ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПОИСКАХ И РАЗВЕДКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

APPLICATION OF THE MODERN GEOPHYSICAL TECHNOLOGIES FOR PROSPECTING AND EXPLORATION OF MINERAL DEPOSITS

С.Г.АЛЕКСЕЕВ, *канд. геол.-минерал. наук, заведующий лабораторией, sga49@mail.ru*
С.А.ВЕШЕВ, *канд. хим. наук, заведующий отделом, sveshev@bk.ru*
Н.А.ВОРОШИЛОВ, *канд. геол.-минерал. наук, ведущий научный сотрудник, voroshilov.nik@yandex.ru*
Е.Г.МАРГОВИЧ, *научный сотрудник, margovichevgeny@mail.ru*
А.П.НИКИТИЧЕВ, *главный геолог отдела, nikitichev46@mail.ru*
ФГУ НПП «Геологоразведка», Санкт-Петербург
А.С.ДУХАНИН, *генеральный директор, mail@cadcopy.ru*
ООО «КАД-КОПИ Сервис», Санкт-Петербург

S.G.ALEKSEEV, *PhD in geol. & min. sc., head of laboratory, sga49@mail.ru*
S.A.VESHEV, *PhD in chem. sc., head of department, sveshev@bk.ru*
N.A.VOROSHILOV, *PhD in geol. & min. sc., leading research assistant, voroshilov.nik@yandex.ru*
E.G.MARGOVICH, *research assistant, margovichevgeny@mail.ru*
A.P.NIKITICHEV, *chif geologist, nikitichev46@mail.ru*
FGU NPP «Geologorazvedka», Saint Petersburg
A.S.DUKHANIN, *general director, mail@cadcopy.ru*
LLS «CAD COPY Service», Saint Petersburg

СТРУКТУРА НАЛОЖЕННЫХ ОРЕОЛОВ РАССЕЯНИЯ ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩИХ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ)

Рассмотрены результаты полевых наблюдений, проведенных геоэлектрохимическими методами на территории Захаровского полиметаллического месторождения (Алтайский край) по изучению структуры наложенных ореолов глубокозалегающих руд и определению скорости миграции элементов при их формировании.

***Ключевые слова*:** наложенный ореол, глубокозалегающая руда, геоэлектрохимический метод.

STRUCTURE OF SUPERIMPOSED HALOES OF DEEP-SEATED POLYMETALLIC DEPOSITS (BASED ON EXAMPLE OF ALTAISKI KRAI)

Results of field studies run on Zakharovskoie polymetallic deposit (Altaiski Krai) in order to investigate structure of superimposed haloes and to determine velocity of migration of elements forming haloes, are discussed.

***Key words*:** superimposed halo, deep-seated ore, geoelectrochemical method.

Геоэлектрохимические методы поисков нацелены на регистрацию наложенных ореолов рассеяния [1, 2, 6]. Несмотря на широкое применение этих методов при поисках рудных полезных ископаемых и углеводородов многие вопросы образования наложенных ореолов исследованы недостаточно. Некоторые вопросы пространственного строения наложенных ореолов рассмотрены в работах [3, 4], возможные механизмы образования наложенных ореолов с теоретических позиций – в работе [5].

Здесь обсуждаются результаты экспериментальных полевых наблюдений по изучению структуры наложенных ореолов и по определению скорости миграции элементов при их формировании.

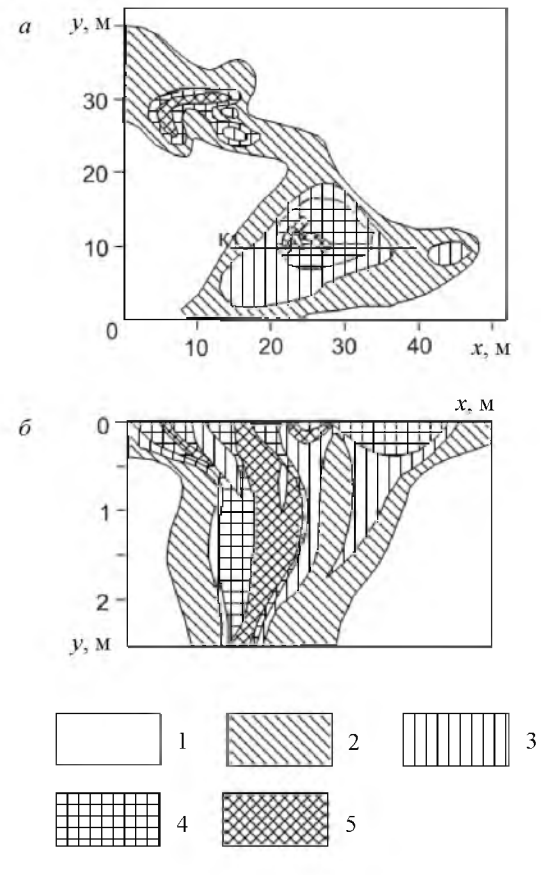


Рис.1. Распределение содержаний свинца в концентратах МДИ на Захаровском колчеданно-полиметаллическом месторождении: *а* – в плане на дневной поверхности; *б* – по глубине в разрезе по линии *К*-1

1, 2, 3, 4 и 5 – содержание свинца в пробах < 1; 1-5; 5-10; 10-20 и > 20 ppm соответственно

Полевые исследования проводились на территории полиметаллических месторождений Рубцовского района Алтайского края. Район месторождений перекрыт чехлом рыхлых отложений мощностью от 80 до 130 м. В разрезе этих отложений выделяются: мел-палеогеновая кора выветривания, представленная преимущественно глинистым элювием; палеогеновая, неогеновая и четвертичная системы, представленные песчано-глинистыми отложениями, которые составляют основную часть рыхлого покрова.

В качестве объектов исследования предполагалось выбрать Рубцовское и Захаровское полиметаллические месторождения. Оба месторождения приурочены к толще вулканногенно-осадочных пород верхнего девона. По условиям образования оруденение гидротермально-метасоматическое, связанное с девонским вулканизмом. Рудные тела имеют согласное с вмещающими породами субширотное простирание и падение под углом 10-25 °.

Однако проводимая в настоящее время отработка Рубцовского месторождения могла привести к техногенному заражению проб. Кроме того, непосредственно в районе проекции рудного тела на дневную поверхность отмечены солонцеватые почвы. При измерении электрического удельного сопротивления почв микроустановкой AMN (расстояние между электродами AM и MN равно 0,1 м) электрическое удельное сопротивление почв в районе солончака составило 0,5-0,05 Ом·м при обычном удельном электрическом сопротивлении почв на площади 40-80 Ом·м. Снятие верхнего покрова до глубины 0,5 м, показало, что и ниже этого уровня удельное электрическое сопротивление крайне мало, что доказывало распространение солончака на значительную глубину.

Захаровское месторождение приурочено к осадочным породам франского яруса верхнего девона и залегает в интервале глубин 80-240 м. Руды приурочены к нижней подсвите каменевской свиты, представленной переслаиванием алевролитов, песчаников и риолитовых лав. Основу руды составляет полисульфидный мелкозернистый агрегат, на фоне которого обособляются моно-

Усредненные для аномальных и фоновых площадок концентрации элементов

Метод	Элемент	Концентрация										
		До засыпки	Время от засыпки ореола до измерения, ч									
			20	40	70	90	120	140	200	230	280	380	460
Атмохимический	Hg	130 38	25 24	19 20	20 19	28 20	48 24	44 28	46 30	38 19	36 22	Не измерялось	
Дифузионного извлечения	Pb	4,7 1,5	0,7 0,7	1,2 0,8	1 0,8	0,8 0,8	0,9 0,7	0,8 0,7	0,9 0,8	2,2 0,8	0,8 0,7	0,6 0,6	0,9 0,7
	Cu	3,1 0,7	0,5 0,4	0,4 0,2	0,3 0,2	0,3 0,2	0,4 0,3	0,3 0,2	0,4 0,3	0,3 0,2	0,4 0,3	0,3 0,2	0,3 0,2

Примечания. 1. Концентрация Hg – в $n \cdot 10^{-9}$ г/л; свинца и меди – в ppm.
2. В числителе и знаменателе – на аномальной и фоновых площадках соответственно.

и биминеральные выделения различной формы, придающие руде пятнистый, брекчиевидный, грубополосчатый облик. Характерные текстуры – гнездовкрапленная и прожилковая. Зона окисления распространена до глубины 110-125 м. Окисленные руды характеризуются медно-свинцовым (без цинка) составом. Почвы Захаровского месторождения однородны. Их удельное электрическое сопротивление 60-80 Ом·м. Солончаки в пределах Захаровского месторождения отсутствуют.

На площади месторождения были проведены исследования методом диффузионного извлечения (МДИ) по сети 5 × 5 м для выявления и оконтуривания наложенного ореолов. В пределах выявленного наложенного ореола изучалось распределение микроэлементов в разрезе почвенного покрова (мощность почв на участке 0,5 м) и верхнего горизонта аллохтонных отложений. Для этого проводилось последовательное снятие грунта экскаватором (с интервалом 0,5 м) по канаве шириной 1 м и длиной 40 м до глубины 2 м. Распределение концентраций микроэлементов МДИ изучалось на каждом вскрытом уровне. Непосредственно на участке работ методом инверсионной вольтамперометрии определялось содержание меди и свинца (рис.1).

Наложенные ореолы рассеяния имеют в плане сложную и изрезанную форму. При этом непосредственно в зоне ореола наблюдаются области с фоновыми содержаниями элементов. В разрезе эти ореолы имеют столбообразную форму. Области повышенных содержаний элементов имеют вид «струй», распространяющихся из глубины к дневной поверхности. В пределах почвенного слоя наблюдается увеличение размера ореола с некоторым снижением содержаний ореолообразующих элементов. По распределению содержаний меди получены аналогичные результаты.

На участке проведено экспериментальное изучение скорости перемещения микроэлементов через аллохтонные отложения. В районе месторождения были выбраны места для пяти площадок. Одна из площадок располагалась непосредственно в зоне наложенного ореола (аномальная), а четыре (фоновые) – вне его. В зоне ореола из деревянных щитов шириной 1 м был создан короб размером 4 × 8 м, а вне зоны ореола, на расстоянии 40 и 80 м от него в каждую сторону, четыре короба размером 2 × 2 м. Самосвалами в коробы завозились песчано-глинистые грунты из карьера, расположенного вне месторождения. Предварительно было установлено, что в этих отложениях концентрации меди и свинца и газообразной ртути имеют фоновые значения (см. таблицу). Грунт рассыпался по коробу слоями мощностью 0,2 м, уплотнялся ручными трамбовками, после чего засыпался следующий слой и так до высоты 1 м. После завершения засыпки в пределах каждой из фоновых и в трех местах аномальной площадок через определенные интервалы времени проводились измерения содержаний меди и свинца (МДИ) и ртути (атмохимическим способом с прибором АГП 01).

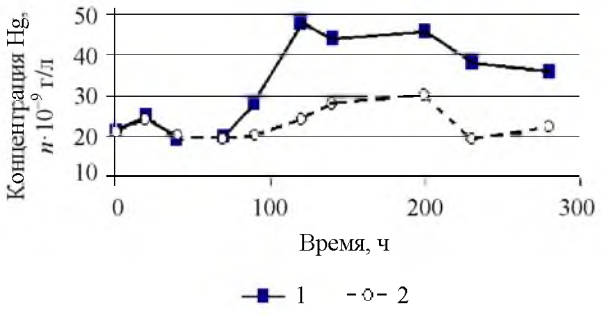


Рис.2. Изменение концентрации ртути во времени в почвенном воздухе над аномальными (1) и фоновыми (2) площадками в районе месторождения Захаровское

Графики изменения концентраций ртути в верхнем горизонте грунтов для аномальной и фоновой площадок (рис.2) показывают, что концентрации ртути в почвенном воздухе, в начальные моменты времени проведения наблюдений, над площадками в аномальной и фоновой зонах совпадают. Однако, начиная со 100 ч, концентрации ртути в почвенном воздухе в районе аномальной зоны растут, что позволяет предположить, что скорость перемещения ртути в аномальной зоне через аллохтонные отложения около 1 см/ч. Для меди и свинца в диапазоне времени проведения наблюдений закономерных увеличений концентраций в районе аномальных площадок не наблюдалось. Можно отметить только увеличение концентрации свинца (по отношению к фону в 2,5 раза) в районе аномальных площадок при времени 230 ч. Однако в дальнейшем концентрации свинца вновь приобрели значения, близкие к фоновым.

Таким образом, исследования показали, что наложенные ореолы рассеяния глубокозалегающих рудных объектов при детальном изучении имеют в плане сложную и изрезанную форму. Непосредственно в зоне ореола могут встречаться области с фоновыми содержаниями элементов. В разрезе эти ореолы имеют столбообразную форму. Области повышенных содержаний элементов имеют вид «струй», распространяющихся из глубины к дневной поверхности. В пределах почвенного слоя наблюдается расширение ореола с некоторым уменьшением содержаний ореолообразующих элементов. Установлено, что скорость перемещения газообразной ртути через аллохтонные отложения в зоне наложенного ореола составляет около 1 см/ч.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алексеев С.Г.* Геоэлектрохимические технологии прогноза и поисков рудных и нефтяных объектов / С.Г.Алексеев, С.А.Вешев, Н.А.Ворошилов, Н.А.Касьянкова, О.Ф.Путиков, М.Б.Штокаленко // Прикладная геохимия. 2002. Вып.3. С.365-382.

2. *Вешев С.А.* Геоэлектрохимические технологии прогноза и поисков месторождений твердых полезных ископаемых и углеводородов / С.А.Вешев, Н.А.Ворошилов, С.Г.Алексеев // Разведка и охрана недр. 2003. № 4. С.38-43.

3. *Путиков О.Ф.* Струйные ореолы рассеяния над нефтегазовыми залежами в неоднородных породах / О.Ф.Путиков, С.А.Вешев, Н.А.Ворошилов, С.Г.Алексеев, Чжоу Цзыюн, Н.А.Касьянкова // Геофизика. 2000. № 1. С.52-56.

4. *Рысс Ю.С.* Струйная миграция вещества в образовании вторичных ореолов рассеяния / Ю.С.Рысс, И.С.Гольдберг, С.Г.Алексеев, А.С.Духанин // ДАН СССР. 1987. Т.297. № 4. С.956-958.

5. *Штокаленко М.Б.* Механизмы формирования наложенных ореолов, фиксируемых геоэлектрохимическими и атмохимическими методами / М.Б.Штокаленко, С.Г.Алексеев, С.А.Вешев, Н.А.Ворошилов, Е.Г.Маргович, О.Ф.Путиков, // Российский геофизический журнал. 2009. № 47-48. С.33-50.

6. *Alekseev S.G., Dukhanin A.S., Veshev S.A., Voroshilov N.A.* Some aspects of practical use of geoelectrochemical methods of exploration for deep-seated mineralization // Journal of Geochemical Exploration. 1996. Vol.56. P.79-86.

REFERENCES

1. *Alekseev S.G., Veshev S.A., Voroshilov N.A., Kasynkova N.A., Pytikov O.F., Stokalenko M.B.* Geoelectrochemical techniques of prospecting for ore and oil // Prikladnaya geochimia. 2002. Issue 3. P.365-382.

2. *Veshev S.A., Voroshilov N.A., Alekseev S.G.* Geoelectrochemical techniques of prospecting for ore and hydrocarbon deposits // Razvedka I ohrana nedr. 2003. N 4. P.38-43.

3. *Pytikov O.F., Veshev S.A., Voroshilov N.A., Alekseev S.G., Chou Tsu, Kasynkova N.A.* Jet haloes over oil pools in complex rocks // Geofizika. 2000. N 1. P.52-56.

4. *Russ U.S., Goldberg I.S., Alekseev S.G., Dukhanin A.S.* Jet migration in forming secondary haloes // DAN USSR. 1987. Vol.297. N 4. P.956-958.

5. *Stokalenko M.B., Alekseev S.G., Veshev S.A., Voroshilov N.A., Margovich E.G., Pytikov O.F.* Mechanisms of forming of superimposed haloes, that are fixed by geoelectrochemical and atmochemical methods // Rosiyski geofizicheski zchurnal. 2009. N 47-48. P.33-50.

6. *Alekseev S.G., Dukhanin A.S., Veshev S.A., Voroshilov N.A.* Some aspects of practical use of geoelectrochemical methods of exploration for deep-seated mineralization // Journal of Geochemical Exploration. 1996. Vol.56. P.79-86.