

4. Савельева Г.Н., Суслов П.В., Ларионов, А.Н. Вендские тектоно-магматические события в мантийных комплексах офиолитов Полярного Урала: данные U-Pb датирования циркона из хромититов // Геотектоника. 2007. № 3. С. 23-33.
5. Савельева Г.Н., Щербаков С.А., Денисова Е.А. Роль высокотемпературных деформаций при формировании дунитовых тел в гарцбургитах // Геотектоника. 1980. № 3. С. 16-26.
6. Шараськин А.Я., Карякин Ю.В., Кнунтер А.Л., Хераскова Т.Н. Структурные особенности, состав и тектоническое значение мезозойских образований группы Диаризос (юго-западный Кипр) // Геотектоника. 1995. № 5. С. 83-91.
7. Alard O., Griffin W.L., Lorand J.P., Jackson S.E., O'Reilly S.Y. Non-chondritic distribution of the highly siderophile elements in mantle sulphides // Nature. 2000. V. 407(6806). P. 891-894.
8. Barnes S.J., Naldrett A.J., Gorton M.P. The origin of the fractionation of platinum-group elements in terrestrial magmas // Chemical Geology. 1985. V. 53(3-4). P. 303-323.
9. Batanova V.G. et al. Platinum-group element abundances and Os isotope composition of mantle peridotites from the Mamonia complex, Cyprus // Chemical Geology. 2008. V. 248(3-4). P. 195-212.
10. Belousov I.A., Batanova V.G., Sobolev A.V. Melt and fluid transport in mantle wedges: evidence from bulk-rock and mineral geochemistry of mantle section rocks from Voykar Ophiolite (Polar Urals) // Geochimica et Cosmochimica Acta. 2008. V. 72(12). P. A70-A70.
11. Bockrath C., Ballhaus C., Holzheid A. Fractionation of the platinum-group elements during mantle melting // Science. 2004. V. 305(5692). P. 1951-1953.
12. Burton K.W. et al. The distribution and behaviour of rhenium and osmium amongst mantle minerals and the age of the lithospheric mantle beneath Tanzania // Earth and Planetary Science Letters. 2000. 183(1-2). P. 93-106.
13. Carlson R.W. Application of the Pt-Re-Os isotopic systems to mantle geochemistry and geochronology // Lithos. 2005. V. 82(3-4). P. 249-272.
14. Jagoutz E. et al. The abundances of major, minor and trace elements in the Earth's mantle as derived from primitive ultramafic nodules // R.B. Merrill, D.D. Bogard, F. Hoerz, D.S. McKay, P.C. Robertson (Eds). Proceedings of the Lunar and Planetary Science Conference. N.Y. Pergamon. 1979. P. 2031-2050.
15. Luguat A., Horan M.F., Shirey S.B., Lorand, J.P., Carlson R.W. Partitioning of highly siderophile elements (HSE) in very refractory peridotites // Geochimica et Cosmochimica Acta. 2004. V. 68(11). P. A549-A549.
16. Peregoedova A., Barnes S.J., Baker D.R. The formation of Pt-Ir alloys and Cu-Pd-rich sulfide melts by partial desulfurization of Fe-Ni-Cu sulfides: results of experiments and implications for natural systems // Chemical Geology. 2004. V. 208(1-4). P. 247-264.
17. Shirey S.B., Walker R.J. The Re-Os isotope system in cosmochemistry and high-temperature geochemistry // Annual Review of Earth and Planetary Sciences. 1998. V. 26. P. 423-500.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ МАГНЕТИТОВОЙ РУДЫ (МАГНЕТИТА) В СВЯЗИ С ГЕНЕТИЧЕСКИМИ ОСОБЕННОСТЯМИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Бахтерев В.В.

*Институт геофизики УрО РАН, Екатеринбург, Россия
e-mail: bakh@etel.ru*

EXPERIMENTAL RESEARCH INTO ELECTRIC CONDUCTIVITY OF MAGNETITE ORE AT HIGH TEMPERATURE, AND ITS RELATION TO GENETIC PECULIARITIES OF DEPOSIT

Bakhterev V.V.

*Institute of Geophysics UB RAS, Ekaterinburg, Russia
e-mail: bakh@etel.ru*

We applied to investigate temperature dependences of electric resistance and loss tangent in the range from 20 to 800°C in magnetite ore. The samples of ore contain 92-95% magnetite, which differ in structure, mineralogy and genetic peculiarities.

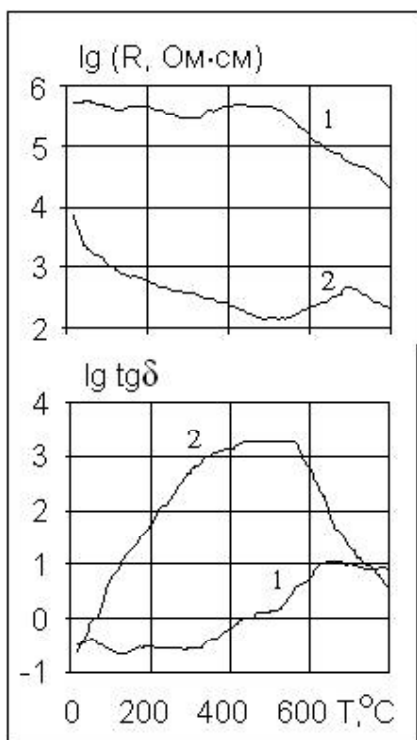


Рис. 1. Температурные кривые электрического сопротивления R и тангенса угла диэлектрических потерь $\text{tg}\delta$ образцов магнетитовой руды из Естюнинского (кривые 1) и Таштагольского (кривые 2) месторождений.

ных примесей. Высокотемпературные твердые растворы на основе магнетита при понижении температуры распадаются с образованием ряда минералов. Магнетит, кристаллизуясь в различных термодинамических и физико-химических условиях, в своем химическом составе и кристаллической структуре несет генетическую информацию об этих условиях. Набор физических свойств минерала, несущих такую информацию, разнообразен (это в основном магнитные свойства). Использование магнитных характеристик позволяет решать целый ряд геологических задач, включая поиски и разведку полезных ископаемых [2]. Тем не менее, интерес к этому минералу не ослабевает. Открываются его новые неизвестные свойства. Важное место в ряду типоморфных признаков могут занять электрические свойства, в том числе при высоких температурах, которые несут информацию о кристаллохимических особенностях, фазового и структурного состояния вещества. Изучение высокотемпературной электропроводности магнетитовой руды (магнетита) и вмещающих горных пород могут выявить новые нетрадиционные поисковые признаки.

Электропроводность минералов и горных пород сильно зависит от температуры нагрева. Разнообразие ассоциаций минералов, структурных и текстурных особенностей горных пород обуславливает широкий диапазон значений их электрического сопротивления, особенности механизма электро-

Скарново-магнетитовые месторождения составляют в настоящее время основу сырьевой базы черной металлургии Урала. Традиционными методами поисков магнетитовых руд являются геологические и геофизические (в основном, магнитные). Месторождения гидротермально-скарновой магнетитовой формации формировались на протяжении длительного интервала времени, и отличаются сложной геологической обстановкой. Поэтому, несмотря на использование целого ряда поисковых критериев на ранних стадиях геологоразведочных работ правильная оценка ожидаемых запасов месторождения дается чрезвычайно редко и затягивается на длительное время [1].

Кристаллическая структура природных минералов по степени совершенства заметно отличается от структуры идеальных кристаллов наличием многочисленных искажений и дефектов. Эти черты реальных кристаллов варьируют для одного и того же минерального вида от месторождения к месторождению и относятся к числу типоморфных особенностей минералов. В кристаллической структуре реальных минералов, содержащих несколько видов катионов, распределение их по различным позициям в решетке неодинаково и зависит от условий образования минерала и его последующей термической истории. Большинство магнетитов характеризуется сложным химическим составом и содержит целый ряд изоморф-

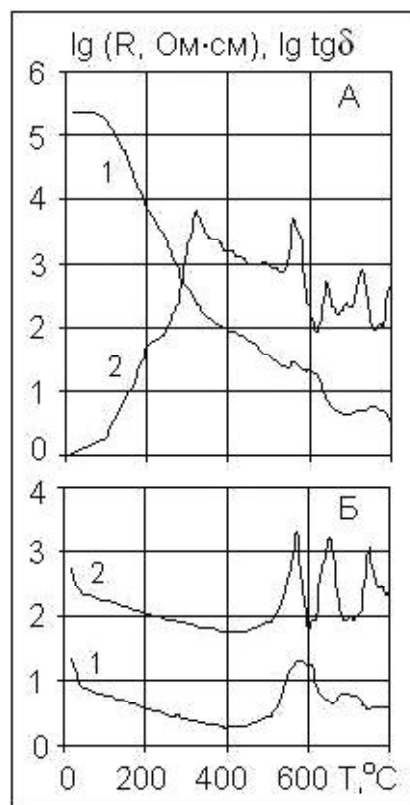


Рис. 2. Температурные кривые электрического сопротивления R (кривые 1) и тангенса угла диэлектрических потерь $\text{tg}\delta$ (кривые 2) образцов магнетитовой руды из Новопесчанского месторождения.

Структура магнетитовой руды: А – аллотриоморфнозернистая; Б – скрытокристаллическая.

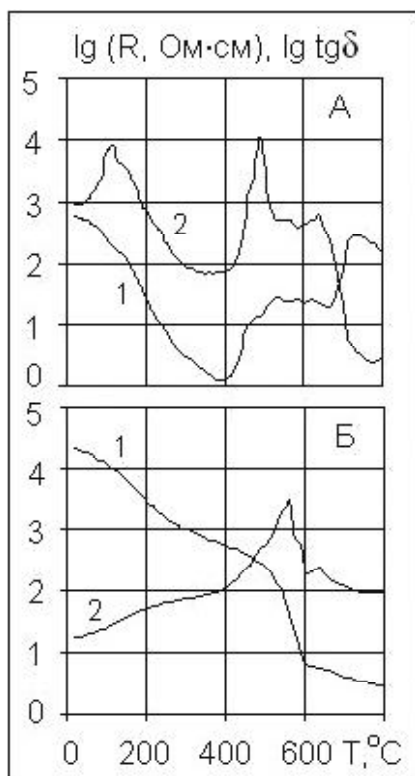


Рис. 3. Температурные кривые электрического сопротивления R (кривые 1) и тангенса угла диэлектрических потерь $tg\delta$ (кривые 2) образцов магнетитовой руды из Абаканского (А) и Магнитогорского (Б) месторождений.

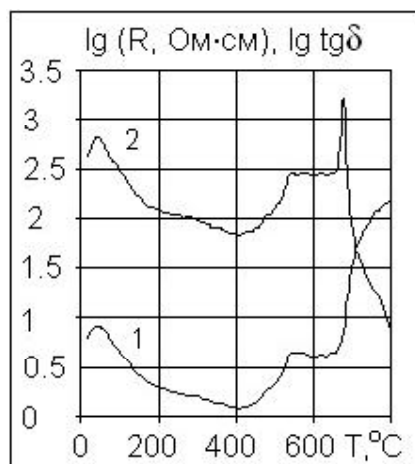


Рис. 4. Температурные кривые электрического сопротивления R (кривая 1) и тангенса угла диэлектрических потерь $tg\delta$ (кривая 2) монокристалла магнетита.

Монокристалл магнетита – правильный октаэдр, найденный в старой заброшенной выработке старателей вблизи дер. Ольховка Сысертского района Свердловской области.

проводности и как следствие неодинаковый характер зависимости от температуры. Исследование электропроводности, в том числе при высоких температурах, магнетита (магнетитовой руды) и вмещающих горных пород может послужить дополнительным источником информации о генезисе как вновь образованных, так и исходных пород.

Цель настоящих исследований в том, чтобы показать значимость генетических факторов в формировании характера высокотемпературной электропроводности. Своеобразие характера высокотемпературной электропроводности (электрического сопротивления и тангенса угла диэлектрических потерь), возможно, позволит выявить закономерности и связи для установления поисковых критериев локализации, размеров оруденения, качества руд и генетических особенностей месторождения.

Электрические параметры определяли по методике, описанной в [3,4]. Электрическое сопротивление и тангенс угла диэлектрических потерь измеряли двухэлектродной установкой через каждые 10 градусов в интервале температур 20-800°C. Образцы для исследования вырезали в форме кубика с ребром 0.02 м. Скорость нагревания 0.066 град/с. Температуру в системе определяли в 0.01 м от образца хромель-алюмелевой термопарой. Измерения электропроводности осуществляли на переменном токе. В качестве измерительного прибора для определения электрических параметров на переменном токе использован «Измеритель L, C, R цифровой» Е7-8. Прибор позволяет измерять тангенс угла диэлектрических потерь ($tg\delta$) и активное сопротивление. Рабочая частота прибора 1000 Гц.

Изучены образцы магнетитовой руды из ряда железорудных месторождений. Руда на 92-95% представлена магнетитом. Получены температурные кривые электрического сопротивления и тангенса диэлектрических потерь в интервале 20-800 °С. Характер кривых $lgR=f(T)$ и $lg(tg\delta)$ исследованных образцов магнетитов различен. Исследованные образцы магнетитовой руды отличаются по структуре, минеральному составу и генетическим особенностям. Некоторые результаты приведены на рис. 1-4.

Автор благодарен кандидату геолого-минералогических наук И.И. Глухих за предоставленные образцы магнетитовой руды для настоящих исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кассандров Э.Г., Лидин Н.С., Кассандрова Е.В., Баженова Н.Н. Геологические критерии прогнозирования крупных гидросиликатно-скарновых магнетитовых месторождений в подвижных поясах. Эволюция внутриконтинентальных подвижных поясов: тектоника, магматизм, метаморфизм, седиментогенез, полезные ископаемые. Материалы научной конференции (IX чтения А.Н.Заварицкого). Екатеринбург: УрО РАН, 2003. С. 174-175.
2. Чернышева Н.Е., Смелянская Г.А., Зайцева Г.Н. Типоморфизм магнетита и его использование при поисках и оценке рудных месторождений. М.: Недра, 1981. 236 с.

3. Бахтерев В.В. Генетические и вещественные факторы высокотемпературной электропроводности серпентинитов // ДАН. 2000. Т. 375. № 1. С. 72-74.

4. Бахтерев В.В. Высокотемпературные исследования гипербазитов Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. 152 с.

О ФОРМАЦИОННОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ТАРАТАШСКИХ ДВУПИРОКСЕНОВЫХ КРИСТАЛЛОСЛАНЦЕВ

Белковский А.И.

*Институт минералогии УрО РАН, Миасс, Россия
e-mail: mak@ilmeny.ac.ru*

ABOUT TARATASH TWO-PYROXENE CRYSTALLINE SCHISTS FORMATION BE LONGING

Belkovskiy A.I.

*Institute of Mineralogy UB RAS, Miass, Russia
e-mail: mak@ilmeny.ac.ru*

On example of the Taratash block the new tipe of blastomilonites, formed after platform norites and gabbro-norites is established.

1. На основании внешнего сходства с породами фундамента Европейской части СССР тараташские метаморфиты традиционно рассматривается как фрагмент Восточно-Европейской платформы среди рифейских толщ западного склона Урала. Согласно последней стратиграфической схеме разрез комплекса представлен четырьмя свитами (снизу вверх): куватальской (двупироксеновые кристаллосланцы, амфиболиты по ним, эндербиты, железистые кварциты), шигирской (гиперстеновые, двупироксеновые метагаббро-нориты, метадиориты), радощной (двупироксеновые кристаллосланцы мигматизированные и амфиболиты по ним, эндербиты, железистые кварциты, эвлизиты) и тагаякской (плаггиогнейсы, глиноземистые гнейсы, кварцито-гнейсы) [16]. По одним авторам, субстратом для образования гранулитов послужили специфические осадочно-вулканогенные толщи протогеосинклинальных прогибов – толеитовые базальты, дифференцированные тела андезито-базальтов, алеврито-пелиты и псаммиты, субконтинентальные вулканы базальт-дацитовый серии [1, 16], по другим – продукты суббихимического метаморфизма архейских офиолитов [19]. Считается, что гранулиты образованы в условиях алданской фации глубинности ($T = 700-750^{\circ}\text{C}$; $P = 9-10$ кбар).

Решение возрастной проблемы тараташского комплекса осуществлялось использованием цирконов из слабо гранитизированных двупироксеновых кристаллосланцев, метагаббро-норитов и метагаббро-диорито-гнейсов [12, 14]. Датировки (2.8 млрд. лет) обнаружены только в ядерных частях циркона-I из метагаббро-норитов и метагаббро-диорито-гнейсов. Возраст циркона-II, обрастающего циркон-I, составляет 2.6 ± 0.1 млрд. лет и отвечает времени гранулитового метаморфизма всех пород [12]. Циркон-I получил собственное название «догранулитовый», циркон-II, соответственно, – «гранулитовый». Архейский возраст гранулитов и находящихся среди них бронзититов (метапикритов ?) позволили рассматривать комплекс как фрагмент архейского зеленокаменного пояса [15].

2. В свете новых представлений о природе древних блоков (террейнов) стратиграфическая схема тараташского комплекса осталась неостребованной и, в конце концов, была полностью забыта. Комплекс рассматривается в составе трех толщ: нижней – монолитных двупироксеновых кристаллосланцев, частично мигматизированных; средней – метагаббро-норитов и метагаббро-диоритов и верхней – аналогичной нижней, но более сильно гранитизированной [25]. Такая трактовка позволяет считать, что метапелиты в тараташском комплексе отсутствуют во-