

Г.С. Нечкин, Е.И. Клевцов, Ю.А. Полтавец, В.П. Молошаг, З.И. Полтавец

К ГЕНЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВОЛКОВСКОГО СУЛЬФИДНО-МАГНЕТИТОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (СРЕДНИЙ УРАЛ)

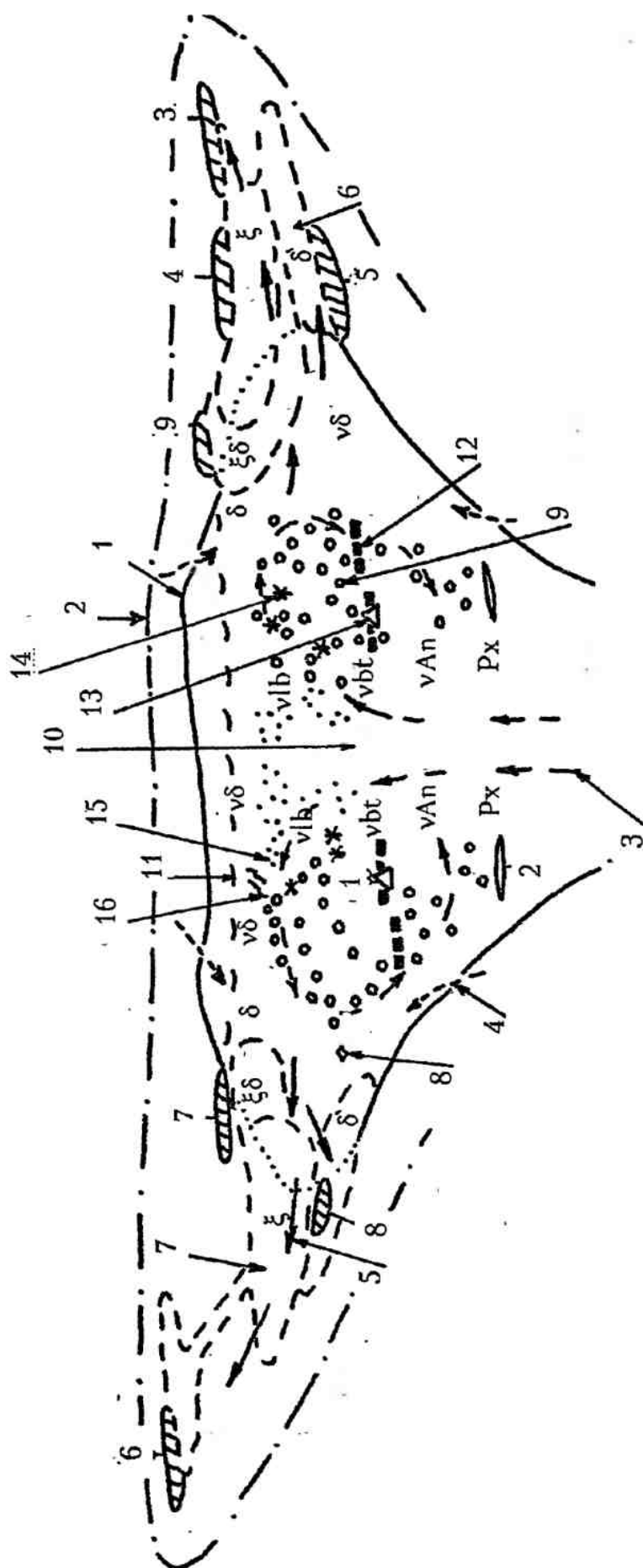
Волковское месторождение комплексных медно-железо-ванадиевых руд достаточно хорошо изучено многими исследователями [4, 7, 8 и др.]. Месторождение размещается в габбровом массиве, характеризующемся грубой расслоенностью, проявляющейся в концентрически зональном строении, которое подчеркивается размещением различных разновидностей габбро по степени основности и текстурно-структурным особенностям. Наибольшим развитием среди габбро пользуются нормальные, частью оливинсодержащие битовнитовые, местами анортитовые однородные и такситовые разности, иногда с повышенными концентрациями апатит-титаномagnetитового и медносulfидного оруденения. Эти породы развиты во внутренней части массива и слагают верхнюю и часть нижней зон. В нижней зоне отмечаются многочисленные тела пироксенитов, содержащих титаномagnetитовые руды [7, 8]. На основе этих в большей своей части эмпирических данных о строении массива и закономерностях размещения в нем оруденения авторами с учетом полученных в последнее время новых данных [3, 6 и др.] предпринята попытка создания на качественном уровне новой генетической модели месторождения, описывающей характер зарождения и образования дифференцированных разностей габброидных пород, а также сопряженных с ними рудообразующих процессов.

Интегральная модель формирования Волковского рудного узла изображена на рисунке. Волковское и другие месторождения представлены на нем в виде фрагментов железорудной зоны в неоднородном габброидном массиве. Они обязаны своим возникновением кристаллизационной и флюидно-магматической дифференциации расплава, обусловившей формирование слабо выраженной в целом расслоенной серии из-за интенсивных конвективных явлений и открытости системы. Становление интрузии (1) происходило в тепловом поле (2), наведенном предшествовавшим вулканизмом. Базовая сквозь-магматическая флюидная подсистема (3) при сохранении своей напорности со временем трансформировалась в конвекционную, обеспечивая внутриматигматические реакции и миграцию твердых фаз. Подсистема имела К, Na, Cl, F, S специализацию со стадийным проявлением активности ее составляющих. За счет активизированной околомагматической флюидной подсистемы (4) осуществлялась гидратация краевых фаций магматиче-

ской камеры. Вследствие взаимодействия сквозьмагматической и околomagматической подсистем сформировалась эксгаляционная флюидная подсистема (5). Она обеспечила миграцию избыточных продуктов кристаллизационной дифференциации (6, 7) и осуществляла вместе с ними околоинтрузивные преобразования, обусловившие, в частности, и скарновое оруденение. Судя по составу клинопироксеновых ("интрателлурических") вкрапленников в позиции (8), интервал интрузии, в пределах которого происходила кристаллизационная дифференциация, мог превысить по вертикали 10 км. Эта дифференциация, фиксируемая изменением состава кумулятивного плагиоклаза, охватывала относительно закрытые с полужамкнутой конвекцией области, отстоявшие от центра диапира (9, мелкие кружочки), тогда как центр подвергался флюидогенной дебазификации (10). Значительная вертикальная протяженность дифференцированной части массива позволяет предполагать в нем ультрабазитовые глубинные уровни, к которым, вероятно, относится Баронский рудоносный блок [8, 1]. В верхней части интрузии кристаллизация начиналась с минеральных фаз, еще не требовавших устойчивых кремнекислородных связей (апатита, магнетита и ильменита). Эта минеральная ассоциация была способна дать материал для ранних кумулятов [3]. Сегрегационный процесс, зависивший от многих факторов, в конечном счете привел к образованию различных морфогенетических типов руд. Сегрегация обусловила различия составов сближенных зерен апатита и магнетита как в магнетитовых габбро, так и в богатых магнетитовых рудах. В целом, сегрегации рудных минералов способствовали проседания прикровлевой части интрузии (11) и внешние динамические нагрузки на кристаллизовавшуюся интрузию. Все вместе они обуславливали формирование такситов и удаление кремнекислых избытков дифференциации в фазы-сателлиты интрузии. Непосредственно кристаллизация габбровой котектики в пределах объемов, предварительно обогащенных магнетитом, вела к образованию ординарных форм руд - магнетитовых габбро с пойкиллитовыми и сидеронитовыми структурами. Такое магнетитовое габбро, обогащенное медью, пользуется широким распространением на Лаврово-Николаевском и в меньшей мере - на других участках.

Взаимодействие обогащенных за счет апатита и магнетита участков расплава с флюидами вело к усилению рудообразования за счет выноса из этих участков силикатной составляющей с образованием, в конечном счете, богатой (гнездовой) апатит-магнетитовой с ильменитом руды с пойкиллитовой формой кристаллизации силикатов; при этом одновременно происходила расплавная резорбция рудных составляющих и формирование струйчатых по текстуре рудных скоплений. Среди них обычно преобладает магнетит, менее представлены сростки магнетита с ильменитом. Сближенные струйчатые формы представляют богатую железную руду. Гнездовые и струйчатые формы руд в пространстве взаимосвязаны (12). Их линейное расположение, как и распределение петрографических типов пород, было подчинено ориентации конвективных течений в интрузии. Такова в общем виде схема образования рудной минерализации Волковского месторождения.

Кумулятивный процесс и флюидно-магматическое взаимодействие [2, 5], обусловившие формирование сиенит-диоритовой ветви интрузии, вызвали разноплановую неоднородную базификацию ее основного тела. Меланократовые такситовые габбро в своем размещении также были подчинены ориентации конвективных потоков. В общую макротекстурную согласованность укладываются и халькопирит-борнит-магнетитовые руды (13). Синкристаллизационная базификация отдельных блоков интрузии вызвала их автомагматическое обогащение ранее растворенной в расплаве медью. Этот же процесс вел к избирательному накоплению платиноидов, лантаноидов, циркония. Базифицированные блоки в силу присутствия в их составе минералов высокой теплопроводности (магнетит, борнит и др.) представляли внутриинтрузивные термоаномалии. Находившиеся в их пределах магнетитовые массы испытывали медленную направленную эволюцию: фазовый распад, внутризерновую и межзерновую диффузию компонентов. Фиксированные по ильменит-магнетитовой ассоциации температуры этой эволюции очень высоки [6]: минимум для ильменита 840°C при относительно низком потенциале кислорода. С этой, "внутренней" эволюцией магнетита, при которой ильменит образует трещинные формы, связана начальная стадия медного оруденения. На микроуровне фиксируются три стартовые формы кристаллизации борнита, все они основываются на использовании "местного" железа: 1. Сложной огранки монокристаллы борнита внутри зерен магнетита с подчинением части граней борнита внутренней структуре магнетитового зерна, подводящие знаки минерализации отсутствуют. 2. Рост монокристаллов борни-



Качественная модель Тагил-Кушвинской рудномагматической системы (РМС).

Цифры в кружках - номера месторождений: 1, 2 - внутриинтрузивные: 1-Волковское (халькопирит-борнит-магнетитовое), 2 - Баронское (герцинит-ильменит-магнетитовое); 3-9 - скарново-магнетитовые: 3 - Высокогорское, 4 - Лебяжинское, 5 - Естонинское, 6 - Надеждо-Коммерческая группа, 7 - Валуевское, 8 - Гороблагодатское, 9 - Хахинское (с бустами-том). Остальные условные обозначения - см. в тексте

та внутри зерен апатита, ассоциирующего с магнетитом, свободным от борнита. Ограниченный борнит последней позиции может сопровождаться борнитовыми шнурами, не выходящими за пределы зерна апатита. Такие формы кристаллизации борнита по отношению к магнетиту и апатиту матрицы логичнее считать наложенными, но источником инертного компонента - меди - следует признать ближайшее окружение. Более того, предположению о короткой диффузии растворенной (захваченной) меди из магнетита не противоречит ни одна из разобранных обстановок. 3. Массовое развитие медного оруденения и сосредоточение его в системе непротяженных флюидоразрывов, наложенных не только на магнетитовые руды, но и на находящиеся под ними габбро (борнит, халькопирит, 14), является результатом сосредоточенного извлечения и перераспределения меди из окружающих кристаллических фаз и незакристаллизовавшихся объемов глубинной части интрузии.

Медносульфидная минерализация дает прожилково-вкрапленные и мелкогнездовые формы. Ее конкретные объемы, занимающие место магнетита и силикатов габбро посредством замещения, не сопровождаются объемно выраженными изменениями последнего, т. е. околорудный ореол, морфологически подобный ореолам меднопорфировых месторождений, отсутствует. Фиксируется только локальная амфиболизация пироксенов и "замутнения" плагиоклазов. Чем выше сплошность борнит-халькопиритовых выделений, тем интенсивнее проявляется околосредовая амфиболизация с развитием микрофронтов замещения амфибола (актинолитовой роговой обманки) борнитом. Продукты выноса в ближайшем окружении сульфидных гнезд не скапливаются. Это свидетельствует о том, что медное оруденение в теле интрузии не является постмагматическим процессом, в общепринятом понимании. Избыточный материал: железо магнетита и составляющие элементы силикатов, апатита - инфильтрирует в верхние дебазифицированные части интрузии, где магматический процесс благодаря высокой температуре флюидов еще не завершен и, в конечном счете, оказывается в составе мобильных расплавов - сателлитов и их постмагматической системе (куда затягиваются и часть меди, фосфор), формирующих скарное оруденение.

Главной особенностью медносульфидной минерализации в магнетитовых рудах и магнетитовых габбро является недосыщенность их серой, чем и обуславливается, в частности, практическое отсутствие пирита. Медносульфидные скопления не имеют признаков стадийного (поэтапного) образования. Их минералы связаны эволюционными отношениями, демонстрируя два ряда эволюции: 1) борнит - борнит-дигенитовый распад - реакционный дигенит по борниту; 2) борнит - борнит-халькопиритовый распад - реакционный халькопирит по борниту. Теллуриды палладия образуют собственные кристаллические формы в борните, чаще второго ряда эволюции и сохраняются в замещающем его халькопирите.

С неизбежным при всякой кристаллизационной дифференциации раскислением остаточного расплава и его перемещением (10) связана кислотная (пиритовая) стадия сульфидной минерализации ореольной формы проявления. Такой ореол (15, мелкие точки) лишь флангом захватывает Волковское месторождение, но само перемещение остаточных кварцевых диоритов происходило с опережающим расколом габбро и перемещением блоков интрузии, в том числе и Волковского. Развитию собственно кислотного ореола предшествовало образование систем трещин и накопление в них меди уже не термодиффузионным, как в магнетитах, а инфильтрационным способом (16). Это прожилковая форма медного оруденения надстраивала гнездовую на Волковском месторождении, частично совмещаясь с ней, и сосредотачивалась в габбро-диоритах верхней части интрузии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волченко Ю.А., Коротеев В.А. и др. Малосульфидное платинометальное оруденение в ультрамафитах Волковского массива (Средний Урал) // Ежегодник-1995. Ин-т геологии и геохимии. Екатеринбург: УрО РАН, 1996, с.135-140
2. Дымкин А.М., Полтавец Ю.А., Нечкин Г.С. Геолого-петрологические особенности железосных вулканоплутонических ассоциаций: Препринт. Свердловск, 1982. 71 с.
3. Нечкин Г.С., Гуляева Т.Я. Об интрамагматической природе апатит-титаномagnetитовых ассоциаций в габброидах (Волковский массив) // Ежегодник-1995 / Ин-т геологии и геохимии УрО РАН. Екатеринбург, 1996. С.154-158

4. *Николайченков Ю.С.* Условия размещения природных типов руд на Волковском месторождении: Автореф.....дис. канд. геол.-мин.наук. Свердловск, 1981. 21с.
5. *Полтавец Ю.А.* Скарново-магнетитовое оруденение Урала и связь его с вулкано-плутоническим магматизмом: Автореф.....дис. докт. геол.-мин.наук. Свердловск, 1991. 50 с.
6. *Полтавец Ю.А., Молошаг В.П., Полтавец З.И.* О соотношении железа и магния в ильменит-магнетит-пироксеновой ассоциации и температурах их образования в габброидах Волковского месторождения // Ежегодник-1995/ Ин-т геологии и геохимии УрО РАН. Екатеринбург, 1996. С.158-161
7. *Фоминых В.Г., Клевцов Е.И.* Новые данные о геологическом строении, локализации и соотношениях различных генетических типов оруденения в Волковском габбровом массиве// Ежегодник-1972/ Ин-т геологии и геохимии УНЦ АН СССР. Свердловск, 1973. С.171-173.
8. *Формации титаномагнетитовых руд и железистых кварцитов: Железорудные месторождения Урала.* Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984. 264с.