

А.И. Фертиков, И.И. Бакшеева, Е.А. Бурдакова, А.А. Плотникова
МОДИФИКАЦИЯ ТЕРМОМАГНИТНОГО
ГЕОХИМИЧЕСКОГО МЕТОДА ЗА СЧЕТ
МАГНИТНО-КОЛЛОИДНОЙ ОБРАБОТКИ ПРОБ

Представленное исследование доказывает возможность применения магнитного коллоида для препаративных работ, в частности, для повышения информативности геохимического метода поисков – ТМГМ. Предложена технологическая схема пробоподготовки. Она включает в себя: предварительное измельчение материала до крупности 0,074мм, обработку пульпы эмульсией ФМЖ и получение концентрата на высокоградиентном сепараторе.

Ключевые слова: магнитный коллоид, гидроокислы железа, магнетизирующий обжиг, высокоградиентная магнитная сепарация, ТМГМ.

Введение

Для решения задач в области геохимии, традиционно применяются методы, основанные на анализе валовых концентраций химических элементов. Поисково-оценочная информативность валового анализа при выделении геологических объектов зачастую малоэффективна из-за высокого или резко переменного естественного геохимического фона, унаследованного от материнских пород. Поэтому стоит уделить внимание, другой характеристике геологического объекта – это потоки элементов находящихся в подвижных ионных формах и образованию геохимических ореолов рассеяния благодаря аккумулятивным процессам в почве. Подобные вопросы решались в ВИРГ-Рудгеофизике (ныне ФГУ НПП «Геологоразведка»), здесь были разработаны и теоретически обоснованы методы МПФ, ТМГМ, ЧИМ, МДИ.

Строение почв характеризуют сочетанием генетических горизонтов и компонентов, участвующих в сорбции микроэлементов:

1) органическое вещество и живые организмы;

2) оксиды (водные, аморфные) – главным образом железа и марганца и в гораздо меньшей степени алюминия и кремния;

3) карбонаты, фосфаты, сульфиды и основные соли;

4) глины.

Среди всех этих компонентов глинистые минералы, водные оксиды металлов и органическое вещество считаются наиболее важными группами, которые участвуют и конкурируют между собой в процессах сорбции микроэлементов.

Сорбция органическим веществом и живыми организмами, происходит в верхних горизонтах, с понижением по горизонту и уменьшением кислотности железо выпадает в осадок, а также образуются железомарганцевые пленки на отдельных частицах, конкреции и включения. Оксиды Fe и Mn присутствуют в почве, в виде различных минералов как кристаллических, так и скрытокристаллических или аморфных. Здесь конкурируют за сорбцию микроэлементов: оксиды и глины (табл. 1).

Оксиды и гидроксиды Fe и Mn имеют большую сорбционную емкость,

Таблица 1

Сорбционные свойства некоторых минералов почв

Минерал	Общая площадь поверхности, м ² /г	Общая сорбция микрокатионов, мкмоль/г
Каолинит	7–30	30–70
Иллит	65–100	65–95
Монтмориллонит	700–800	390–460
Гетит	41–81	51–300
Оксиды марганца	32–300	200–1000

в особенности по отношению к микроэлементам, поэтому в конкрециях и обогащенных Fe и Mn участках почвы могут накапливаться большие количества микроэлементов. Поэтому для анализа представительным горизонтом отбора проб является наиболее обогащенный железом и марганцем слой – иллювиальный горизонт почв [1].

Механизм сорбции включает изоморфное замещение ионов Fe и Mn двух- и трехвалентными катионами, катионообменные реакции и окислительные эффекты на поверхности оксидных осадков. Переменный заряд поверхности (преимущественно у оксидов Fe) благоприятствует также адсорбции анионов. Количество каждого адсорбированного иона зависит главным образом от pH равновесного раствора.

Выделение гидроокислов железа и марганца из почв и их анализ, позволит

выявить химические элементы, некогда мигрирующие в легкоподвижных формах с почвенными растворами.

Поэтому в рамках данного исследования модифицировали существующий метод – ТМГМ основанный на выделении и последующем анализе гидроокислов железа и марганца, представляющих собой естественный геохимический барьер для элементов в почве [3].

Научной основой ТМГМ является учение о миграции химических элементов в легкоподвижных формах нахождения с последующим закреплением и накоплением на путях транспортировки при взаимодействии их с железом – и марганец содержащими минералами. В состав работ ТМГМ входят полевой отбор проб, отделение миллиметровой фракции, ее магнетизирующий обжиг при температуре 800 °С и выделением терромагнитной фракции; ее анализ на содержание элементов-индикаторов. Схема анализа ТМГМ представлена на рис. 1.

Однако к недостаткам данного метода, можно отнести:

- использование миллиметровой фракции (наличие химических элементов не принадлежащих к сорбиту на гидроокислах);
- термическая диффузия элементов;
- потери легколетучих элементов;
- конечный продукт представлен смесью естественного и полученного в процессе обжига магнетита;

**Рис. 1. Схема анализа ТМГМ**

- трудоемкость;
- дорогостоящий.

Поскольку гидроокислы железа и марганца относятся по своим магнитным свойствам к слабомагнитным минералам, то для их выделения необходимо использовать методы магнитной сепарации. Данные методы позволят избежать недостатки, вызванные магнетизирующим обжигом.

Материалы и методы

Отбор литогеохимических проб выполнен по сети 400х400 м, на опытно-методическом участке Абаканский. Глубина отбора зависела от мощности почвенно-растительного слоя и составляла 20–40 см, визуально из иллювиального горизонта. Материал проб в большинстве случаев был представлен песчано-глинистыми фракциями в различных сочетаниях.

Для выделения гидроокислов из породы выбран высокоградиентный магнитный сепаратор, носитель магнитного продукта которого представлен металлической дробью диаметром 5 мм [2].

Определение содержаний элементов в пробах осуществлялось с использованием атомно-эмиссионного спектрального (установка Горный Поток) анализа.

навеска 10 гр. (- 0,074 мм)



Рис. 2. Схема выделения гидроокислов

Минералогический и фазовый геохимический анализ проводили в ИХиХТ СО РАН г. Красноярск.

Методика пробоподготовки осуществлялась согласно схеме представленной на рис. 2.

Условия опытов: масса навески 30 гр; ферромагнитная жидкость (ФМЖ) – 1мл; напряженность магнитного поля 11 Э, размер дробы 5 мм.

Ферромагнитные жидкости представляют собой коллоидные системы, состоящие из ферромагнитных или ферримагнитных частиц нанометровых размеров, находящихся во взвешенном состоянии в несущей жидкости, в качестве которой обычно выступает органический растворитель или вода. Для обеспечения устойчивости такой

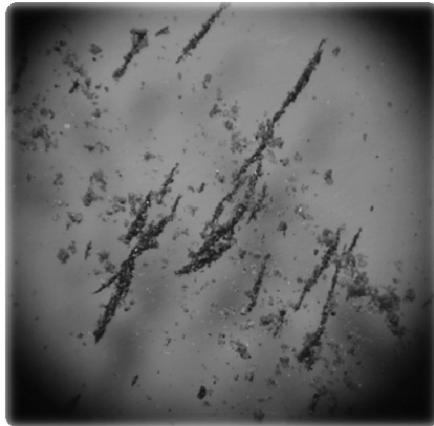
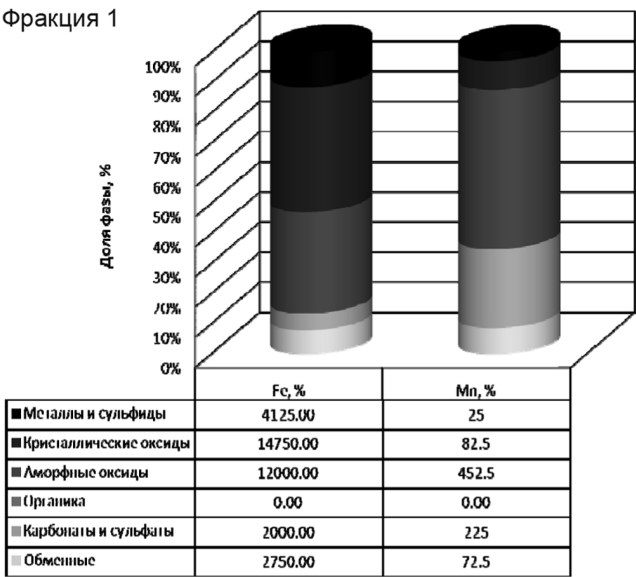


Рис. 3. Две фракции сильномагнитного продукта

Фракция 1



Фракция 2

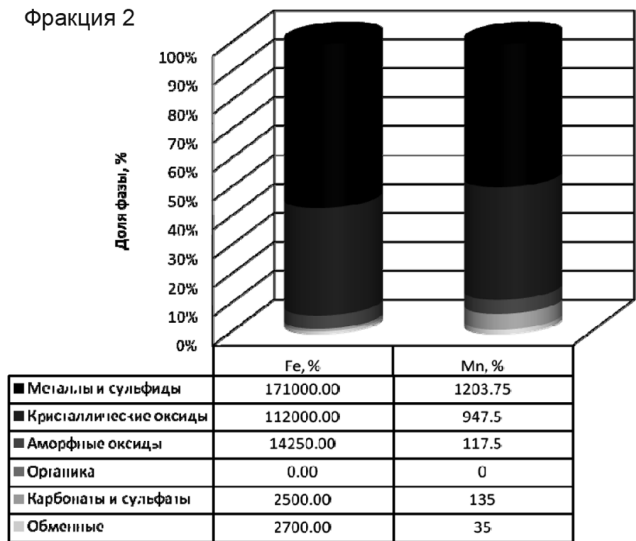


Рис. 4. Результаты фазового геохимического анализа

жидкости ферромагнитные частицы связываются с поверхностно-активным веществом (ПАВ), образующим защитную оболочку вокруг частиц и препятствующем их слипанию из-за Ван-дер-Ваальсовых или магнитных сил. В нашем исследовании использовали ферромагнитную магнитную жидкость (15% раствор магнетита в керосине, стабилизированный олеиновой кислотой). Размер коллоидов магнетита составляет 10–12 нм.

Отобранные пробы предварительно подвергались истиранию до крупности 100% класса 0,074 мм, затем готовилась пульпа в соотношении Ж:Т (1:2). Для усиления магнитных свойств пульпа обрабатывалась эмульсией ФМЖ. Концентрат отделяли на высокоградиентном магнитном сепараторе. В результате было получено три продукта – магнитный (МП), не магнитный (НМП) и «сильно» магнитный продукт (СМП). Регенерация СМП осуществлялась на сите, промыванием водой. Далее проводилось разделение полученного СМП на две фракции ручным магнитом.

Таблица 2

Результаты минералогического анализа сильномагнитного продукта

	Фракция 1	Фракция 2
Магнетит	8%	95%
Лимонит, чешуйчато-лимонитовые агрегаты	30% Много зерен в лимонитовой рубашке	–
Цеолит	едз	–
Ожелезненные обломки пород	50%	–
Обломки породы (эффузивы)	–	–

Результаты исследования

Кристаллы магнетита в постоянном магнитном поле собираются в змеевидную форму, гидроокисные формы при этом с ними легко разделяются. Сильно магнитный продукт после разделения на две фракции визуально представлен песчаной смесью бурого цвета и кристаллами черного цвета с металлическим блеском (рис. 3).

По результатам минералогического анализа фракции 1 и фракции 2, подтверждается разделение СМП на конечные концентраты представленные магнетитом и обломками пород с гидрооксидами Fe и Mn (табл. 2).

Фазовый геохимический анализ фракций (рис. 4) подтверждает преобладание аморфных и обменных форм Fe и Mn в первой фракции, металлических и кристаллических форм оксидов во второй.

Элементный состав фракций, полученный также методом фазового геохимического анализа, показывает что первая фракция представлена в основном обменными формами (рис. 5), в то время как данные рис. 6 свидетельствуют о нахождении цветных металлов в форме металлов и сульфатов.

По результатам исследования была предложена технологическая схема геохимического опробования (рис. 7). Она включает в себя: предварительное измельчение

Фракция 1

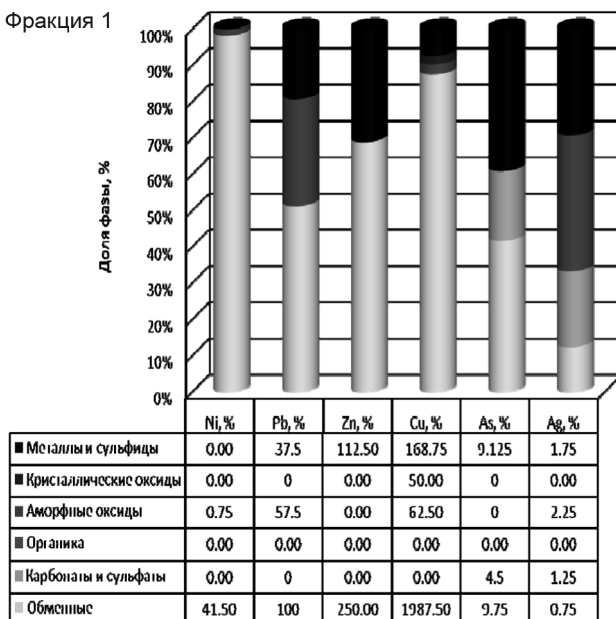


Рис. 5. Результаты фазового геохимического анализа

Фракция 2

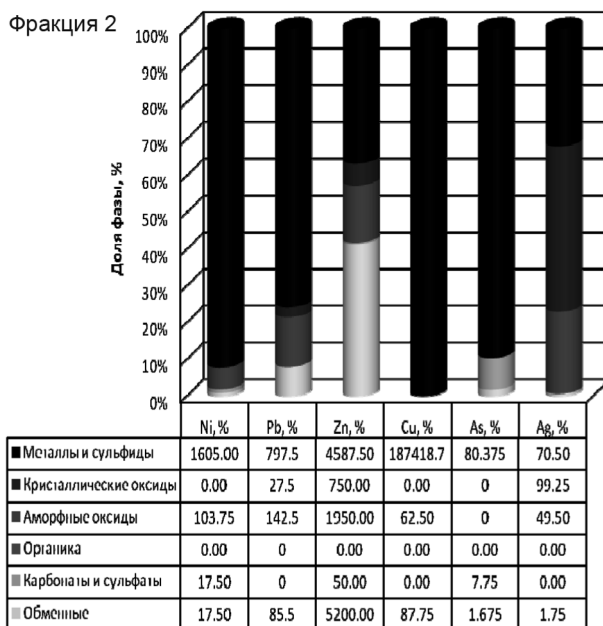


Рис. 6. Результаты фазового геохимического анализа

до крупности 0,074мм, обработку пульпы эмульсией ФМЖ и получение концентрата на высокоградиентном сепараторе.



Рис. 7. Полная схема анализа геохимических проб, на содержание подвижных форм химических элементов

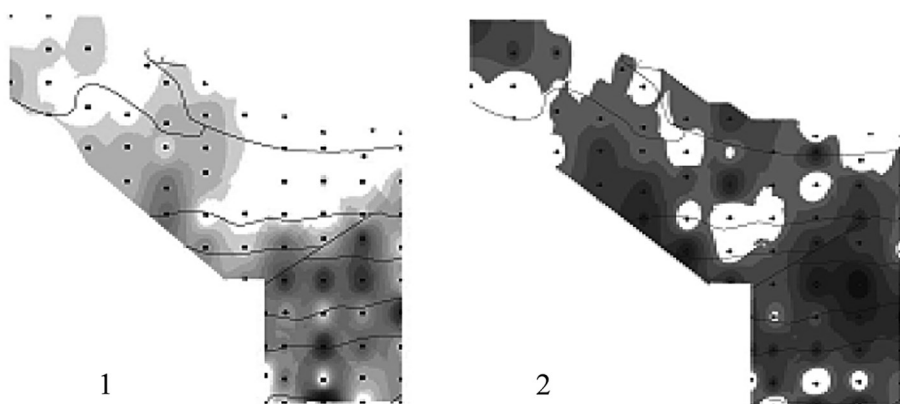


Рис. 8. Распределение железа на исследуемой площади по результатам спектрального анализа: 1 – обычные геохимические пробы, 2 – конечный продукт магнитной сепарации

Фракция 1 сильномагнитного продукта, которая является концентратом магнитного коллоида из геохимических проб и есть носитель ранее подвижных форм химических элементов. При этом после отделения ее от основной валовой массы пробы наблюдается эффект концентрации, что и при обогащении по обжиг магнитной схеме.

Результаты построения геохимических карт по данным полученным

предложенным методом представлены на рис. 8.

Закключение

1. Данный метод позволит:

1.1. Выделить наличие областей с преобладанием подвижных форм элементов, что можно использовать как поисковый критерий;

1.2. Повысить контрастность геохимических карт;

1.3. Уменьшить трудоемкость, продолжительность работы и стоимость.

1. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989. – С. 439.

2. Кармазин В.В., Кармазин В.И. Магнитные и электрические методы обогащения. Учебник для вузов. – М.: Недра, 1988. – 304 с.

3. Ворошилов Н.А., Ворошилова Л.Н. Применение терромагнитного геохимического метода (ТМГМ) при поисках рудных месторождений / Методы интерпретации результатов литохимических поисков. – М.: Наука, 1987. – С. 135–141. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Фертиков Алексей Игоревич – младший научный сотрудник,
e-mail: fert_ov@mail.ru,

Сибирский федеральный университет, Лаборатория экологического мониторинга,
Бакшеева Ирина Игоревна¹ – кандидат технических наук, старший преподаватель,
e-mail: Irina_igorevna@mail.ru,

Бурдакова Екатерина Александровна¹ – кандидат технических наук, доцент,
e-mail: kate-groo@yandex.ru,

Плотникова Алена Александровна¹ – ассистент кафедры,
e-mail: glumova-a@inbox.ru,

¹ Сибирский федеральный университет,
Институт цветных металлов и материаловедения.

UDC 622.7

MODIFICATION THERMOMAGNETIC GEOCHEMICAL METHODS DUE MAGNETIC COLLOIDAL PROCESSING OF SAMPLES

Fertikov A.I., Junior Researcher, e-mail: fert_ov@mail.ru,

Siberian Federal University, Laboratory of Ecological Monitoring,
Baksheeva I.I.¹, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer,
e-mail: Irina_igorevna@mail.ru,

Burdakova E.A.¹, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,
e-mail: kate-groo@yandex.ru,

Plotnikova A.A.¹, Assistant of Chair, e-mail: glumova-a@inbox.ru,

¹ Siberian Federal University, Institute of Nonferrous Metals and Materials Science,
Krasnoyarsk, Russia.

The present study demonstrates the possibility of using magnetic colloid for preparative work, in particular, to improve the information content of geochemical methods of searches – TMGM. The process flowsheet sample preparation. It includes: pre-grinding the material to a particle size 0,074 mm, processing pulp emulsion FMG and receiving concentrate on high-gradient separator.

Key words: magnetic colloids, iron hydroxides, magnetizing roasting, high-gradient magnetic separation, TMGM.

REFERENCES

1. Kabata-Pendias A., Pendias X. *Mikroelementy v pochvakh i rasteniyakh* (Microelements in soil and plants), Moscow, Mir, 1989, pp. 439.

2. Karmazin V.V., Karmazin V.I. *Magnitnye i elektricheskie metody obogashcheniya. Uchebnik dlya vuzov* (Magnetic and electric methods of mineral processing. Textbook for high schools), Moscow, Nedra, 1988, 304 p.

3. Voroshilov N.A., Voroshilova L.N. *Metody interpretatsii rezul'tatov litokhimicheskikh poiskov* (Methods of interpretation of lithochemical search results), Moscow, Nauka, 1987, pp. 135–141.

