически опасные элементы в почвенном покрове Весеннего месторождения/В.Б. Черняхов, И.В. Куделина //Оренбургский гос. педагогический университет: История и современность. – Оренбург: изд-во ОГПУ, 2009.-С.173-178.

2. **Черняхов, В.Б.** Геохимические особенности пород палеозоя месторождения «Весеннее»/В.Б. Черняхов, И.В. Куделина, М.В. Фатюнина//Наука и образование: фундаментальные основы, технология, инновация.- Оренбург: изд-во ОГУ, 2010.

3. **Черняхов, В.Б.** *Геохимические особенности подземных вод Весеннего месторождения*/В.Б.Черняхов, И.В. Куделина, М.В. Фатюнина, Т.В. Леонтьева//*Интеграция науки и практики в профессиональном развитии педагога.*- Оренбург: изд-во ОГУ, 2012.-С.1480-1488.