

## ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ПОИСКАХ ЗОЛОТА В ГОРНОМ АЛТАЕ

Ф. Б. БАКШТ (ЗСГУ)

Впервые геофизики занялись золотом Горного Алтая 15 лет назад. Систематическое же изучение золотоносных районов Горного Алтая геофизическими методами проводится Алтайской геофизической экспедицией ЗСГУ с 1960 г. Роль геофизических методов в общем комплексе исследований все возрастает, особенно теперь, когда все более острой становится проблема поисков скрытых месторождений. На необходимость широкого внедрения геофизики и геохимии в повседневную практику геолого-разведочных работ указывают следующие любопытные выводы. Судя по сохранившимся архивным материалам, все ныне известные перспективные районы как Алтая, так и всей Западной Сибири были обнаружены старателями еще до революции. Не представляет собой исключения и район Синюхинского месторождения, золотоносность которого была обнаружена в 1916 г. А все значительные проявления золота были открыты поисковиками только благодаря визуальным находкам руд в обнажениях. Все это говорит о сравнительно низкой эффективности классических методов геологических поисков.

Сегодня территория Горного Алтая полностью охвачена региональными мелкомасштабными геофизическими работами. На площади свыше 3000 кв. км, охватившей почти все главные золотоносные площади, проведены исследования средних и крупных масштабов. На 11 месторождениях и рудопроявлениях золота проведены детальные работы, сопровождавшиеся специализированными петрофизическими изысканиями. Опыт, накопленный геофизиками Алтая, позволяет сделать некоторые выводы и рекомендации, имеющие не только местное, но и общее значение.

Сегодня геофизика с успехом используется для решения самого широкого круга общих проблем и частных задач, связанных с изучением всей золотоносной провинции в целом, отдельных золоторудных узлов и месторождений. Рассмотрим эти задачи отдельно.

### 1. Общие проблемы.

К такого рода проблемам, в частности, относятся:

вопрос о связи золотооруденения со средним и основным магматизмом салаирского этапа орогенеза;

тезис о главенствующем околоширотном простирании древних верх-

непротерозойских и нижне-среднекембрийских структур, контролирующего размещение золотооруденения;

мнение ряда исследователей о досинийском времени заложения Алтае-Саянской геосинклинали;

правомочность прогнозирования в Горном Алтае месторождений золота, относящихся к колчеданной, вкрапленной золотосульфидной (пирит-пирротиновой) формации, связанных с протяженными зонами сматия и рассланцевания, и некоторые другие проблемы.

На все перечисленные вопросы геофизика дает положительный ответ. Для решения задач такого типа привлекается, главным образом, информация, получаемая благодаря региональным магнитометрическим, гравиметрическим и электроразведочным съемкам масштаба 1 : 50000 и мельче. Отметим, что наш опыт подтвердил целесообразность широкого использования в целях мелкомасштабного изучения золотоносных районов и съемки методом естественного электрического поля, четко фиксирующей положение региональных зон глубинных разломов. С последними связаны пространственно и генетически зоны пиритизации (с халькопиритом и пирротином) и графитизации. В их выявлении и изучении геофизике, совместно с геохимическими методами, принадлежит ведущая роль.

2. Частные вопросы изучения золоторудных районов и рудных полей.

На этапе детальных исследований, проводящихся в масштабе 1 : 10000—1 : 25000 и крупнее, с помощью геофизики и геохимии удаётся решать целый ряд задач, постоянно возникающих перед геологами, изучающими почти сплошь закрытую территорию северной части Горного Алтая и юга Горной Шории. В их числе могут быть названы следующие:

структурное геологическое картирование скарновых рудных полей и их окрестностей;

изучение и оценка сульфидоносности и общей металлоносности региональных зон пиритизации и выявление локальных аномалий высокого порядка, перспективных для поисков сульфидных руд;

изучение мощности рыхлых отложений с целью локализации горных выработок и выбора вида этих выработок;

прослеживание по простиранию отдельных структурных элементов (литологические границы, тектонические нарушения, отдельные рудные зоны и рудные тела);

прямые поиски слепых и погребенных под рыхлыми отложениями скарновых тел, содержащих сульфиды или магнетит;

изучение (в разрезе) элювиальных и аллювиальных россыпей золота, изучение зоны окисления рудных месторождений;

возрастная корреляция некоторых магматических комплексов, отличающихся по характеру своей намагниченности (по величине фактора Кенигсбергера).

Здесь используются, в первую очередь, магнитометрия, затем электроразведка и геохимические методы. Среди электроразведочных методов применяются вертикальное электроразведывание, электроразведка методом естественного поля и вызванной поляризации. Область применения различных модификаций электропрофилирования ограничена сбилием ложных аномалий, обусловленных сложностью геологического устройства. Из геохимических методов эффективны гидрогеохимия, шлихметаллометрия и металлометрия по первичным ореолам рассеивания. Обычная же металлометрия по вторичным ореолам эффективна далеко не всегда из-за переувлажненного ландшафта.

Примеры успешного использования геофизических методов для

Изменение намагниченности горных пород в магнитном поле земли

Таблица

Тенденция изменения	РАЗМАГНИЧИВАНИЕ						НАМАГНИЧИВАНИЕ						
Источник энергии	Экзогенный	Эндогенный						Экзогенный					
Форма процесса	Химическая	Физическая			Химическая			Физическая	Химическая				
Вид геологического процесса	Выветривание	Динамические нагрузки при тектонических процессах		Геологическое время	Термометаморфизм вблизи контактов	Метаморфизм, метасоматоз, гидротермальные изменения		Геологическое время	Грозовой разряд	Выветривание литогенов			
Механизм геологических явлений	Реакция разложения магнетита	Переориентировка кристаллов	Переориентировка векторов намагниченности	Изменение доменной структуры магнетита	Переориентировка векторов намагниченности	Перекристаллизация (рост) зерен магнетита	Реакция разложения магнетита	Реакции образования магнетита	Изменение доменной структуры магнетита	Переориентировка векторов намагниченности	Реакции образования магнетита		
Основной результат изменения породы	Вынос железа, осветление породы	Замещение магнетита гидроокислами	Дробление породы	Изменений нет	Изменений нет	Изменений нет	Изменение структуры, сохранение состава	Вынос железа, осветление породы	Замещение магнетита голцеданами и силикатами	Обогащение породы магнетитом или пирротином	Изменений нет	Изменений нет	Обогащение породы магнетитом

Примечание: На породу могут действовать синхронно или последовательно два или более процесса изменения. Наряду с магнетитом, всем перечисленным воздействиям подвержены и остальные ферромагнитные минералы породы (титаномагнетит, маггемит, мартит).

разрешения перечисленных вопросов имеются в практике работ, выполненных на Синюхинском, Лебедском, Ульменском, Мурзинском и ряде других месторождений и проявлений Горного Алтая. Достаточно сказать, что одно из двух эксплуатирующихся скарновых месторождений Алтая — Лебедское было открыто только с помощью магнитной съемки (Р. А. Пипар, Л. Н. Пипар), обнаружившей здесь золотоносные магнетитсодержащие скарновые тела.

Однако золотоносные магнетитовые скарны у нас хоть и не единичны, но они, в общей массе скарновых руд, являются все же исключением. Типичным, характерным для Горного Алтая, как и для многих (если не для всех) рудных провинций, является немагнитность руд золота самых различных типов. То же можно сказать и относительно других руд — и медных, и полиметаллических, и редкометальных. Немагнитны, как правило, также и измененные околорудные магматогенные породы месторождений большинства золоторудных формаций. Пониженной магнитностью отличаются и многие благоприятные для рудообразования карбонатные и углисто-глинистые породы, а также породы, подвергшиеся различного рода тектоническим воздействиям. Нетрудно заметить, что факторы, размагничивающие породу при рудообразовании, более многочисленны и менее энергоемки, чем факторы, приводящие к увеличению намагниченности (см. таблицу). Поэтому отрицательные магнитные аномалии, зоны относительных минимумов магнитного поля или просто локальные участки спокойного поля, выделяющиеся на высоком фоне, могут рассматриваться как универсальный косвенный критерий поисков месторождений золота, цветных и редких металлов и ряда других полезных ископаемых. Исключением представляются руды собственно магматической (типа Талнаха) и существенно пирротиновой колчеданной формаций.

Тезис о локальных минимумах магнитного поля как поисковом критерии подтверждается как практикой исследований на Синюхинском и Лебедском рудных полях Алтая, так и во многих других районах (Центральный и Восточный Казахстан, Урал, Забайкалье, Приморье и др.).

Не останавливаясь подробнее на рассмотрении методики работ, отметим лишь следующие важные, на наш взгляд, обстоятельства:

1. Геофизические исследования должны производиться комплексно, с использованием всех современных возможностей геофизики, петрофизики и геохимии (включая шахтные и скважинные методы).

2. Интерпретация результатов геофизических исследований должна производиться совместно геологами и геофизиками, на основе широких обобщений, с использованием опыта подобных исследований в других рудных провинциях со сходным металлогеническим профилем.

3. Для повышения эффективности геологического изучения Алтая необходимо ликвидировать отставание геофизики от геологии.

Широкое и комплексное использование геофизических методов приведет к резкому повышению геологических исследований Горного Алтая.