Геофизика

УДК 550 382.4: 550.065

ВОЗМОЖНОСТИ МАГНИТОМЕТРИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КВАРЦ-ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, ЛОКАЛИЗОВАННЫХ В ИНТРУЗИВНЫХ ПОРОДАХ

Л.Я. Ерофеев

Томский политехнический университет
E-mail: geof@tpu.ru

Рассмотрена структура приращений индукции магнитного поля кварц-золоторудной площади, определены характерные черты изменения индукции, связи её с геологическим строением, и круг геологических задач, которые могут быть решены с помощью магнитометрии при изучении золоторудных месторождений.

Ключевые слова:
Магнетизм, индукция магнитного поля, золоторудные месторождения, методика разведки.

Кварц-золоторудные месторождения относятся к наиболее распространённому на территории России геолого-промышленному типу месторождений, многие из них эксплуатируются длительное время – более ста лет, известен ряд законсервированных месторождений со слабо изученными флангами и многочисленные рудопроявления [1–3].

Всё это создает благоприятные условия для оценки эффективности разведки подобных месторождений золота различными методами и определяет необходимость таких исследований [4–7].

Изучение структуры магнитного поля рудных полей этих месторождений позволило установить следующее [7]:

- в изменениях приращений амплитуды индукции магнитного поля на рудоносной площади отчётливо выделяются устойчивые группы коррелированных возмущений, рис. 1, которые с определённой долей условности, можно разделить (для приведённого примера) на три группы – низко- (<0,01 к/м), средне- (0,01...0,03 к/м) и высокочастотные (>0,04 к/м) коррелированные колебания;
- магнитное поле в целом и особенно среднечастотные коррелируемые аномалии его обладают ярко выраженной анизотропией, рис. 2;
- функция распределения плотности вероятности приращений индукции рудоносной площади всегда положительно ассиметрична и удовлетворительно описывается логнормальным законом распределения, рис. 3;
- энтропия изменений приращения индукции магнитных полей золоторудных месторождений велика, нормированное значение её близко к единице, рис. 3.

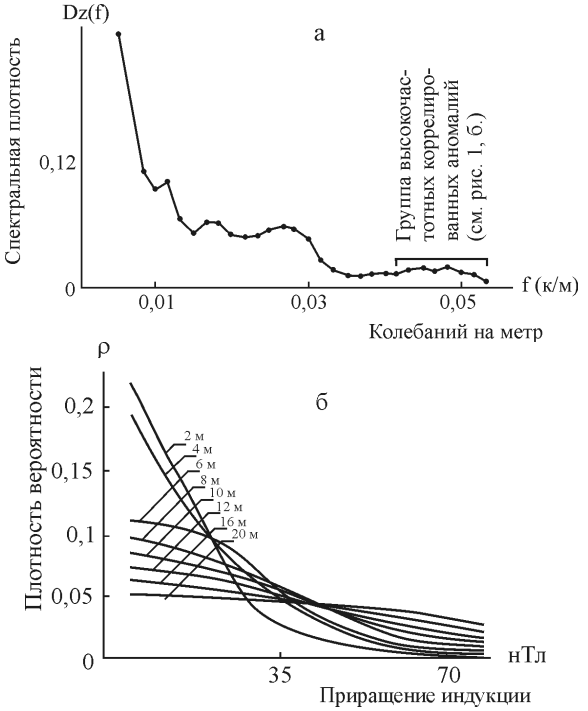

Рис. 1. *Графики спектральной плотности дисперсии (а) и плотности вероятности (б) приращений индукции для разных расстояний (2...20 м) между точками отсчета индукции магнитного поля Апрелковского месторождения (Восточное Забайкалье)*

Выявление характерных черт структуры магнитных полей, во-первых, позволило, отделяясь от специфических для каждого конкретного месторождения деталей их геологического строения, изучать природу устойчивых изменений в магнитном поле, которые связаны с общими особенно-

стями геологического строения рудных полей кварц-золоторудных месторождений. Во-вторых, стало возможным подходить дифференцированно к изучению природы изменения индукции магнитного поля на совершенно новом уровне, принимая во внимание не отдельные случайные аномалии разного порядка или другие специфические для какого-то месторождения различные особенности в изменении индукции, а определенные классы, устойчиво проявляющиеся на всех рудных полях золота рассматриваемого типа. Наиболее важным из выявленных черт магнитных полей является «импульсное» или как бы квантовое строение, отражающееся в спектральной плотности дисперсии амплитуды и анизотропии изменений поля.

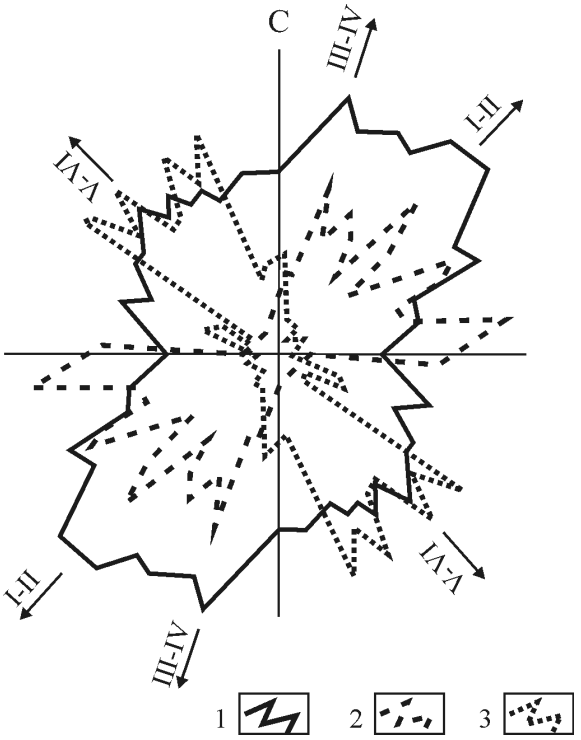

Рис. 2. *Диаграммы направленности: 1) изолиний приращений индукции, 2) рудных жил и 3) даек на Центральном месторождении. Римские цифры – направления систем трещиноватости. Диаграмма 1 построена по планам изолиний 117 площадок микросъёмки (пл. 20×20, шаг измерения 2 м, сечение изолиний 5 нТл), 2 и 3 – по геологической карте масштаба 1:5000*

Многолетние петромагнитные работы, включающие полевые и лабораторные исследования, выполненные с целью определения природы устойчивых вариаций магнитного поля кварц-золоторудных месторождений, позволили установить [8, 9]:

- низкочастотные магнитные аномалии обусловлены «первичной» неоднородностью магнитной восприимчивости рудовмещающих пород гранодиоритового ряда, контрастность вариаций которой существенно усилена в процессе гидротермальных преобразований пород, главным образом, за счет снижения восприимчивости изначально слабо или менее магнитных лейкократовых образований по отношению к меланократовым разностям; низкочастотная группа аномалий контролирует характер распределения оруденения в пределах рудного поля – в области более магнитных пород локализуется основная масса кварц-золоторудных жил и, как правило, все крупные стволовые жилы, рудовмещающие структуры жил по выходе из магнитных образований резко снижают продуктивность, рис. 4;

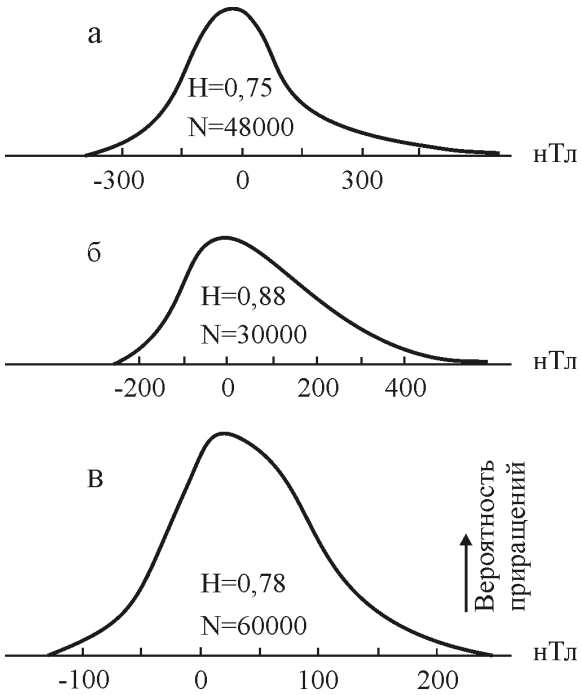

Рис. 3. *Вариационные кривые приращений индукции магнитного поля: а) Ключевского, б) Центрального и в) Апрелковского месторождений. N – число значений приращений индукции, H – значение нормированной энтропии изменений магнитной индукции*

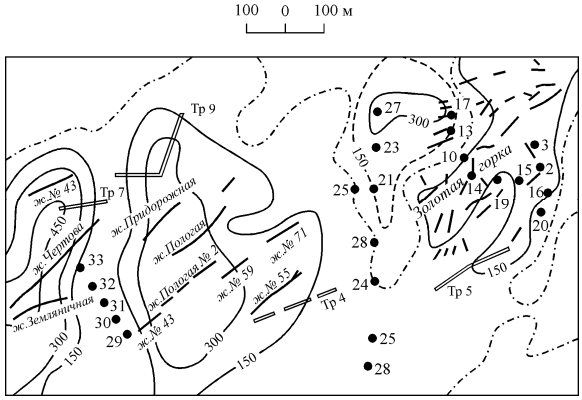

Рис. 4. *План изолиний (нТл) приращений индукции магнитного поля и схема расположения рудных жил Апрелковского месторождения. Кружки с цифрами – скважины и их номера, Тр – траншея*

- среднечастотные коррелированные возмущения магнитной индукции обязаны магнитным неоднородностям, связанным с рудными телами, дайковыми образованиями и тектонически-

ми нарушениями, создающими соизмеримые аномалии индукции; тектонические нарушения обычно сопровождаются понижением индукции в месте их локализации, вследствие слабой магнитной восприимчивости разрушенных, подверженных воздействию богатой кислородом воды пород, в которых основной ферромагнетик-магнетит – окисляется, превращаясь в практически немагнитный гематит; подобным образом фиксируются в поле дайковые породы с той лишь разницей, что над дайками может отмечаться простое повышение или понижение индукции в зависимости от магнитной восприимчивости их по отношению к вмещающим породам;

- кварц-золоторудные жилы сопровождаются сложной линейно вытянутой аномалией, ход изменения магнитной индукции вкрест простирания которой в общем случае изменяется следующим образом: вначале индукция снижается, затем возрастает и непосредственно над рудным телом резко падает, далее ход изменения индукции вкрест жилы в общих чертах зеркально повторяется, по простиранию аномалия испытывает существенные изменения, относительно устойчивым остаётся только центральный минимум, рис. 5; так же изменяется магнитная восприимчивость пород в околожильном пространстве; центральному минимуму соответствует собственно немагнитное рудное тело и прилегающий слой низкотемпературных немагнитных метасоматитов, толщина которого во много раз превосходит толщину жилы, рис. 6;

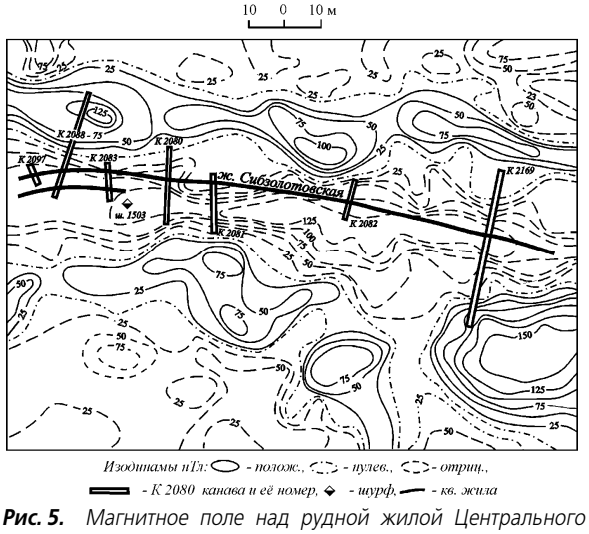

Рис. 5. *Магнитное поле над рудной жилой Центрального месторождения*

- боковой максимум обязан проявлению воздействия начальных этапов высокотемпературного метаморфизма пород, при котором идёт разложение роговой обманки и биотита с выделением мелкокристаллического, относительно чистого в отношении примесности титана, сильно магнитного магнетита, который, наряду с реликтовым, ещё не разложившимся магнетитом, и создает участки повышенной магнитной восприимчивости; природа боковых минимумов магнитной восприимчивости пород в околожильном пространстве к настоящему времени остается неопределенной;

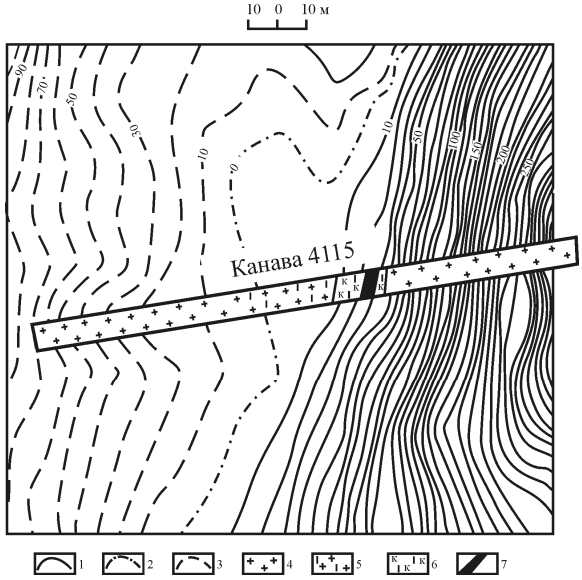

Рис. 6. *Результаты микромагнитной съёмки и документации полотна канавы, вскрывшей жилу Лотерейную Центрального месторождения; 1–3) изолинии индукции полож., нулев. и отр., соответственно; 4) гранодиорит, 5) разрушенный с интенсивной трещиноватостью гранодиорит; 6) разрушенный и каолинизированный гранодиорит; 7) кварцевая жила. Площадка № 117 (20×20 м, шаг измерения 2 м, точность 1 нТл)*

- интенсивность центрального минимума и его размеры тесно связаны с продуктивностью рудного тела: наиболее богатые участки жилы соответствуют глубоким и широким возмущениям индукции, а наиболее контрастные аномалии над жилой отмечаются, при прочих равных условиях, когда она срезана на уровне продуктивной части, прикорневые и верхние выклинивающиеся участки рудных тел в магнитном поле практически не проявляются;
- анизотропия магнитных полей кварцево-жильных месторождений отражает характер простирания структурных элементов рудного поля разного уровня, включая элементы прототектоники, рис. 2.

Приведенные выше сведения о структуре магнитного поля и природе изменений напряженности позволяют очертить круг геологических задач, которые могут быть решены с помощью магнитометрии при изучении рудных полей кварцево-жильных месторождений золота, определить методику магнитометрических работ.

Возможности магнитометрии, как это следует из структуры магнитного поля, существенно зависят от масштаба съёмки.

При наземных съёмках масштаба 1:10000 – 1:2000 в магнитном поле типичных промышленно

значимых рудных полей кварц-золоторудных месторождений обычно уверенно фиксируются низкочастотные и частично среднечастотные аномалии, что позволяет: 1) наметить границы рудоносной площади (рудного поля); 2) определить возможные места преимущественной локализации кварц-золотоносных жил; 3) схему структурного строения рудоносной площади; 4) определить местоположение различных комплексов пород и их взаимоотношения (последнее по формам проявления контактов в магнитном поле).

На стадии детального изучения рудных полей целесообразно использовать высокоточные (не менее 1...2 нТл) измерения индукции магнитного поля с шагом 2...3 м в виде отдельных профилей и площадок (20×20) – (30×30) м микромагнитных измерений. По данным таких съёмок можно выделить и проследить по простиранию наиболее крупные стволовые жилы, определить их морфологию и относительную продуктивность на уровне среза дневной поверхности, составить схему развития элементов трещинной тектоники и макротектоники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фосс Г.В. Золото. – М.: Госгеолтехиздат, 1963. – 174 с.
2. Ерофеев Л.Я. Геофизическая систематика геолого-промышленных типов золоторудных месторождений Сибири // Новые идеи в науках о Земле: Труды VII Междунар. конф. – Москва, 5–22 апр. 2005 г. – М.: Изд-во КДУ, 2005 г. – С. 150–152.
3. Кривцов А.И., Яковлев П.Д. Структуры рудных полей и месторождений, металлогения и прогноз рудоносности. – М.: Недра, 1992. – 383 с.
4. Спиридонов А.М., Зорина Л.Д. Геолого-промышленная характеристика золоторудных месторождений Читинской области. – М.: Недра, 1991. – 385 с.
5. Ерофеев Л.Я. Петрофизические предпосылки прогноза золото-кварц-сульфидного оруденения по данным магнитометрии // Новые идеи в науках о Земле: Труды VIII Междунар. конф. – Москва, 10–13 апр. 2007 г. – М.: Изд-во РГГУ, 2007. – С. 83–85.
6. Новожилов Ю.И., Гаврилов А.М. Типизация золоторудных месторождений складчатых областей миогеосинклинального типа // Руды и металлы. – 1995. – № 5. – С. 54–71.
7. Чебаков Г.И., Рощектаев П.А. Комплекс геофизических методов при поисках коренных месторождений золота в Восточном Саяне // Горно-геологическое образование в Сибири. 100 лет на службе науки и производства: Матер. научн.-техн. конф. – Томск: Изд-во ТПУ, 2001. – С. 171–175.
8. Ерофеев Л.Я. Магнитное поле и природа аномалий на месторождениях золота. – Томск: Изд-во Томского университета, 1989. – 157 с.
9. Ерофеев Л.Я. Физические свойства пород и оруденение золото-кварц-сульфидных месторождений // Золото Сибири и Дальнего Востока: Труды III Всеросс. симп. с международным участием. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2004. – С. 71–73.

Поступила 17.04.2008 г.