

## О ХАРАКТЕРЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ИЗМЕНЕНИЯ МАГНИТНОСТИ ПОРОД ДАРАСУНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

Г. Г. НОМОКОНОВА

(Представлена профессором Д. С. Миковым)

В настоящее время магнитная съемка с успехом применяется на жильных золоторудных месторождениях [2]. Однако имеющиеся сведения о магнитных свойствах горных пород рудных полей и характере их пространственного изменения часто недостаточны даже для качественной интерпретации магнитных аномалий на этих месторождениях. Настоящая работа посвящена первым результатам изучения закономерности изменения намагниченности пород, вмещающих золотосульфидное оруденение. При этом в статье рассматривается не то изменение намагниченности пород месторождения, которое определяется многообразием петрографических типов пород, а пространственная изменчивость намагниченности однотипных пород, связанная с наложением вторичных процессов.

Район Дарасунского месторождения сложен породами различных интрузивных комплексов от верхнепротерозойского (?) до мезозойского возраста. Состав пород весьма многообразен. В пределах рудного поля встречаются породы от норитов и габбро до лейкократовых разностей гранитов. Породы часто гибридные. Широко развиты процессы вторичного гипогенного изменения. Оруденение представлено кварц-золотосульфидными жилами киммерийского возраста.

Магнитные свойства пород и руд Дарасунского рудного поля были изучены по образцам, которые были отобраны из горных выработок и измерены аstaticеским магнитометром МА-21, и по данным измерения магнитной восприимчивости капнометром непосредственно в шахтах и штольнях.

Породы рудного поля неоднородны по намагниченности. Статистические законы распределения магнитной восприимчивости однотипных разностей пород чаще всего имеют два и более модальных значения. На

рис. 1, с приведен статистический закон распределения магнитной восприимчивости гранодиоритов из скважины 579. Здесь можно выделить по крайней мере две отличные друг от друга совокупности гранодиоритов — с большой и малой намагниченностью. Статистической неоднородности соответствует в данном случае неоднородность и геологическая, так как породы с низкой и высокой магнитностью пространственно разобщены. Графики магнитной восприимчивости гранодиоритов по разрезу скважины указывают на чередование участков пород с повышенной и пониженной намагниченностью.

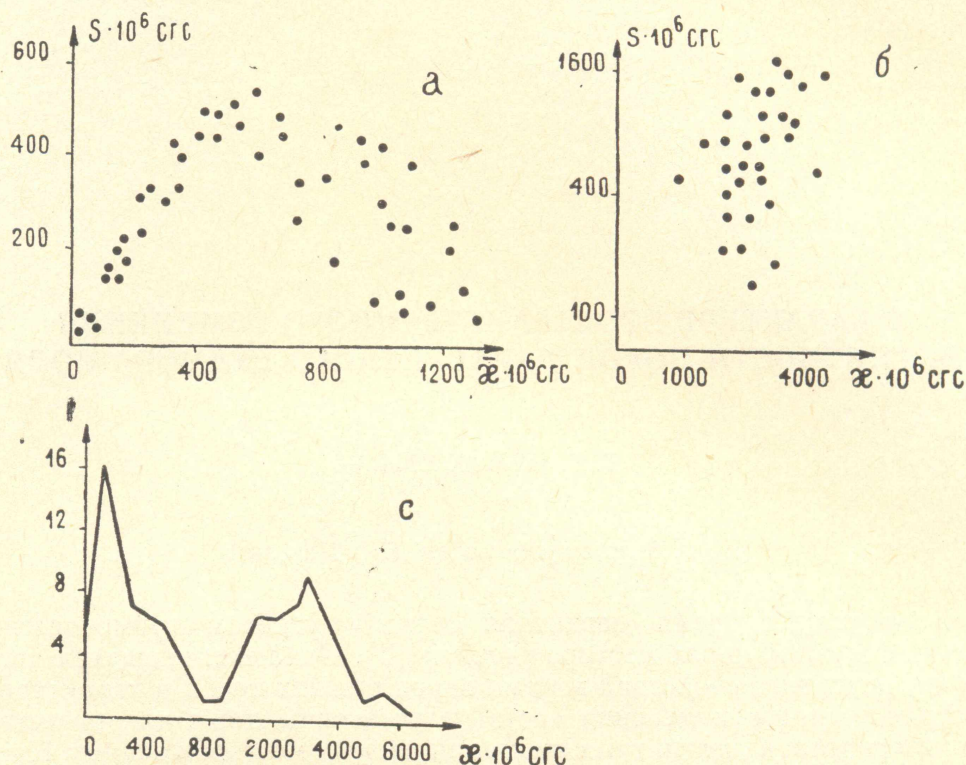


Рис. 1. а) Поле корреляции средней магнитной восприимчивости и ее стандартного отклонения плагногранит-порфиров скв. 602 (рудное поле); б) то же для габбро скв. 551 (периферия месторождения); в) статистический закон распределения магнитной восприимчивости гранодиоритов скв. 579

Другой пример неоднородности магнитных свойств пород рудного поля показан на рис. 1, а. Была измерена магнитная восприимчивость кернa скв. 602, пробуренной по плагногранит-порфирам для подсечения одной из жил рудного поля. Для каждого пяти метров глубины скважины были вычислены две числовые характеристики, определяющие магнитные свойства пород этого интервала: средняя магнитная восприимчивость и ее дисперсия. Поле корреляции средней магнитной восприимчивости и стандартного отклонения (корня квадратного из дисперсии) дает весьма наглядное представление о неоднородности намагниченности плагногранит-порфиров из скв. 602: точки поля корреляции группируются в две эллиптические области, пересекающиеся на интервале значений магнитной восприимчивости  $400-600 \cdot 10^{-6}$  СГС и стандартного отклонения —  $400-500 \cdot 10^{-6}$  СГС. Для пород с магнитной восприимчивостью меньше  $400 \cdot 10^{-6}$  связь между средней магнитной восприимчивостью и ее дисперсией положительная, а для плагногранит-порфиров с магнитной восприимчивостью, большей  $600 \cdot 10^{-6}$ , наблюдается отрицательная ли-

нейная корреляция между этими величинами. Подобный анализ пород, расположенных за пределами рудного поля, показал, что корреляция между средней магнитной восприимчивостью и ее дисперсией для одного типа пород или отсутствует, или наблюдается весьма слабая положительная связь (рис. 1, б). Поэтому для плагиигранит-порфиров скв. 602 можно указать по крайней мере на один тип изменения пород; в результате этого изменения намагниченность пород увеличивается и вместе с тем увеличивается равномерность распределения магнетита в объеме породы, что приводит к уменьшению дисперсии магнитной восприимчивости измененных плагиигранит-порфиров.

Для пород рудного поля имеется определенная пространственная закономерность в изменении намагниченности вблизи жил, которая может быть названа зональностью. В общем случае можно выделить три зоны. Первая зона измененных пород непосредственно прилегает к рудному телу. Породы этой зоны имеют сравнительно хорошо выраженную гидротермальную измененность и низкие значения магнитной восприимчивости и остаточного намагничивания (первые десятки  $10^{-6}$  СГС). Мощность этой зоны лежит обычно в пределах десяти метров, однако может быть значительно больше (30 м по одному из разрезов жилы Ново-Кузнецовской). Переход ко второй зоне очень резкий. Магнитная восприимчивость пород второй зоны превышает среднюю магнитную восприимчивость практически неизмененных пород иногда в 2—3 раза. Характерна очень низкая дисперсия намагниченности, что соответствует весьма равномерному распределению магнетита в породе. Третья зона, внешняя по отношению к рудному телу, характеризуется пониженной намагниченностью по отношению к неизмененным породам. Переход от второй к третьей зоне обычно постепенный. Магнитная восприимчивость третьей зоны обладает большой неравномерностью и неоднородностью своих значений. График магнитной восприимчивости обычно имеет пилообразный характер.

Выявленная зональность полностью проявляется около небольших одиночных жил. Ветвление, апофизы и близкое расположение нескольких жил нарушают ее.

На рис. 2 даны графики магнитной восприимчивости керна скв. 601. На интервале глубины 350—400 м находятся три близко расположенные кварцево-сульфидные жилы. При этом описанная зональность полностью наблюдается для двух крайних жил. Для первой жилы первая зона намагниченности находится на интервале глубины 350—353 м, вторая — 338—350 м, а третья на глубине 316—338 м. Для этой жилы характерно отсутствие симметрии зональности относительно середины жилы, что связано с близким расположением к ней второй жилы, в результате чего практически отсутствует вторая зона, а третья пространственно совпадает с третьей зоной второй жилы. Нарушена зональность намагниченности также между жилами второй и третьей. Описанная зональность намагниченности вмещающих пород наблюдается, кроме того, для зон гидротермальноизмененных пород без жильного выполнения (рис. 2, скв. 618).

На рис. 3, а приведен график магнитной восприимчивости гранодиоритов вкрест одной из жил месторождения и приближенно показаны границы выделенных зон намагниченности. По этому же разрезу была определена плотность пород и исследован их петрографический состав.

Для первой зоны характерно полное отсутствие темноцветных петрогенных минералов. Широко распространены серицит (20—25%) и кварц (35—70%), редко присутствует карбонат. Рудное вещество составляет до 5% и представлено пиритом. По составу породы первой зоны намагниченности данного разреза соответствуют березитам. Породы второй зоны

менее изменены. Основную массу породы составляют первичные минералы: полевые шпаты, кварц, биотит. Редко присутствует роговая обманка, которая в большинстве случаев замещена биотитом. По биотиту, в свою очередь, развиваются хлорит, эпидот, карбонаты. Рудное вещество часто приурочено к выделениям темноцветов. Породы третьей зоны отличаются от пород второй полным отсутствием роговой обманки, меньшим количеством биотита и рудного вещества и большим развитием хлорита и эпидота.

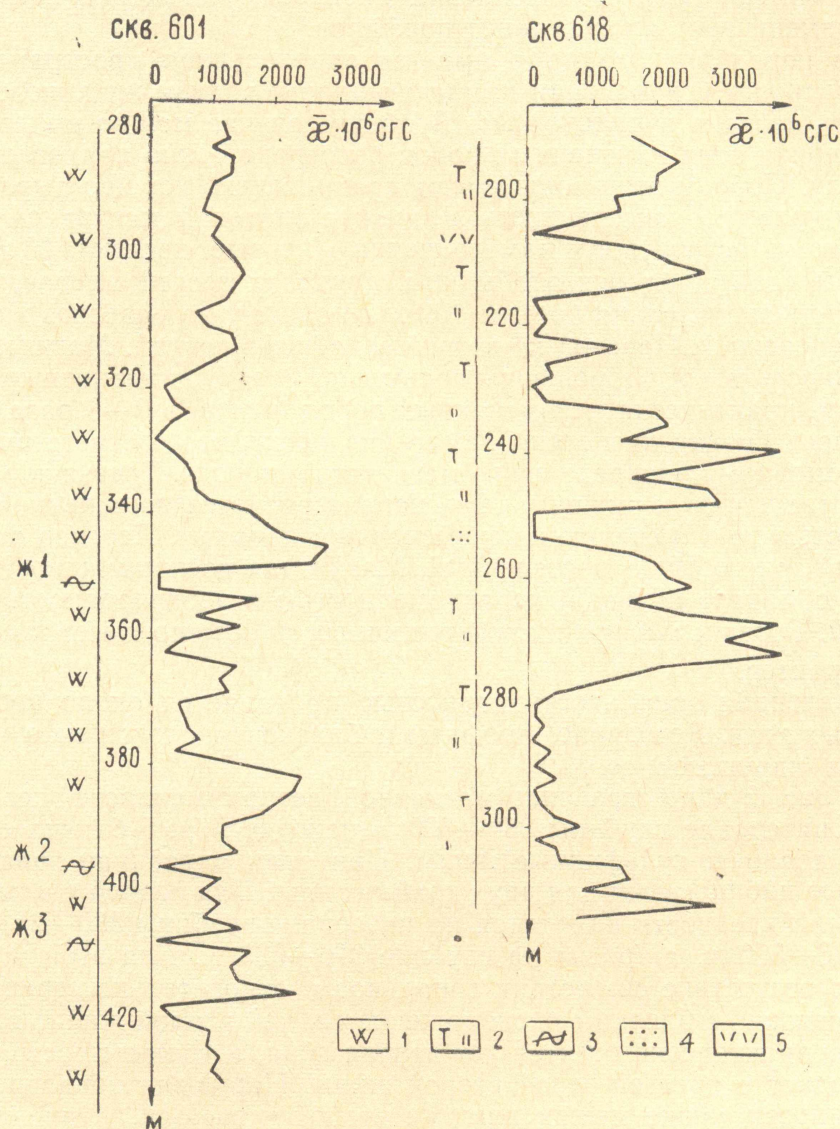


Рис. 2. Графики магнитной восприимчивости керна скв. 601 и 618 (нанесены средние значения магнитной восприимчивости из трех измерений капнометром); 1 — кварцевые диориты, 2 — габбро-амфиболиты, 3 — кварцево-сульфидная жила, 4 — зона гидротермально-измененных пород, 5 — вулканическое стекло

Как видно из описания, вторая и третья зоны намагниченности представлены в различной степени пропилитизированными породами, причем породы третьей зоны по составу близки к гранитам. На основании сравнения петрографического состава и намагниченности вмещающих жилу пород может быть сделана попытка объяснить причины подобного изменения намагниченности пород вблизи жил Дарасунского рудного поля.

Ранний процесс гидротермального изменения пород на месторождении — пропилитизация, хотя и развивается по времени до заполнения жил рудным веществом и занимает значительные площади, но использует те же трещины, которые впоследствии были заполнены рудой [6]. Поэтому пропилитизированные породы чаще всего пространственно связаны с рудными телами.

В процессе пропилитизации, при разложении темноцветных минералов и образовании хлорита, выделяется магнетит, а породы приобретают дополнительную намагниченность. Дальнейшее охлаждение гидротермальных растворов увеличит диссоциацию сероводорода в воде [1], и магнетит может частично замещаться пиритом. Ассоциация: хлорит, магнетит и пирит — характерна для ранних стадий гидротермального изменения некоторых жильных месторождений [3]. Более поздний процесс гидротермального изменения пород — березитизация — приводит к значительному уменьшению намагниченности пород: железо или связывается в пирите, или полностью выносится.

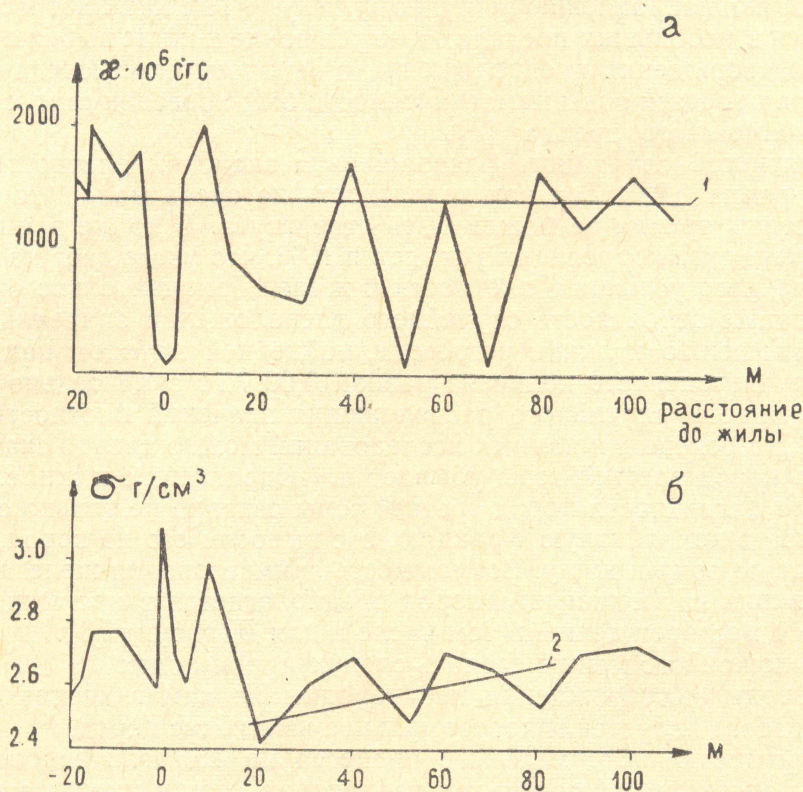


Рис. 3. Графики магнитной восприимчивости (а) и плотности (б) гранодиоритов вкрест простираения одной из жил месторождения; 1 — средняя магнитная восприимчивость гранодиоритов, 2 — линия регрессии плотности пород третьей зоны

Таким образом, намагниченность вмещающих жилу пород существенным образом зависит от степени их гидротермального метасоматизма: породы начальной стадии изменения могут быть как более, так и менее магнитны по отношению к неизмененным породам, в то время как дальнейшее изменение пород приводит лишь к уменьшению их магнитности. Если повышение магнитности пород происходило в самом начале гидротермального метасоматизма, то зона повышенной намагниченности должна быть внешней по отношению к рудному телу, за ней должны располагаться неизмененные породы. В нашем же случае внешней является

ся зона с низкими значениями намагниченности пород. Некоторое объяснение такому расположению зон дает график плотности пород по изученному разрезу (рис. 3, б).

Основным широко распространенным тяжелым элементом в породах и рудах месторождения является железо, поэтому привнос или вынос железа должен сказаться на плотности пород. Вдоль изученного разреза расположение значений плотности пород весьма закономерно. Максимум плотности приходится на жилу. Железо здесь находится в сульфидах. В выделенной нами первой зоне намагниченности плотность пород понижается до  $2,6 \text{ г/см}^3$ . Железо здесь присутствует в пирите безрезитов. Для второй зоны намагниченности характерна более высокая плотность пород, чем у неизмененных гранодиоритов. Это говорит о том, что для образования вторичного магнетита использовалось не только железо разлагающихся темноцветных минералов, но и привнесенное железо.

Для третьей зоны по графику плотности можно отметить убывание плотности по направлению к рудному телу. Так как плотность пород колеблется в небольших пределах и ее убывание к жиле выражено слабо, то для подтверждения предположения о закономерном поведении плотности пород третьей зоны намагниченности был проведен статистический анализ возможного тренда [4].

Вероятность случайного расположения значений плотности вокруг медианы равна 0,286. Так как вероятность не очень мала, то гипотеза об отсутствии тренда не может быть отвергнута. В то же время ранговый коэффициент корреляции равняется 0,66, что указывает на возможность линейного убывания плотности к жиле. Дополнительно была подсчитана также вероятность случайного расположения значений плотности по отношению к линии регрессии, найденной методом наименьших квадратов. Вероятность получена равной 0,09, что значительно меньше, чем вероятность случайного расположения значений плотности вокруг медианы. На основании данных исследований можно твердо сказать, что плотность пород третьей зоны убывает по направлению к жиле. Значит, понижение магнитности пород третьей зоны связано не только с переходом железа в немагнитную фракцию, а с выносом его из пород, вероятно, во вторую зону и жилу. Возможность заимствования железа при рудообразовании из вмещающих пород предполагается в настоящее время для многих месторождений, в том числе и для Дарасуна [5].

Из изложенного можно сделать следующие выводы:

1. Породы месторождения неоднородны по намагничению. Одной из причин этого является гидротермальное изменение пород.

2. Влияние гидротермального процесса на намагниченность пород является полярным: он может как увеличивать, так и уменьшать намагниченность.

3. Для рудовмещающих пород характерна зональность их магнитности, связанная с перемещением железа при гидротермальном процессе изменения пород и со стадийностью этого процесса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бетехтин А. Г. Гидротермальные растворы, их природа и процессы рудообразования.—В сб.: Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях. Изд. АН СССР, 1953.

2. Ерофеев Л. Я. Магнитная съемка в условиях Дарасунского золоторудного месторождения.—В сб.: Геология и разведка месторождений полезных ископаемых Забайкалья. Чита, 1968.

3. Крейтер И. В. Стадии околорудного метасоматоза на колчеданно-полиметаллическом месторождении Западного Забайкалья.— В сб.: Геология и полезные ископаемые Забайкалья. Чита, 1967.

4. Миллер Р., Кан Д. Статистический анализ в геологических науках. «Мир», М., 1965.

5. Сахарова М. С., Некрасов Е. М. Минералого-геохимическая характеристика и условия локализации новых типов золотосульфидных руд Дарасунского месторождения.— «Геология рудных месторождений», 1969, № 3.

6. Шахов Ф. Н. Геология жильных месторождений. «Наука», М., 1964.

---