

УДК 553.41(100)

КРУПНООБЪЕМНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗОЛОТА И СЕРЕБРА ВУЛКАНОГЕННЫХ ПОЯСОВ

© 2002 г. Член-корреспондент РАН В. И. Гончаров, В. А. Буряк, Н. А. Горячев

Поступило 30.07.2002 г.

Понятие “крупнообъемное месторождение” до настоящего времени используется обычно в применении к осадочным, метаморфогенным и плутоногенным рудным объектам железа, меди, молибдена, урана. В последние годы к этой группе стали относить и полигенные золоторудные месторождения в черносланцевых толщах. Роль этих месторождений, крупных по запасам (от 100 до 1000 т и более), но относительно бедных по содержаниям (1.5–5 г/т, редко выше), в золотодобыче постепенно возрастает. Наиболее известными крупнообъемными месторождениями в России являются Сухой Лог, Олимпиадинское, Наталкинское, Нежданинское, Майское, Светлинское.

Любопытна история открытия и перевода золоторудных месторождений в черносланцевых толщах в категорию крупнообъемных. Большинство из них на стадии поисково-оценочных работ рассматривались как кварцевожильные с неравномерным (от низких до высоких) распределением полезного компонента и небольшими запасами металла. При подсчете запасов на таких объектах в расчет обычно принимались блоки с высоким содержанием золота. В дальнейшем по мере изучения эти месторождения переводились в разряд жильно-прожилковых со “стволовыми жилами”, затем в группу сложных жильно-прожилково-вкрапленных и, наконец, при выявлении блоков, обогащенных золотоносными сульфидами, в группу прожилково-вкрапленных или вкрапленных крупнообъемных с разнообразными типами руд с зональным (телескопически зональным) характером их размещения, невысоким содержанием золота на массу [1, 2, 9, 12]. Каждый этап изучения сопровождался увеличением объема руд и уменьшением в них среднего содержания полезного компонента. Приведенная схема перевода месторождений в категорию крупнообъем-

ных, конечно, упрощена, но тем не менее она отражает суть одного из способов прогнозной оценки рудоносных территорий.

В связи с изложенным заслуживает внимания вопрос о пересмотре взглядов на “крупность” месторождений и вулканогенного класса, прежде всего золото-серебряных и существенно серебряных. Традиционно принято считать их месторождениями преимущественно жильного и прожилково-жильного брекчиевого типов с крайне неравномерным распределением полезных компонентов (средние содержания золота n (г/т) – $10n$ (г/т), серебра $10n$ (г/т) – $100n$ (г/т)), иногда с исключительно высокими “бонанцевыми” концентрациями золота (n , кг/т) и серебра ($10n$, кг/т), но с малыми и средними запасами руд.

Проведенный авторами анализ первичного минералого-геохимического материала по ряду известных месторождений вулканогенных поясов показал, что золото и серебро, образуя значительные концентрации в жилах, распространены и в околорудных метасоматитах с прожилково-вкрапленным и вкрапленным оруденением. Мощность сопутствующих жильным телам зон минерализации обычно во много раз больше мощности богатых жильных тел. Содержания металлов в них, конечно, невысоки (золота 0.5–5.0 г/т, серебра 10–90 г/т), но запасы, учитывая массу минерализованных метасоматитов, много больше, чем в жилах (до 250–500 т).

В большинстве случаев такие месторождения оцениваются и обрабатываются (особенно в России) как зоны сблизженных кварцевожильных тел, жильно-прожилковые зоны или отдельные тела с повышенными или высокими (“бонанцевыми”) содержаниями золота и серебра. Более того, широко распространены представления, что месторождениям этого класса вообще свойственны высокие содержания благородных металлов. Сопутствующая прожилково-вкрапленная минерализация во вмещающих породах, характеризующаяся более низкими концентрациями золота и серебра, как правило, не менее чем на порядок, априори считается (при принятом способе подсчета запасов) не имеющей промышленного значения, потому должным образом не оценивается, не опрашивается, не разведывается и не обрабатывается. Игнорируются и жильные руды с содержанием золота, как

*Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт Дальневосточного отделения Российской Академии наук, Магадан
Институт комплексного анализа региональных проблем Дальневосточного отделения Российской Академии наук, Биробиджан*

правило, менее 4–5 г/т, не отвечающие кондициям, принятым для объектов жильного типа.

Околорудные метасоматиты с вкрапленной рудной минерализацией в большинстве случаев вызывали интерес лишь как зонально построенная, индикаторная среда, вмещающая рудные тела, но не как вероятная часть рудных тел, которая может обеспечить существенное увеличение запасов руд месторождения, хотя и с более низким средним содержанием металлов, чем в рудах жильных тел.

На подобных месторождениях золотоизвлекаемые фабрики в России традиционно проектируются и строятся с заведомо пониженной производительностью по руде (до 100 тыс. т в год). Понятно, что освоение крупнообъемных месторождений с относительно бедными рудами с использованием таких перерабатывающих мощностей не может быть рентабельным.

Близповерхностные месторождения золота и серебра присутствуют в вулканогенных поясах различного типа и возраста [3–10], локализованы в разнообразных вулкано-тектонических структурах оседания и поднятия, включающих кальдероподобные провалы и интрузивно-эффузивные кольцевые комплексы. Генезис оруденения также различен. Выделяются три основных генетических типа месторождений:

1. Вулканогенно-осадочные с вкрапленными рудами (Хемло, Херон-Бей, Пуэбло-Вьехо, Учунотаи и др.);

2. Вулканогенные гидротермальные с кварцевожильными, прожилково-жильными и вкрапленными рудами (Кубака, Балейское, Крипл-Крик, Комшток и многие др.);

3. Вулканогенно-плутоногенные гидротермальные с интенсивно брекчированными кварцевожильными, прожилково-жильными и вкрапленными рудами (Дукат, Хаканджинское, Многовершинное, Бамское, Прасоловское и др.).

Основные факторы, способствующие образованию крупнообъемных месторождений вулканогенных провинций:

1) повышенная мощность (от 0,5 до 3–5 км) вулканогенно-осадочных толщ, слагающих рудо-локализирующие вулканические и вулканоплутонические структуры; наличие в их составе и основании углеродсодержащих осадочных, туфогенных и вулканогенных основного состава пород с повышенными исходными (кларковыми) содержаниями золота (4–8 мг/т и более [11]);

2) мощное проявление различных фаций метасоматитов калиевого ряда, являющихся благоприятной средой для осаждения, перераспределения и концентрирования благородных металлов;

3) многоэтапность рудообразования с проявлениями актов неоднократной регенерации (реювинации) и температурных инверсий, способствующих концентрированию золота, серебра и сопутствующих элементов;

4) наличие хорошо выраженных деформаций, в том числе глубинных разрывов и линейных зон дробления, рассекающих локальные вулканоплутонические структуры;

5) активное развитие геохимических барьеров на вертикальном интервале смешения эндогенных и метеорных вод (800–300 м от палеоповерхности), обеспечивающих основное рудоотложение в открытых полостях и сопутствующих зонах дробления.

Рассмотрим с акцентом на качественные характеристики руд характерные примеры месторождений вулканогенного класса в России, находящихся в отработке или резервных. На месторождении Многовершинное в Нижнем Приамурье отрабатываются руды с содержанием золота не менее 5 г/т, при среднем более 10 г/т; на Кубакинском месторождении в Магаданской области – с содержанием не менее 12–30 г/т; на Эвенском месторождении (там же) в подсчет приняты руды со средним содержанием 9 г/т, на Аметистовом (Камчатка) – 16 г/т. На Прасоловском месторождении Больше-Курильской гряды (о. Кунашир) подсчитывались и разведывались запасы в крупной жильно-прожилковой зоне (протяженностью более 5 км) только на тех участках, где содержание золота было не менее 10–30 г/т. На всех перечисленных объектах система подсчета запасов, а на некоторых и отработка обычно носили выборочный характер.

Аналогичен опыт зарубежной золотодобычи. На месторождении Крипл-Крик (США) добывались, как правило, богатые руды со средним содержанием не ниже 12–35 г/т [8], на месторождении Голдфилд (США) содержания золота в рудах были “чрезвычайно богатыми” [8] – до 2000 г/т, Эль-Оро (Мексика) – от 7–10 до 40 г/т и выше, Хишикари (Япония) – около 70 г/т. Почти на всех этих богатых месторождениях наряду с жильными телами, объектами золотодобычи, развиты прожилково-вкрапленные руды, с большим общим количеством золота, но с намного более низким его удельным содержанием.

Особо показательны рудные поля Пачука-Рель-дель-Монте и Гуанахуато в Мексике, Пуэбло-Вьехо в Доминиканской Республике, Сильвертон-Теллурид, Крипл-Крик, Комшток и Голдфилд в США. На этих месторождениях содержания золота на один-два и более порядков ниже во вкрапленных и прожилково-вкрапленных рудах в сравнении с жильными, но тем не менее месторождения рентабельны не только при открытой, но и комплексной (карьерной и подземной) организации добычных работ и использовании соответствующих технологий извлечения золота.

Таким образом, оценивая промышленную значимость месторождений вулканогенного класса, следует выделить два типа руд, резко различающихся по содержанию золота и серебра: жильные и жильно-прожилковые как объекты добычи и вкрапленные и прожилково-вкрапленные, обычно не вовлекавшиеся (за малым исключением) в отработку.

Накопленный к настоящему времени отечественный и зарубежный опыт и результаты в различные годы выполненных технико-экономических расчетов (в том числе авторами) показывают, что вкрапленные и прожилково-вкрапленные руды эпитеpmальных (близповерхностных) месторождений могут при значительных запасах успешно обрабатываться даже при низких содержаниях (1.5–2.5 г/т), т.е. должны оцениваться как крупнообъемные. Именно с этим типом руд (а не с богатым жильным) возможен серьезный прорыв в решении уже остро стоящей для многих предприятий проблемы укрепления минерально-сырьевой базы. Основными благоприятными факторами, вызывающими повышенный интерес к этому типу руд, являются крупные или очень крупные запасы золота в них, а также самородная форма его выделений, позволяющая применять наиболее дешевые, экологически безопасные и эффективные методы извлечения (кучного выщелачивания, биогеохимические и др.).

Яркий пример использования прогрессивных методов освоения – месторождение Раунд-Маунтин, расположенное в третичных вулканитах юго-запада США. При среднем содержании золота в рудах 1.2 г/т оно давно весьма успешно обрабатывается открытым способом с извлечением его кучным выщелачиванием. Годовая производительность рудника около 12 млн. т руды, суммарные запасы золота более 300 т.

Не менее показательный пример, но ретроградного отношения к объекту – Балейско-Тассеевское рудное поле в Забайкалье. Оно уже более 50 лет выборочно обрабатывается как богатое кварцевожильное. Однако работы последних лет показали, что благодаря большим запасам и простой технологии извлечения золота значительно более успешно оно могло бы осваиваться как крупный штокверк со средним содержанием около 2.5 г/т.

Другой пример печального опыта освоения месторождения подобного типа – Карамкенское в Магаданской области. Здесь в отработке находились жильные руды с содержанием золота не менее 4 г/т, при среднем – 25 г/т. Только в жильных телах руды с содержаниями 1–4 г/т и выше, составлявшие не менее половины общего объема жильной массы, остались неостребованными. Перспективными на извлечение полезных компонентов являются также широко развитые зоны околорудной вкрапленной минерализации, обогащенные адуляром, мощность которых изменяется от 5 до нескольких десятков метров с содержанием золота до 3.5–5.0 г/т, серебра до 500–1000 г/т и выше [7]. Кроме того, поскольку рудные тела на месторождении были сформированы под экраном аргиллитов, то здесь, в его подошве, могут быть обнаружены не только прожилково-вкрапленные, но и гнездовые, бананцевые скопления металлов с “ураганскими” содержаниями золота и серебра. Значительная часть площади неэродированного экрана слабо или даже вообще не изучена.

Уже упоминавшееся Прасоловское месторождение на о. Кунашир Больше-Курильской гряды, на котором в итоге прежних разведочных работ было подсчитано всего несколько сот килограммов золота по кварцевым жилам, есть все основания относить к весьма крупному с большими запасами линейно ориентированному штокверку протяженностью более 5 км и мощностью до нескольких десятков–сотен метров со средними содержаниями золота 2.5–5.0 г/т, вполне достаточными для его успешной отработки открытым способом. Ресурсы Прасоловского месторождения при таком подходе оказываются весьма значительными.

Из приведенного материала напрашивается очевидный вывод: многие эпитеpmальные (близповерхностные) месторождения золота могут и должны быть переоценены как крупнообъемные вкрапленные и (или) прожилково-вкрапленные (штокверковые). В России такого отношения заслуживают в первую очередь месторождения Охотско-Чукотского (Дукат, Нявленга, Пувтувеемское, Хаканджинское), Удско-Мургалского (Джультета), Кедонского (Кубака), Восточно-Забайкальского (Балейское, Бамское), Умлекано-Огоджинского (Покровское, Пионерское), Сихотэ-Алинского (Многовершинное, Белая Гора, Болотистое), Северо- и Центрально-Камчатского (Аметистовое, Агинское, Родниковое, Асачинское) и Курильского (Прасоловское) вулканических поясов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буряк В.А. // ДАН. 1965. Т. 165. № 5. С. 1139–1142.
2. Буряк В.А. Метаморфизм и рудообразование. М.: Недра, 1982. 256 с.
3. Гончаров В.И. Гидротермальное рудообразование в краевых вулканогенных поясах. М.: Наука, 1983. 204 с.
4. Гончаров В.И., Сидоров А.А. Термобарогеохимия вулканогенного рудообразования. М.: Наука, 1979. 220 с.
5. Гончаров В.И., Сидоров А.А. // Тихоокеан. геология. 1999. Т. 18. № 1. С. 70–83.
6. Константинов М.М., Некрасов Е.М., Сидоров А.А., Стружков С.Ф. Золоторудные гиганты России и мира. М.: Науч. мир, 2000. 270 с.
7. Многофакторные прогнозно-поисковые модели месторождений золота и серебра Северо-Востока России / Под ред. М.М. Константинова, И.С. Розенблума, М.З. Зиннатуллина. М., 1992. 140 с.
8. Некрасов Е.М. Зарубежные эндогенные месторождения золота. М.: Недра, 1998. 286 с.
9. Сидоров А.А. Рудные формации и эволюционно-исторический анализ благороднометалльного оруднения. М.: Магадан: СВНЦ ДВО РАН; ИГЕМ РАН, 1998. 246 с.
10. Буряк В.А. Принципы прогнозирования эндогенного оруднения в Восточно-Азиатских вулканических поясах. М.: Недра, 1990. С. 152–162.
11. Буряк В.А., Бакулин Ю.И. Металлогения золота. Владивосток: Дальнаука, 1998. 402 с.
12. Гончаров В.И., Волков А.В. Геология и генезис золоторудного месторождения Совиное (Чукотка). Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2000. 231 с.