

Биогеохимия травостоя Южно-Гайского медноколчеданного месторождения

*В.Б. Черняхов, к.г.-м.н., Е.Г. Щеглова, к.б.н.,
ФГБОУ ВО Оренбургский ГУ*

Южно-Гайское месторождение расположено к югу от города Гая, на одной из вершин Гайской гряды. Оно входит в комплекс Гайского горно-обогатительного комбината [1]. Почвообразующие породы и почвы участка месторождения рассматривались нами ранее [2, 3].

Материал и методы исследования. Целью данной работы являлось изучение биогеохимических особенностей травостоя Южно-Гайского медноколчеданного месторождения.

В задачи исследования входило установление соответствия содержания микроэлементов в исходных природных средах и растительном покрове.

Методика изучения растительной среды соответствовала существующим инструктивным требованиям [4]. Биогеохимическому опробыванию подвергались все компоненты: травостой, кустарнички, деревья.

Результаты исследования. Судя по полученным данным, эндогенные процессы сформировали в породах палеозоя не только рудные тела, но и первичные геохимические ореолы Cu, Pb, Zn, Ag, Co, Mo, т.е. элементов типоморфного комплекса, характерного для Уральских медноколчеданных месторождений. Перечисленные элементы подразделяются на три группы: надрудные – Pb, Ag; рудные – Cu, Zn; подрудные – Co, Mo.

Последующие экзогенные процессы разрушили не только верхние части рудных тел и связанные

с ними первичные ореолы, но и сформировали вторичные геохимические ореолы во всей сопряжённой цепи природных сред: корках выветривания на породах палеозоя, перекрывающих их отложениях мезокайнозоя, в почвенном покрове и природных водах. Последнее является основным агентом формирования как самих руд и первичных ореолов в период палеозоя (в горячем состоянии), так и вторичных ореолов в остальных природных средах (в холодном состоянии).

Образовавшийся материал был снесён в прилегающую к месторождению депрессию между Гайской и расположенной восточнее Калининской грядами.

Мощность рыхлых отложений достигает здесь нескольких десятков метров. Сюда было снесено одной только меди более 80 тыс. т. Юго-восточнее, в центре депрессии, подземные потоки воды выклиниваются на дневную поверхность и формируют знаменитое Купоросное озеро (с изучения вод озера в 30-е гг. прошлого столетия начались геологические поиски источника формирования ураганно высоких содержаний меди и других химических элементов и соединений в водах озера. К сожалению, поиски велись вблизи Купоросного озера и поэтому только с 20-летним опозданием было открыто исходное Южно-Гайское месторождение).

Изучаемый участок условно разбит на три поля: рудное – в районе самих рудных тел месторождения, аномальное – вблизи Купоросного озера и нормальное – остальная часть территории (рис.).

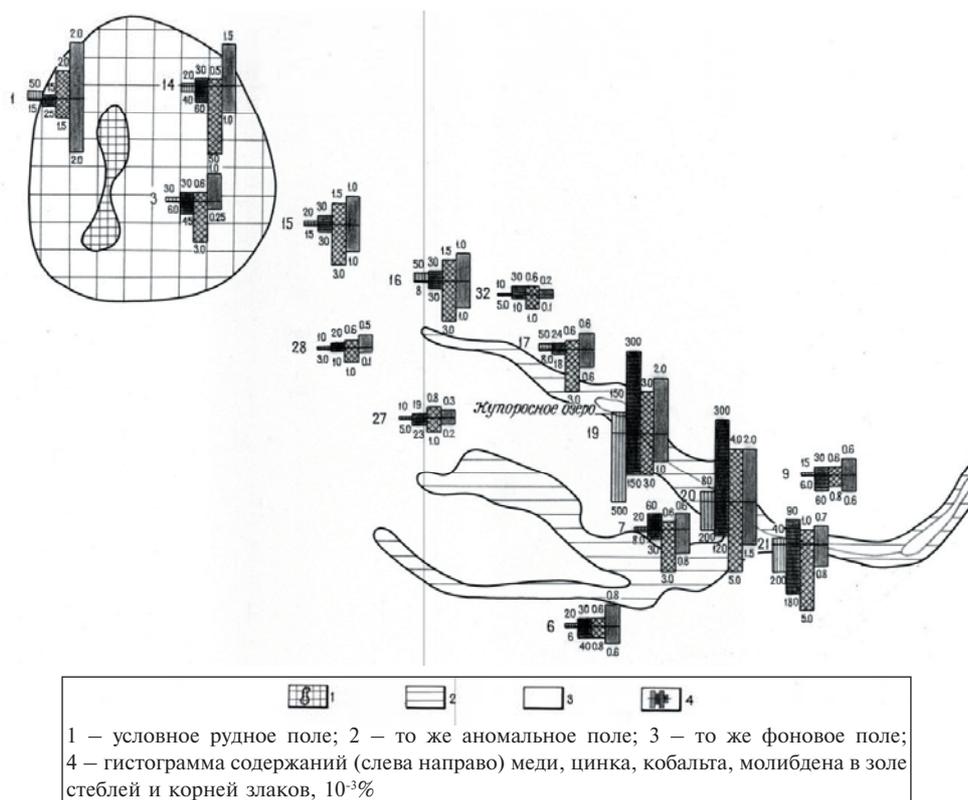


Рис. — Содержание меди, цинка, кобальта, молибдена в растительной среде Южно-Гайского медноколчеданного месторождения

С ландшафтно-геохимической точки зрения первое относится к элювиальному, пространство между рудным полем и районом Купоросного озера — к трансаллювиальному, район самого Купоросного озера и вытекающего из него ручья — к супераквальному.

Временные и постоянные водотоки согласно рельефу направляются с участка месторождения, расположенного на Гайской гряде, на юго-восток. Ручей, вытекающий из Купоросного озера, также называемый Купоросным, впадает в речку Колпачку и по ней через промоину в Калиновской каменной гряде уходит на восток, где через 18 км впадает в реку Урал.

Данные по результатам опробованных стеблей и корней растительности рудного, нормального и аномального полей приведены в таблице. С целью получения сопоставимых данных приведены результаты исследования только по ковылям — *Stipa lessingiana*.

Максимальное превышение кларковых значений рудных элементов в исходных породах, почвах и растительном покрове отмечается на участке Купоросного озера. Так, содержание меди достигает здесь в корнях растений $250 \cdot 10^{-3}\%$, что превышает кларки в растительном покрове (А.И. Перельмана, 1961) почти в 100 раз.

Наши предыдущие исследования форм нахождения рудных элементов в почвенном покрове в районе Купоросного озера показали высокую долю (до 40%) их подвижной части [2, 3].

Вокруг Купоросного озера произрастает берёзовая роща с пышным травостоем, несмотря на то, что здесь преобладают злостные солончаки, что является совершенно уникальным явлением. Да и само содержание рудных элементов в растительном покрове очень высокое. Так, в коре местных берёз содержание меди достигает $60 \cdot 10^{-3}\%$, в ветвях — $20 \cdot 10^{-3}\%$, в листьях — $10 \cdot 10^{-3}\%$, в опаде — $110 \cdot 10^{-3}\%$.

Растительность не может полностью противостоять вхождению ионов металлов, содержащихся в высокой концентрации в почвах, тем более при значительной доле элементов, находящихся в подвижном состоянии. Однако накопление элементов в растениях происходит до определённых пределов. Защитная реакция растений определяется полнотой связи ионов металлов в комплексе со сложными органическими кислотами. В этих соединениях обычно содержатся в среднем около 40–60% меди, цинка, молибдена.

Тем не менее высокое содержание элементов как в почвах, так и в растениях, высокая засоленность почв и, как следствие, повышенная зольность растений района Купоросного озера не вызвали эндемичных отклонений у последней. Более того, растительность здесь хорошо развита, отличается высоким травостоем.

Были рассчитаны коэффициенты аномальности (отношения абсолютных содержаний к фоновым). За порог значимости была принята величина 3. Для участка Купоросного озера получился ряд по

Среднее валовое содержание рудных элементов в стеблях и корнях злаков, почвах и почвообразующих породах Южно-Гайского месторождения, 10⁻³%

Элемент	Кларки растений	Стебли злаков			Корни злаков			Кларки почв	Почвы			Породы		
		нормальное поле	аномальное поле	рудное поле	нормальное поле	аномальное поле	рудное поле		нормальное поле	аномальное поле	рудное поле	нормальное поле	аномальное поле	рудное поле
Медь	n,0	15,8	92,0	25,0	3,0	350,0	23,0	2,0	7,2	200,0	6,0	9,0	600,0	5,0
Цинк	n,0	20,0	115,0	30,0	20,0	93,0	52,0	5,0	13,5	30,0	10,0	13,0	100,0	17,5
Свинец	0,n	2,0	3,0	4,0	2,7	4,0	3,0	1,0	2,7	3,0	5,0	2,0	3,0	2,0
Серебро	-	0,06	0,40	0,10	0,05	0,50	0,80	0,01	0,02	0,02	0,02	0,08	0,01	0,02
Кобальт	0,n	0,7	2,5	0,6	1,4	4,0	4,0	0,3	2,0	2,0	1,1	2,6	10,0	1,4
Молибден	0,n	0,4	1,2	1,2	0,3	0,	0,9	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3	0,2	1,1
Зольность		11,6	13,0	9,0	0,7	25,0	2,0							

корням *Stipa lessingiana*: Ag 10.0 > Zn 4.8 > Cu 4.3 > Co 3.0 = Mo 3.0, по стеблям: Zn 57.0 > Ag 8.0 > Cu 6.0 > Co 3.1 > Mo 3.0. Судя по этим данным, эти растения могут быть рекомендованы для опробования при поисковых работах.

По материалам, накопившимся на сегодняшний день, определен ряд показателей миграционных способностей химических элементов, характерных для вод Южного Урала: Ag > Zn > Mo > Cu > Pb > Co. Как видим, вышеперечисленные ряды, по крайней мере для корневой части растительности, аналогичны приведённым рядам для природных вод.

В отличие от района Купоросного озера, на участке рудного поля, т.е. самого месторождения, в рыхлом покрове не оказалось элементов, коэффициент аномальности которых превышал бы величину 3. Причину этого явления мы рассматривали ранее [3]. В корнях растений, произрастающих здесь, все же отмечается несколько повышенное значение коэффициентов аномальности: Ag 6.0 > Mo 3.0 = Co 3.0.

Высокую концентрацию серебра и молибдена в растительности следует связывать с тем, что у растений практически отсутствует предел поглощений этих элементов.

Абсолютное большинство элементов концентрируется преимущественно в корнях, что связано с длительным периодом существования последних. Так, соотношение средних содержаний элементов в корнях и стеблях достигает коэффициента для кобальта – 8,0, серебра – 2,1 и т.д., их следует отнести к элементам акропетального градиента.

Эта закономерность особенно характерна для кобальта, несмотря на его прочную связь в почвах, благодаря сорбции, пропорционально увеличивающейся доли физической глины.

Из активно накапливающихся в стеблях элементов в условиях Южно-Гайского месторождения следует отметить также молибден. Однако коэффициент накопления его не превышает значения 1,3. Условно молибден может быть отнесён к элементам базипетального градиента.

На примере аномального поля ряд соотношений средних содержаний элементов в корнях и стеблях

ковыля по степени убывания располагается так: Cu > Co > Pb > Ag > Ba > Zn = Mo.

Сравнение распределения элементов между почвообразующими породами, почвами и стеблями свидетельствует о том, что основная часть их накапливается с коэффициентом >3. В этом случае, так же как для корней, наблюдается рост числа элементов с высокими коэффициентами аномальности от нормального поля к рудному. Так, для соотношения элементов в стеблях и почвах эти ряды составляют: аномальное поле – Ag > Mo; рудное поле – Mo > Ag > Cu > Zn >.

Коэффициенты концентрации для серебра и молибдена составляют 26,6 и 9,3; 12,0 и 6,0 – соответственно. В условиях аномального поля, характеризующегося более высокими долями подвижных форм элементов в почвах, коэффициенты биологического поглощения выше, чем для случая рудного поля. Приведённые выше материалы свидетельствуют о том, что в условиях Южно-Гайского месторождения опробования растительности без потери информативности можно производить по стеблям злаков.

Выводы. Растительный покров на участке месторождения отражает повышенное содержание рудных элементов, находящихся в почвах.

Максимальные концентрации характерны для корневых систем за счёт более длительного периода их существования.

На аномальных участках в почвах с высокой долей подвижной части рудных элементов их накопление в растительном покрове идёт более интенсивно.

Наиболее интенсивно накапливается в растительном покрове серебро и молибден.

Литература

1. Гайский ГОК. Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 2004. 148 с.
2. Черняхов В.Б. Геохимические особенности скелетных почв и ландшафтов Гайской и Калиновской гряд низкогорного Урала Оренбургской области // Заповедное дело. Оренбург: «Газпромнефть», 2004. С. 187–189.
3. Черняхов В.Б. Особенности распределения тяжёлых металлов в мезокайнозойских отложениях на Южно-Гайском месторождении // Природный и социально-экономический потенциал Оренбургской области. Оренбург: ОГПУ, 2005. С. 45–50.
4. Инструкция по геохимическим методам. М.: Недра, 1983. 132 с.