

## Использование программы Surfer для изучения поисковых литохимических признаков медно-порфирирового оруденения

### Морозова Татьяна Петровна

к. г.-м. наук, доцент, кафедра «Техника и технология горного и нефтегазового производства», Московский политехнический университет, olivin99@mail.ru

### Андросова Надежда Константиновна

к.г.-м. н. доцент, кафедра «Техника и технология горного и нефтегазового производства», Московский политехнический университет, androsova\_n@mail.ru

### Карелина Елена Викторовна

к.г.-м. н. доцент, Департамент недропользования и нефтегазового дела. Российский университет дружбы народов, elkaralina@mail.ru

В статье рассматривается использование программы Surfer для изучения поисковых признаков медно-порфирирового оруденения Актогайского гранитоидного массива, в пределах массива находятся два медно-порфирировых месторождения (Актогай и Айдарлы) и рудопоявление Кызылкия, по которым было отобрано около 1500 проб и проведено геохимическое опробование на 15 элементов.

Данные геохимических анализов были обработаны с помощью программы Surfer. В результате получены изображения ореолов распространения различных по концентрации содержания этих элементов. По расположению ореолов можно сделать заключение об их взаимоотношении и корреляции. Таким образом, выявляется, что ореолы меди и молибдена по площади превышают размеры месторождений в 2,5-3 раза. Свинец, цинк и олово являются косвенными индикаторами оруденения. Эти элементы формируют ореолы, оконтуривающие рудные залежи.

Ключевые слова: оруденение, гранитоиды, массивы, содержания, границы, ореолы.

Одним из поисковых признаков месторождений полезных ископаемых являются ореолы химических элементов, изучение которых позволяет оценить перспективные территории. Цель работы – построение ореолов, используя программу Surfer, анализ их расположения и корреляции ореолов различных элементов.

Проводилось опробование гранитоидов Колдарского массива, являющимся одновременно Актогайским рудным полем, в пределах которого находятся два промышленных медно-порфирировых месторождения и одно рудопоявление. Пробы исследовались на 15 элементов - Pb, Cr, Ni, Co, V, Mo, Sn, Zn, Si, Ag, Au, Li, Rb, Na, K.

Результаты анализов обрабатывались с помощью программ Arc View и Statistica и Surfer [1, 3].

Оценки геохимического фона всех элементов были отдельно проведены для пород каждой фазы внедрения - диоритов, гранитов, гранит-порфириров и эффузивов [5, 266].

Обработка данных позволила выделить средние статистические геохимические показатели для Актогайского рудного поля.

Для выделения аномальных зон строились моноэлементные накладные карты для двух месторождений Актогайского и Айдарлыкского и проявления Кызылкия. Далее рассмотрим распределение содержания элементов в пределах Колдарского массива.

### Медь

Построенные ореолы Актогайского рудного поля отвечают зонам повышенных концентраций меди.

Ореол меди с содержанием более 150 г/т совпадает с рудным телом месторождения Айдарлы и имеет площадь в два раза превышающую площадь месторождения, площадь ореола рудопоявления Кызылкия в 12,5 раз превышает площадь месторождения.

### Молибден

Ореолы молибдена на месторождениях Айдарлы и Актогай по площади в 2,5 раза превышают площади рудных тел, а на проявлении

Кызылкия ореол превышает площадь в 10 раз. Ореол содержит три небольшие области повышенных содержаний. Одна из них находится в пределах рудного тела. Две другие расположены к северо-востоку и юго-востоку от рудного тела, имеется третья область с содержанием  $7 \times 10^{-4}$  -  $15 \times 10^{-4}$  % [4, 124].

Ореолы молибдена практически совпадают с ореолами меди, но в отличие от вторых, максимальные содержания молибдена наблюдаются за пределами рудного тела.

### Свинец.

Рудные тела месторождений Айдарлы и Актогай не содержат высоких концентраций свинца и цинка, содержание которых возрастают лишь к периферии от этих месторождений [2, 127].

На месторождениях Айдарлы и Актогай ореолы с высокими содержаниями свинца образуют мозаичную структуру (рис. 1), причем повышенные концентрации тяготеют к внешним границам ореолов. На проявлении Кызылкия ореол совпадает с рудным телом, включая три зоны высоких концентраций, но превышает его в шесть раз.

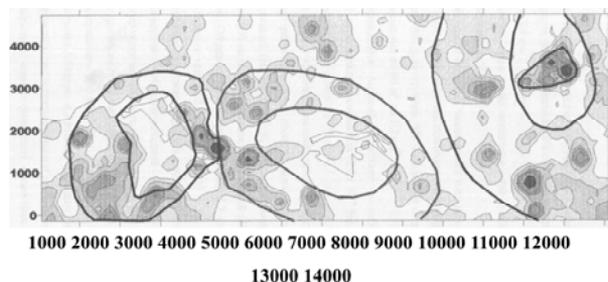


Рис. 1. Геохимические ореолы содержаний ( $\times 10^{-4}$  %) свинца Актогайского рудного поля, приуроченные к рудным телам месторождений Айдарлы, Актогай и Кызылкия [4, 126].

### Цинк.

Ореол цинка на месторождении Айдарлы имеет мозаичную структуру, области с повышенными содержаниями находятся вблизи внутренних границ. Ореол на месторождения Актогай содержит три крупные аномалии на границе месторождения.

Можно сделать вывод, что образование свинца и цинка проходило на периферии рудных тел месторождений Актогай и Айдарлы.

Ореол цинка месторождения Кызылкия совпадает с рудным телом, где содержатся максимальные концентрации цинка. Его площадь в 10 раз превышает площадь рудного тела и совпадает с ореолами меди и молибдена [4, 130].

### Серебро.

Ореол серебра на месторождении Айдарлы включает в себя рудное тело, на границе которого наблюдаются повышенные содержания элемента, а за пределами происходит снижение

до фоновых. Площадь ореола превышает площадь рудного тела более чем в три раза.

Границы ореолов серебра находятся в границах ореолов меди и молибдена, но имеют меньшую площадь. Здесь наблюдается отсутствие положительной корреляции между серебром и свинцово-цинковой минерализацией [4, 132].

Ореол серебра рудопроявления Кызылкия почти в 20 раз превышает площадь месторождения. В этом случае прослеживается корреляция между ореолами серебра и ореолами меди, молибдена, свинца и цинка.

Золото. Ореолы с повышенным содержанием золота тяготеют к месторождениям Айдарлы и Актогай, на проявлении Кызылкия повышенных содержаний нет.

Олово. На всех рассматриваемых месторождениях высокие содержания олова находятся на их границах и связаны со свинцом и цинком.

Рубидий и калий. Повышенные концентрации рубидия и калия приурочены к гранитоидным интрузиям в районе месторождений. Ореолы этих элементов практически совпадают.

Хром. В пределах рудных зон наблюдаются пониженные содержания хрома.

### Никель и кобальт.

Максимальные концентрации никеля и кобальта чередуются с зонами минимальных концентраций. Границы ореолов с максимальным содержанием никеля и кобальта совпадают с ореолами хрома средней концентрации, и наоборот, минимальные содержания никеля и кобальта тяготеют к ореолам с повышенными концентрациями хрома.

Литий и ванадий. Распределение на месторождении ореолов лития и ванадия подтверждает, что эти элементы не имеют прямую связь с медно-порфировой минерализацией.

### Выводы

Исследования, проведенные на основе построения моноэлементных накладок позволили выделить основные - Си, Мо, Ag, Аи, К и косвенные - Pb, Zn, Sn элементы-индикаторы медно-порфирового оруденения. Со, Ni, V, Li, Cs, Сг, Rb имеют минимальную концентрацию и вероятно эти элементы связаны с формированием гранитоидного массива.

Программа Surfer показала высокую эффективность в определении поисковых признаков медно-порфировых месторождений, поэтому ее широкое применение в геологических исследованиях и изысканиях может быть весьма продуктивно.

### Литература

1. Бродягин В.В. Основы компьютерных технологий решения геологических задач. Пермь, Изд-во Пермского государственного технического университета, 2008 г., 308 с.

2. Дьяконов В. В., Морозова Т. П. Определение эрозионного уровня медно-молибденовых месторождений по первичным ореолам // Материалы научной конференции аспирантов, преподавателей и молодых ученых, 2004 г. М. Изд-во РУДН, 2004. С. 125-128.

3. Мальцев. К.А. Основы работы в программе «Surfer 7.0» Учебно-методическое пособие. Казань. Изд-во Казанского государственного университета, 2008 г., 24 с.

4. Морозова Т. П. Геологические факторы оценки потенциальной медно-молибденовой рудоносности Калдарского и Тайсойганского гранитоидных массивов (Вост. Прибалхашье). Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. М. 2004. С.189.

5. Морозова Т. П. Геохимическая зональность Актогайского рудного поля // Материалы научной конференции аспирантов, преподавателей и молодых ученых, 22-25 апреля 2002 г. М. Изд-во РУДН. 2003. С. 266.

#### Using the Surfer program to study the search lithochemical signs of copper-porphyritic mineralization

Morozova T.P., Androsova N.K., Karelina E.V.

Moscow Polytechnic University, Peoples' Friendship University of Russia

The article discusses the use of the Surfer program for studying the search signs of copper-porphyry mineralization of the Aktogai granitoid massif. Within the massif there are two porphyry copper deposits (Aktogay and Aidarly) and the Kyzylkiya ore occurrence, for which about 1500 samples were taken and geochemical testing was carried out on 15 elements.

Data of geochemical analyzes were processed using the Surfer program. As a result, images of distribution halos of various concentrations of these elements were obtained. According to the location of the halos can make a conclusion about their relationship and correlation. Thus, it is revealed that the halos of copper and molybdenum in the area exceed the size of the deposits by 2.5-3 times. Lead, zinc and tin are indirect indicators of mineralization. These elements form halos and delineation of the ore Deposit.

Key words: mineralization, granitoids, massifs, content, boundaries, halos.

#### References

1. Brodyagin V.V. Fundamentals of computer technology solutions geological problems. Perm, Publishing House of Perm State Technical University, 2008, 308 p.
2. Dyakonov V.V., Morozova T.P. Determination of the erosion level of copper-molybdenum deposits by primary halos // Proceedings of the scientific conference of graduate students, teachers and young scientists, 2004. M. RUDN University Publishing House, 2004. P. 125 -128.
3. Maltsev. K.A. Fundamentals of work in the program "Surfer 7.0" Educational manual. Kazan Publishing house of Kazan State University, 2008, 24 p.
4. Morozova, TP. Geological factors for assessing the potential copper-molybdenum ore content of the Kaldar and Taisoigan granitoid massifs (East. Balkhash). Thesis for the degree of Candidate of Geological and Mineralogical Sciences. M. 2004. P.189.
5. Morozova, TP, Geochemical Zonality of the Aktogay Ore Field, Proceedings of the Scientific Conference of Post-Graduate Students, Teachers, and Young Scientists, April 22-25, 2002. M. Izd-vo RUDN. 2003. p. 266.