

ЭНРОУД ИНЖИНИРИНГ

Мобильные вахтовые посёлки
под ключ ▶ 14

ОБЗОР
КОНФЕРЕНЦИИ
«ЗОЛОТО И ТЕХНОЛОГИИ
— 2013» ▶ 16

ТОМС ИНЖИНИРИНГ

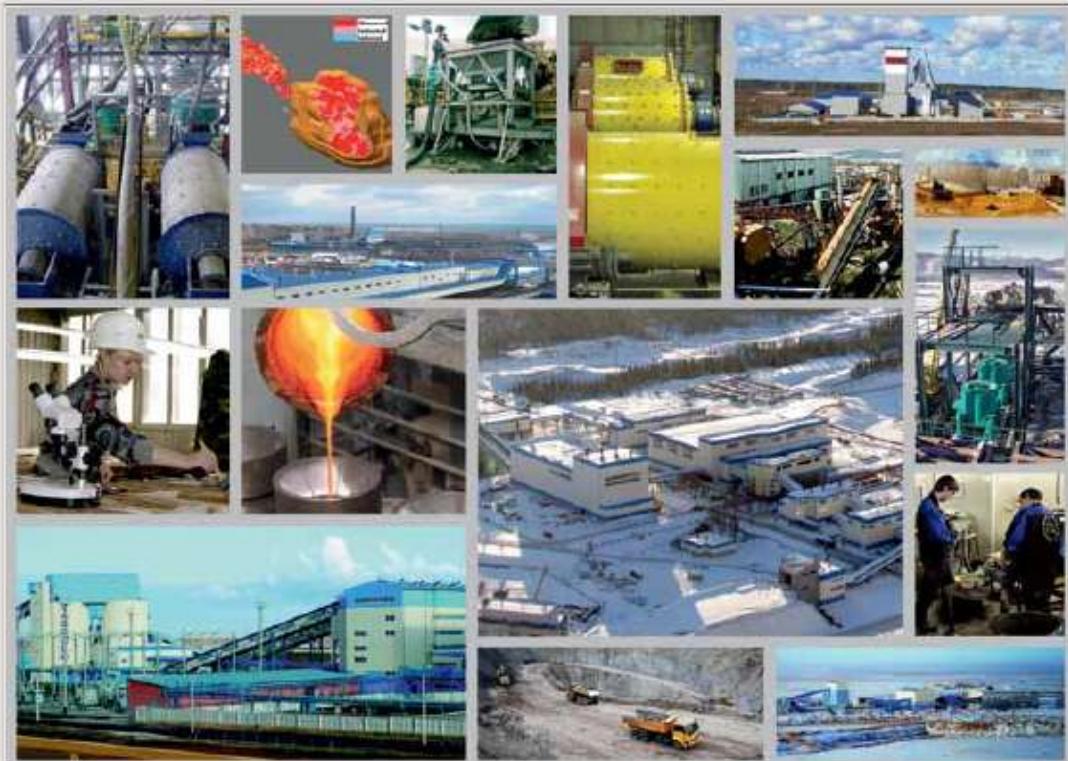
Подходы в работе на всех этапах создания
горнорудного предприятия ▶ 54

ЗОЛОТО И ТЕХНОЛОГИИ

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ • ИЗДАЕТСЯ СОВМЕСТНО С КОМПАНИЕЙ «ТОМС-ИНЖИНИРИНГ»
Издание специализируется на сообщениях рекламного характера

№ 2 (20) июнь 2013

ТОМС®
20 лет



МЫ ЗНАЕМ КАК ИСКОПАЕМЫЕ
СТАНОВЯТСЯ ПОЛЕЗНЫМИ!

Содержание:

4	Томс Двадцать лет успешной работы	68	Рубрика «Налоговая практика»
8	ИГЕМ РАН Золото и медь Тетиса	70	ФГБУСУ ВЛО НИИПту Реконструкция золотоподсущающей способности силикатных расплавов как основа петрологического и петрохимического прогнозно-поисковых критериев оценки территорий на золото
14	Энроуд Инжиниринг Мобильные вахтовые поселки под ключ	82	Итомак Доводка шламовых концентратов с мелким золотом без потерь
16	Редакция «Золото и технологии» Обзор конференции «Золото и Технологии — 2013»	86	ВИЗМС Новая концепция развития и освоения минерально-сырьевой базы рудного золота в регионах Сибири и Дальнего Востока
26	Пугачев и Партнеры Современное оборудование и технологии для золотоизвлекательных фабрик	90	Бакор-ФильтрКерамика Применение керамических диспергаторов производства ООО «БФК Инжиниринг» для повышения эффективности работы флотационных машин при переработке различных руд
28	Рубрика «Инвестиционные проекты» 28 Предложение проектов на рудное золото	92	БИП СО РАН Вещественный состав и пути обогащения глинистых россыпей
	30 Обзор конференции «Развитие рынка объектов недропользования в России и СНГ»	94	Конференция World Gold 2013, Австралия
34	НВП Центр-ЭСТАго Технологический потенциал повышения полноты извлечения запасов золота	96	Группа компаний «Аналон» Современное комплексное обеспечение лабораторных и технологических исследований при добыче и переработке полезных ископаемых
36	БИП СО РАН Извлечение золота из упорных арсенопиритных руд и концентратов	98	ФГУП ЦГРИ Определение содержания благородных металлов в рудах и продуктах обогащения руд с крупным золотом
40	ФЛС Нелсон Рус Применение мобильных заводов RG для извлечения благородных металлов из первичного аллювиального и техногенного типа сырья	104	Пугачев и Партнеры Проблемы рудоподготовки и опыт центробежной сепарации при переработке золотосодержащих сульфидных руд в Парагвае на центробежных концентраторах различных типов
44	Рубрика «Информационные Технологии» 44 Новости	106	Золотая история планеты Земля
	46 Возможности оптимизации работы маркшейдерской службы		
	48 Скриптинг на языке Python		
50	АГТ Системс Новейшие компьютерные технологии для обработки и комплексной интерпретации геолого-геофизических данных		
54	Томс Подходы в работе на всех этапах создания горнорудного предприятия		
56	Редакция «Золото и технологии» О прибыльности геологоразведки		
60	Техника и Технология Дреинтеграции Планетарный мельницам более 120 лет. Что мы знаем о них?		

Журнал издается совместно с компанией «ТОМС-Инжиниринг» и является участником Союза золотопромышленников. Учредитель и издатель — ООО «Золото и технологии». Адрес редакции и издателя: 123015, г. Москва, ул. Академика Королева 12, стр. 1. Генеральный директор, главный редактор — А.А. Дронов. Отпечатано в типографии ООО «Биба стар». Адрес типографии: 107003, Москва, ул. Электрозаводская д. 20, стр. 3. Тираж — 950 экз. Цена свободная.

Информационно-аналитический журнал «Золото и технологии», № 2 (20) Июнь 2013 г.
Редакция:
Тел./факс: (495) 616-60-26
E-mail: dosenkov@koboz.ru
www.zolteh.ru

За достоверность рекламной информации несет ответственность рекламодатель.
За достоверность научно-технической информации несет ответственность автор.
Использование опубликованных материалов только с разрешения редакции.
Издание специализируется на сообщениях рекламного характера.

Реконструкция золотопродуцирующей способности силикатных расплавов как основа петрологического и петрохимического прогнозно-поисковых критериев оценки территорий на золото

И.В. Нучеренко — ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск, Россия

Реконструкция геологических процессов, инициирующих образование гидротермальных месторождений золота, представляет значительные не преодоленные до начала текущего столетия трудности. Свидетельством этому служат сосуществование и конкуренция четырех с вариантами гипотез, созданных, как правило, в приложении к одним и тем же крупным и уникальным месторождениям. Последнее исключает конвергенцию рудообразования как возможную причину многовариантных выводов. Гранитогенная гипотеза, предложенная в начале прошлого столетия, предполагает генерацию металлоносных флюидов в коровых гранитных расплавах, базальтогенна — в мантийных очагах базитовой магмы. В отличие от других более поздних метаморфогенно-гидротермальной и полигененно-полихронной гипотез, декларирующих соответственно местный породный или множественные источники золота и сопутствующих металлов и многоэтапное функционирование рудообразующих процессов, обе магматогенные гипотезы распространяются на

метатермальные месторождения золота, образованные в любых породах независимо от их состава, строения, происхождения и содержания в них металлов до начала рудообразования. Сфера приложения метаморфогенно-гидротермальной и полигенено-полихронной гипотез, унаследовавших идеи старой, начала прошлого века, литература-секретационной гипотезы, ограничивается толщами углеродистых (черных) сланцев разного возраста, обладающих, согласно популярной до сих пор версии, повышенными и высокими, до нескольких г/т, дорудными содержаниями золота, будто бы переотложенного при рудообразовании из пород в рудные тела.

Сложившаяся ситуация негативно отражается на углублении, расширении знаний в области теории гидротермального рудообразования. Вследствие этого также отсутствует апробированный эффективный комплекс прогнозно-поисковых критериев оценки геологических структур на гидротермальное золото оруденение — ведущий промышленный тип наиболее ценных собственно золо-

тых месторождений. Потребность в таком комплексе возрастает по мере неизбежного перехода к прогнозированию и поискам месторождений, залегающих на приемлемых глубинах, но не выходящих на дневную поверхность.

Требуется объективный, свободный от личных амбиций анализ причин бесконечной дискуссии без перспектив трансформации гипотез в строго обоснованные достоверными фактами теорию, сопровождаемую «работающими» прикладными следствиями. Для того, чтобы выполнить анализ, причины надо найти.

В статье на конкретных примерах показано, что поиски не затянутся надолго, — природа любезно предоставила, во всяком случае не скрывает, факты, систематизация которых может обеспечить выход из затянувшегося кризиса, тем более что известными знатоками гидротермальных месторождений Ф.И. Вольфсоном и В.Н. Котляром еще в середине прошлого столетия были замечены и озвучены методически ошибочные

подходы в исследовании проблемы, которые уже к тому времени стали для них очевидной причиной многообразных результатов и разногласий в выводах.

Ф.И. Вольфсон считал, что «Без детального изучения в каждом отдельном случае геологического положения даек интрузивных пород и их взаимоотношений с оруденением мы не можем решить вопрос о генетической связи оруденения с определенными массивами гранитоидов» (Вольфсон, 1953, с. 68). При изучении связи оруденения с магматическими породами В.Н. Котляр рекомендовал «...установить связь оруденения не только с интрузивными массивами и магматическими комплексами в целом, но также с отдельными последовательными магматическими проявлениями», подчеркивая, что «...отдельные фазы интрузий и особенно фазы, растянутые во времени, имеют свои жильные отщепления. При таком положении очень важно бывает установить отношение между оруденением и жильными отщеплениями, поймать, как говорят, оруденение или отдельные его этапы в «вилку жильных пород» (Котляр, 1955, с. 68, 69). Как показали последующие до сего времени события, коллеги проигнорировали рекомендации упомянутых ученых и число гипотез, исключающих одна другую, увеличилось вдвое.

Речь идет, таким образом, о технологиях, то есть способах и средствах научного поиска в рудной геологии, — о том, насколько адекватны реальной ситуации методология и методы научных исследований. Судя по многообразным результатам — негативному итогу столетних исследований, озвученному в многочисленных отечественных и зарубежных публикациях по обсуждаемой проблеме, не адекватны.

В результате каких геологических событий и по каким написанным природой сценариям образуются месторождения, — вопрос, ответ на который можно получить только посредством систематических детальных эмпирических наблюдений в рудоносных объемах земной коры, — изучения тех следов, которые оставили геологические процессы прошлых эпох, то есть горных пород и руд, условий их залегания, последовательности образования, пространственно-временных соотношений и других. Дедуктивные методы познания здесь бессильны — в кабинетах и лабораториях, об этом узнать невозможно. Другое дело, они, то есть теоретические расчеты, эксперимент, моделирование уместны, более того, необходимы, поскольку способствуют генети-

ческой интерпретации эмпирических данных, хотя объективно и выполняются с неизбежными допусками, призванными дополнить недостающие факты, заменить не поддающиеся моделированию условия, например, геологическое время.

Исключение из всей совокупности оставленных природой следов каковых их части на основании всего лишь предположений о том, что они не существенны, не представляют интереса, чревато получением ложных результатов, не отвечающих реальной ситуации. Именно это с упорством, достойным лучшего применения, происходило в двадцатом столетии и происходит сейчас, и не только в области петрологических (металлогенических) аспектов рудообразования, но и, скажем, в области рудоинформационного метода, ориентированного на формационную типизацию месторождений с использованием всех производных геологических, в том числе рудообразующих, процессов не в полном объеме, а по фрагментам минерального состава руд. В итоге рудоинформационный метод, как и обсуждаемая проблема, пребывают в глубоком кризисе.

Приведенные высказывания ученых, очевидно, продиктованы сравнением их личного, накопленного к тому времени опыта исследования связей гидротермального рудообразования с магматизмом, с результатами, следующими из реализации всеобщего одностороннего увлечения гранитными расплавами как единственными источниками, способными генерировать металлоносные растворы в объемах, обеспечивающих образование промышленных месторождений. Всеобщее увлечение, в свою очередь, опиралось на популярное, озвученное одним из известных петрологов, представление, согласно которому «...трещинные излияния базальтов и их субэфузивные дайки не образуют таких месторождений, которые можно было бы связать с деятельностью очага основных и ультраосновных магм» (Абдуллаев, 1957, с. 207).

Первые подтверждения цитированных рекомендаций ученых и, следовательно, опровержение последнего утверждения были опубликованы в специальном выпуске журнала «Известия АН СССР» (Серия геологическая. 1957. № 1). В нескольких кварцево-жильных оловянно-вольфрамовых и скарновых полиметаллических месторождениях Забайкалья и Приморья были диагностированы дорудные и внутрирудные дайки основного состава — диабазов и диабазовых порфиритов. Образование базитовых даек в чередовании с мине-

ральными комплексами руд свидетельствует о функционировании рудообразующих процессов одновременно с активностью мантийных очагов базальтовых, но отнюдь не коровых гранитных, расплавов.

Учитывая важное теоретическое и прикладное значение решения обсуждаемой петрологической и металлогенической проблемы, после опубликования новых результатов можно было ожидать расширения и углубления исследований рудоподобирующей способности силикатных расплавов не только кислого состава, но и всех других производных магматизма в объеме магматических комплексов. Однако новые впечатляющие данные в последние десятилетия, вероятно, мало кого заинтересовали и исследование продолжались в обычном для предшествующего периода алгоритме. Один из ключевых вопросов теории гидротермального рудообразования о том, магматические расплавы какого состава генерируют металлоносные растворы и служат источниками профильного металла (металлов) для образования месторождений каждого вида полезных ископаемых, остался открытым. Не исключено, что отсутствие в течение длительного времени содержательного, доказанного фактами и аргументами, ответа на этот вопрос способствовало массовый переход занятых исследованием проблеме специалистов на позиции представлений о местных, породных источниках некоторых металлов, — золота, урана, сурьмы и создание новых альтернативных магматогенных гипотез. В какой степени последние согласуются с наблюдаемыми в природе фактами, — можно судить по приведенным ниже материалам, раскрывающим связи процессов образования залегающих в толщах черных сланцев и несланцевом (кристаллическом) субстрате гидротермальных месторождений золота с магматизмом.

Объектами исследований служили хорошо вскрытые рельефом и/или поверхностными и подземными выработками и скважинами месторождения Когадыр (южный Казахстан), Центральное, Берикульское (Кузнецкий Алатау), Зун-Холба, Зун-Оспа (Восточный Саян), Западное, Ирокиндинское, Кедровское, Богодиканско, Карапонское, Урякско, Верхне-Сакуанское (Северное Забайкалье), Сухой Лог, Вернинское (Ленский район), Чертово Корыто (Патомское нагорье). Месторождение Когадыр, все месторождения Северного Забайкалья, Ленского района и Патомского нагорья образованы в позднем палеозое,

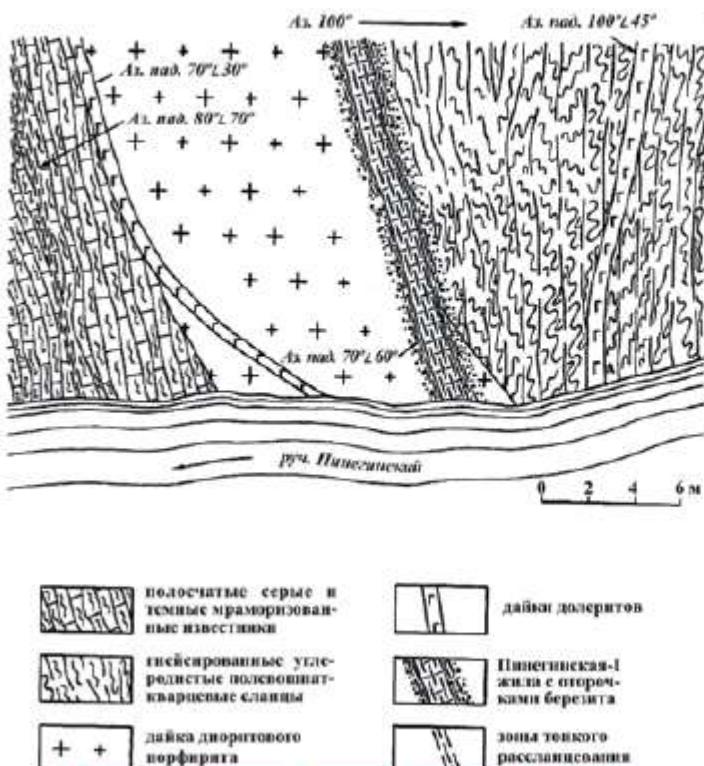


Рис. 1. Кедровское месторождение. Пересечение дорудной дайкой долерита и сульфидно-кварцевой Пынегинской-1 жилой дорудной залегающей в ультраметаморфитах очагово-купольной постройки дайки диоритового порфирита. На дне ручья в экзоонтакте жилы в дайке долерита видна оторочка березита, — свидетельство ее дорудного возраста (план).

Кузнецкого Алатау — в раннем, Восточного Саяна — в среднем палеозое. Минерализованные зоны прожилково-вкрашенных руд. Когвадыра залегают среди позднепалеозойских монцонитоидов, золоторудных кварцевых жилы Центрального и Берикульского месторождений — соответственно в раннепалеозойском массиве гранитоидов и толще покровных базальтов и андезит-базальтов среднего кембрия, минерализованные зоны прожилково-вкрашенных руд месторождения Зун-Холба — в вулканогенно-осадочной толще позднего риера, золоторудные кварцевые жилы месторождения Зун-Оспа — в массиве среднепалеозойских гранитоидов, золоторудные кварцевые жилы Западного, Ирокиндинского, Кедровского, Богодиканского, Верхне-Сакуанского месторождений — соответственно в позднерифейском массиве гранитоидов, в ультраметаморфитах Муйского выступа архейского фундамента Сибирской платформы, среди позднерифейских черных сланцев и позднепалеозойских ультраметаморфитов и гранодиоритов очагово-купольной постройки, в массиве

позднепалеозойских и плутоне раннепротерозойских гранитоидов, субгоризонтальные минерализованные зоны прожилково-вкрашенных руд. Карапонского и Урянского месторождений — в позднерифейских толщах покровных вулканитов, черных сланцев, массивах позднерифейских и позднепалеозойских гранитоидов, минерализованные зоны прожилковых руд Сухоложского и Вернинского месторождений — в позднерифейских толщах черных сланцев, мощная субгоризонтальная залежь прожилково-вкрашенных руд месторождения Чертово Корыто — среди раннепротерозойских черных сланцев.

В исследовании проблемы используются следующие методы.

1. Микроскопическая в оптическом диапазоне длин волн и электронно-микроскопическая с рентгеноспектральным сопровождением диагностика минералов магматических горных пород и руд.
2. Установление условий залегания, форм и размеров тел магматических пород, пространственно-временных (структурных) соотноше-

ний их между собой и с рудно-минеральными комплексами, последовательности образования с учетом признаков термического воздействия поздних образований на ранние — разгерметизированных вакуолей в кварцах в экзоонтактах магматических пород, гидротермально измененных магматических пород в экзоонтактах рудных тел, зон закалки в эндоконтактах даек магматических пород и др.

3. Радиологические определения абсолютного возраста минералов магматических горных пород и окорудных (рудовмещающих) метасоматитов.
4. Химические силикатные анализы горных пород для петрохимических пересчетов, выявления минералого-петрохимической зональности метасоматических ореолов, расчетов баланса петрогенных компонентов при метасоматических преобразованиях пород.
5. Атомно-абсорбционный и другие виды анализов горных пород на Au, Ag, Hg и другиеrudогенные элементы для расчетов статистических параметров их распределения в горных породах, выявления геохимической зональности в метасоматических и геохимических ореолах, геохимических индикаторов петрогенетических процессов.

Разнообразие вмещающих месторождения горных пород, объединяемых в две совокупности — черносланцевого и несланцевого типов, обеспечивает возможность сравнения геологических условий генерации металлоносных растворов, диагностики источников профильных (Au, Ag) и сопровождающих металлов при образовании месторождений в той и другой среде. Сравнение такого рода призвано с привлечением дополнительных данных показать ошибочность противопоставления месторождений той и другой совокупности, декларируемого сторонниками метаморфогенно-гидротермальной и полигенно-полихронной гипотез.

Перечисленные золоторудные месторождения во времени и пространстве ассоциируют с магматическими породами, составы и последовательность образования которых повторяются в несланцевом и черносланцевом субстрате (Кучеренко, 2004 г., 2010 г.).

Кислыми плутоническими породами сложены ранние производные петрографического флюидно-магматического процесса — гранитоидные plutоны, массивы, ядра зрелых ультраметаморфических очагово-купольных построек, дайковые пояса или сравнитель-

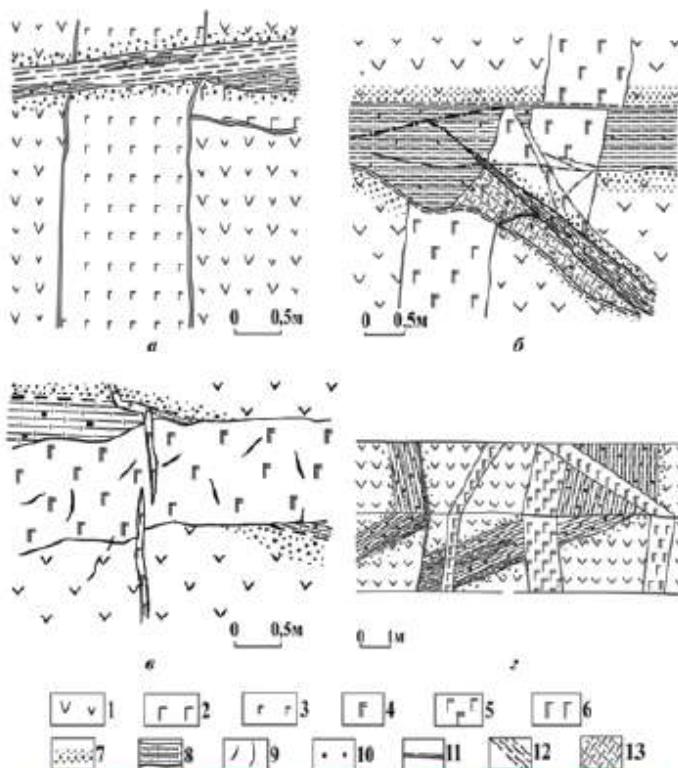


Рис. 2. Берикульское месторождение (Кузнецкий Алатау). Структурно-временные соотношения золотых руд с дорудными (две генерации, а), внутрирудными (б, в), послерудными (две генерации, г) дайками умеренно щелочных долеритов. 1) покровные базальтовые порфириты Берикульской свиты (E1); 2–6 — дайки умеренно щелочных долеритов: 2) первой, 3) второй, 4) третьей, 5) четвертой, 6) пятой генераций; 7) березиты; 8) золотоносные кварцевые жилы, прожилки, линзы; 9) карбонатно-кварцевые прожилки; 10) пирит; 11) тектонические швы; 12) зоны рассланцевания пород; 13) зоны дробления.

но немногочисленные дайки, локализованные, вероятно, в надинтрузивном пространстве более крупных не вскрытых эрозией магматических тел. Палингентное происхождение этих пород под воздействием глубинных высокотемпературных флюидов-теплоносителей доказывается повсеместным контролем плутонических пород глубинными разломами и фиксируемыми в гранитоидах $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -отношениями, отвечающими мантийным уровням генерации флюидов.

Дальнейшая эволюциямагматизма выражается в возрастании основности пород и сопровождается образованием преимущественно крупных, мощностью до 20 м и протяженностью до сотен метров, даек диоритоидов — диоритовых порфиритов, в зонах закалки и в мелких телах микродиоритов, наблюдаемых вследствие их редкости эпизодически и пересекающих тела ранних гранитоидов и ультраметаморфиты очагово-купольных построек, но пересекаемых дорудными дайками долеритов (рис. 1, стр. 72).

Флюидно-магматический процесс завершается многоактным внедрением умеренно-щелочных базальтовых расплавов в чередование с инъекциями металлоносных растворов с образованием дорудных не менее двух генераций, внутрирудных и послерудных не менее двух генераций даек умеренно щелочных долеритов (далее — долеритов) и отложением в жилах и минерализованных зонах последовательно сменяющихся один другой рудно-минеральных комплексов (рис. 2).

Массивные дорудные дайки долеритов мощностью, как правило, до 2,5 м, пересекают тела гранитоидов и часто, особенно в случаях залегания в гранитоидных массивах, сопровождаются золотоносными кварцевыми жилами и/или зонами прожилково-вкрашенных руд в обрамлении метасоматических ореолов березит-пропилитового профиля. В составе рудных тел участвуют ранние рудно-минеральные комплексы, в том числе черные кварц и кальцит. Смежная с рудными телами тыловая зона около-

рудных, в черных сланцах и рудовмещающих, метасоматических ореолов мощностью до первых десятков см сложена светло-серым, в дорудных дайках аподолеритовым, березитом в составе стандартной ассоциации минералов в лепидогранобластовых срастаниях кварца, сернита, карбонатов, в основном, анкерита, пирита с примесью апатита, лейкоксена, рутила, магнетита. В следующей более фронтальной альбитовой зоне мощностью до нескольких метров к перечисленным минералам добавляется новообразованный альбит. В направлении к периферии ореолов альбитовая зона сменяется хлоритовой (хлорит-эпидотовой, эпидотовой) зоной мощностью до десятков м, сложенной темно-зеленым, в долерите зелено-черным, пропилитом в составе новообразованных хлоритов, эпидота, антигорита, альбита, карбонатов, лейкоксена, рутила, магнетита, пирита. В наиболее крупнообъемной фронтальной зоне мощностью в трещиноватых породах до нескольких тысяч м сохраняются наряду с другими цветными минералами исходных пород, а интенсивность гидротермальных изменений постепенно ослабевает вплоть до исчезновения их на периферии минеральных новообразований.

В редких «останцах» слабых гидротермальных изменений (до 10 об.% новообразованных минералов) черные массивные долериты с порфировой, неясно порфировой мелкокристаллической, долеритовой, офитовой в основной массе, структурами сложены основными плагиоклазами состава от андезина до лабрадора, и агвигитом в меньших сравнительно с плагиоклазами количествах. Обычные примеси — магнетит, апатит, иногда редкие кристаллы оливина. Количество порфировых выделений не превышает, как правило, 20 об.%, размер фенокристов — 3 мм.

В толщах черных сланцев перечисленных минерало-петрохимических, в том числе рудные зоны, как правило, многократно чередуются в разрезе, образуя структуру «слоенного пирога». В массивных породах, в частности, в дайках долеритов мощности ореолов в целом и минерало-петрохимических зон не превышают соответственно нескольких м и первых десятков см.

Согласно результатам петротехнических пересчетов и расчетов баланса петрогенных компонентов породы преимущественно тыловых зон окородных метасоматических ореолов образованы в условиях интенсивного калиево-сернисто-углекислотного метасоматизма с привносом калия,

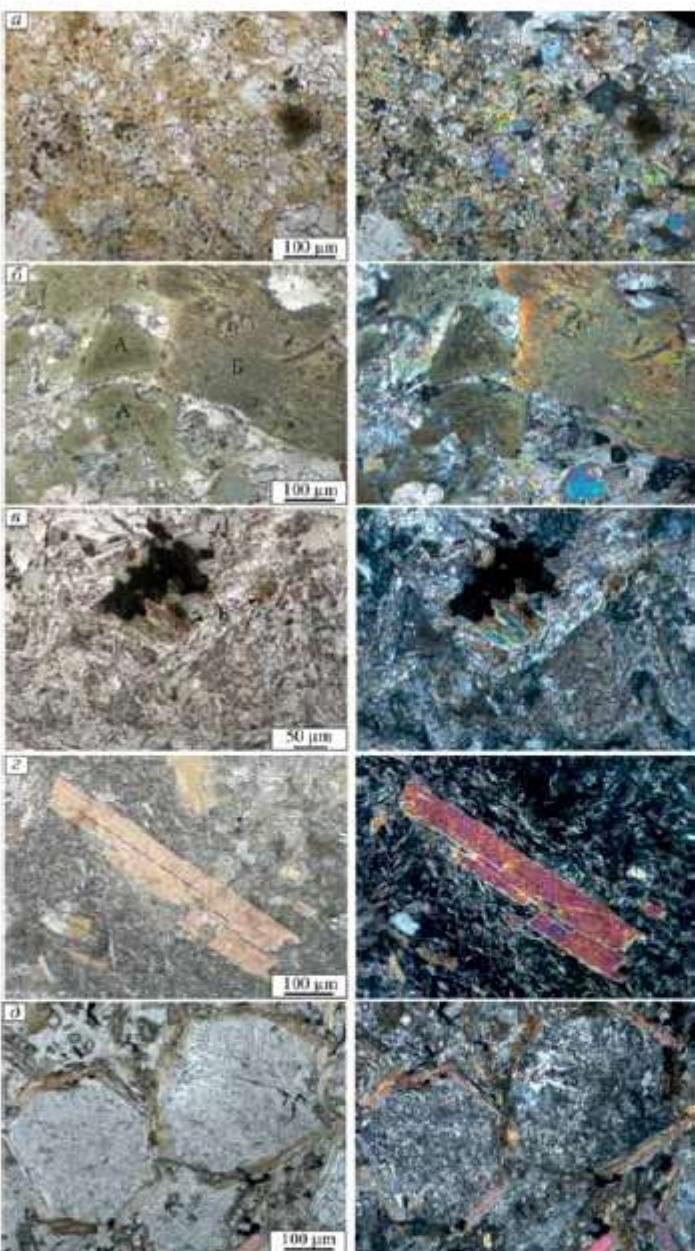


Рис. 3. Микрофотографии шлифов аподолеритовых метасоматитов внутрирудных даек Кедровского (а, б), Беринульского (в), Зум-Холбинского (г, д) месторождений. В числе эпигенетических минералов участвуют бурый, зеленовато-бурый и грязно-зеленый биотит (Б), обыкновенная роговая обманка (Л), бледно-зеленый до бесцветного хлорит в пластинках и тонахочешуйчатых агрегатах, в срастании с серцицитом полностью замещающий кристаллы авгита (в), поздней генерации образованы после всех эпигенетических минералов (г, д). Биотит ранней генерации частично замещен хлоритом (в), поздней генерации справа с анализатором.

восстановленной серы, углекислоты, почти полным (до 95 мас.%) выносом в основном из тыловой зоны натрия и частичным (до 50 мас.%) кремния (Кучеренко, 2010 г.). В периферийных пропилитовых зонах преобразования минерального состава пород осу-

ществляются в основном за счет внутренних ресурсов химических элементов. В близнем обрамлении рудоконтролирующих глубинных разломов в березитах и метасоматитах смежной с тыловой альбитовой зоной образованы высококонтрастные ано-

малии, с возрастанием содержаний до сотен...многих сотен %, элементов фемофильной ассоциации (P, Ti, Mg, Fe, Ca, Mn) (Kucherenko et al., 2011). Контрастность аномалий профильных металлов (Au, Ag) в метасоматитах тыловых зон прямо соотносится со степенью золотоносности рудных тел: в обрамлении рудных столбов с содержаниями Au и Ag соответственно на уровнях десятков г/т содержания металлов достигают первых г/т и сотен мг/т, в обрамлении слабозолотоносных (до первых г/т) участков рудных тел — многих мг/т и десятков мг/т соответственно.

Внутрирудные дайки долеритов имеют сопоставимые с дорудными размеры и залегают среди плутонических, вулканических, осадочных, метаморфических, в том числе ультраметаморфических, пород, в толщах черных сланцев, в разной степени гидротермально измененных вплоть до березитов и свежих, едва затронутых гидротермальными изменениями даже в экзоконтактах даек. Во всех средах они неравномерно преобразованы в метасоматиты, сложенные в объеме от 70–80 до 100% новообразованными минералами, составы и ассоциации (наборы, сочетания) которых не зависят от профиля и интенсивности гидротермальных изменений вмещающих пород, — в одной дайке, пересекающей скажем, свежий мигматит и апомигматитовый березит, минеральный состав аподайкового метасоматита однообразен. Вместе с тем, в однородной вмещающей среде в аподайковом метасоматите наблюдаются вариации количественных соотношений и наборов метасоматических минералов. В редчайших дайках и в локальных их объемах интенсивность гидротермальных изменений долеритов незначительна и такие сравнительно слабо измененные долериты, по составам и структурам аутентичные дорудным, использованы в качестве исходных в расчетах баланса петrogenических элементов при внутридайковом метасоматизме.

Минералы основной мелкозернистой, криптокристаллической массы долеритов, как правило, замещены полностью. Незначительная доля кристаллов авгита и их скелетных остатков сохранилась в основной массе и в порфировых выделениях. Остались, вероятно, незамещенными исходные магнетит и апатит.

Совокупность метасоматических минералов, срастания которых образуют лепидогранобластовую, гранолапидобластовую, порфиробластовую структуры, включает обыкновенную роговую обманку, биотит, tremolit, актинолит, хлорит, цоизит, эпидот,

Номера проб	Содержание окислов в мас. % (первая строка). Величина приноса, вынос (-) атомов элементов в стандартном геометрическом объеме 10000 A ³ в % и числу их атомов в стандартном геометрическом объеме исходной породы (вторая строка)																
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	FeO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	CO ₂	S ⁺	H ₂ O ⁺	O	Σ (Δ)	
1	40,72	14,94	0,90	3,05	8,47	7,43	8,03	2,86	1,41	0,35	0,19	0,35	0,13	1,81		99,64	
K-495	37,83 -32	9,14 -3,2	5,06 4,75	0,27 -0,1	11,6 41	14,0 94	7,79 -0,6	3,98 43	2,55 86	1,37 303	0,29 57	4,88 132	0,34 11	1,30 -26	-0,6	100,20 (24)	
12/1	42,57	17,37	1,29	1,98	10,1	6,15	6,80	4,12	1,96	0,57	0,14	0,63	0,10	4,14		97,92	
46	42,48 1,2	14,07 -14,3	3,54 17,8	2,21 13,2	9,28 -6,8	0,28 53,0	5,64 -15,7	3,18 -21,7	1,06 -45,2	0,46 -17,9	0,13 -5,9	3,64 4,86	0,37 -5,9	1,75 72,5	-56,8 -0,3	97,49 (0,7)	
1193	44,21	18,18	2,55	2,85	7,70	3,83	6,17	3,10	0,84	0,56	0,20	4,87	0,06	4,92		100,02	

Таблица. Химические составы исходных умеренно щелочных долеритов, аподолеритовых метасоматитов внутрирудных даек и балансхимических элементов в аподолеритовых метасоматитах Зун-Холбинского месторождения золота.

Примечание.

1, K-495 — соответственно слабо гидротермально измененный долерит и аподолеритовый метасоматит Кедровского месторождения; 12/1, 46 — соответственно слабо гидротермально измененный долерит и аподолеритовый метасоматит Зун-Холбинского месторождения (исходный долерит не обнажен); 1193 — аподолеритовый метасоматит Бермытского месторождения (суммы атомов в трехугольных элементов) в процентах к массе вещества исходной породы в стандартном геометрическом объеме 10000 A³. Полные химические силикатные анализы горных пород выполнены в Центральной лаборатории ПГО «Запсибгеология» под руководством И.А. Дубровской и в Западно-Сибирском испытательном центре под руководством Г.Н. Юминовой (г. Новокузнецк).

антигорит, хризотил, тальк, турмалин, кварц, альбит, серицит, кальцит, доломит, доломит-анкерит, анкерит, магнетит, рутил, лейкоксен, апатит, магнетит, пирит.

Кристаллы плагиоклазов лейстовидной в основной массе, таблитчатой в порфировых выделениях форм замещены чешуйками серицита, серицита и бесцветного хлорита, тем и другим минералами в срастании с ксеноморфными зернами кальцита, кварца, микрокристаллами альбита (рис. 3 — в), с сохранением размеров и форм исходных кристаллов, но с неровными («равнами») их контурами. Кристаллы авгита замещены ксеноморфно пластинкой бледно-зеленого хлорита или агрегатами тонких беспорядочно ориентированных чешуек бледно-зеленого до бесцветного хлорита в срастаниях с чешуйками серицита, ксеноморфными микрозернами карбонатов, иголок рутила (рис. 3 — д).

Пластинки антигорита с микропроявлениями хризотила заместили кристаллы оливина. Грязно-зеленая обыкновенная роговая обманка присутствует только в участках наиболее интенсивных изменений долеритов, ее идиоморфные кристаллы в отличие от авгита лишь слегка корродированы окружающими минералами (рис. 3 — б). Содержание минерала, вероятно, не превышает нескольких об. %.

Биотит, содержание которого достигает многих десятков об. %, отличается разнообразием окраски, размеров и форм кристаллов, структурными и временными соотношениями с другими минералами. Вместе с тем, в некоторых внутрирудных дайках он отсутствует. Окраска минерала в одной дайке и в разных

дайках грязно-зеленая, плеохроирует до бледно-розовой (рис. 3 — б, г), бурая, плеохроирует до грязно-зеленой или желтой (рис. 3 — а), зеленовато-бурая или буровато-зеленая (рис. 3 — в). Минерал часто образует пятнообразные агрегаты нечетко оформленных, «расплющающихся» чешуек (рис. 3 — в) или пластинки с четкими контурами (рис. 3 — г). В тех случаях, когда биотит частично замещен другими новообразованными минералами, он принадлежит к ранней генерации и сохранился как реликт (рис. 3 — в), когда обрамляет по периметру полностью замещенные агрегатом серицита, карбонатов, хлорита кристаллы былого авгита (рис. 3 — д), но, будучи чрезвычайно чувствительным к замещению, особенно хлоритом, сохраняется свежим, он представляет позднюю генерацию. В этом случае биотит принадлежит к наиболее поздним минералам метасоматического этапа.

Согласно результатам балансовых расчетов (табл.), внутридайковый метасоматизм осуществлялся в условиях поступления с растворами и фиксации в метасоматитах значительных масс калия, углекислоты, серы, в Кедровском и Зун-Холбинском месторождениях магния, в Кедровском месторождении железа, титана, фосфора, золота. В Кедровском месторождении из метасоматитов удален почти полностью натрий и отчасти кремний.

Подобные описанным аподолеритовые внутридайковые метасоматиты известны в Ленском золоторудном районе и в месторождении золота Чертово Корыто Патомского нагорья.

Преобразованные в метасоматиты дайки и послежильные дайки

долеритов Ленского района, имеющие Sm-Nd радиогеологический возраст 312±59 млн л (Рундквист и др., 1992 г.), локализованы в контролирующем золотое оруднение Кадали-Сухоложском разломе и в его обрамлении среди позднерифейских углеродистых (черных) сланцев (Шер, 1959 г.). Возраст золотого оруднения здесь 315 млн л (Лаверов и др., 2000 г.). Дайки обеих генераций гидротермально изменены.

Дожильные (дорудные) дайки сложены агрегатами хлорита, альбита, магнезиально-железистых карбонатов с примесью кварца и пирита, заместившими основную массу пород и фенокристы оливина, пироксена, плагиоклазов. По размерам кристаллов, их формам, составу, наборам и содержаниям примесей (Ag, Pb, Zn, Bi и др.) пирит и карбонаты являются типичными, которые участвуют в составе апосланцевых околоврудных метасоматитов.

В составе послежильных даек, пересекающих кварцевые жилы, наряду с магматическими минералами долеритов основными плагиоклазами (15 об. %), авгитом (30 об. %), гранатом, апатитом, магнетитом диагностированы эпигенетические минералы этапа внутридайкового метасоматизма грязно-зеленый биотит (до 40 об. %), зеленая обыкновенная роговая обманка, хлорит, серицит, цирцит, рутил, лейкоксен, карбонаты, магнетит, апатит. Аподолеритовые метасоматиты, как и околоврудные апосланцевые березиты и березитоиды, обогащены (до 400%) титаном, фосфором, магнием, золотом до 11 мг/т.

По данным В.Г. Мартыненко (устное сообщение), вrudовмещающем метасоматическом ореоле березит +

пропилитового профиля месторождения Чертово Корыто, образованном в толще углеродистых терригенных сланцев раннепротерозойской михайловской свиты, залегают дайки гидротермально измененных диоритов, диоритовых порфиритов и долеритов. В числе минеральных новообразований присутствуют зеленая обыкновенная роговая обманка и актинолит (30–65 об.%), хлорит, клиноцизит-эпидот, альбит (15–40 об.-%), грязно-зеленый биотит (до 15 об.-%), серцит, лейкоксен, рутил, карбонаты, магнетит, пирит, в разных сочетаниях замещающие беспорядочно ориентированные лейстовидные в основной массе, таблитчатые в порфировых выделениях кристаллы плагиоклазов и аугит. Аподолеритовые внутрирудные метасоматиты обогащены золотом до 3 г/т.

Приведенные эмпирические данные, достоверность которых может быть проверена и подтверждена, поскольку названы факты и объекты — источники информации, характеризуют многоплановые соотношения мезотермального золотого оруденения с магматическими породами. Эти данные составляют основу для обсуждения и оценки золотопроявляющей способности силикатных расплавов конкретного состава и, следовательно, реальности и форм связей рудообразования с магматизмом. Формулируемые ниже выводы в равной степени распространяются на месторождения, образованные в любых породах, в том числе в толщах углеродистых (черных) сланцев.

Ранние палингенные гранитоиды, промежуточные диоритоиды и поздние базалтоиды с ассоциированными мезотермальными месторождениями золота представляют ограниченные временными диапазонами до первых десятков млн л ансамбли всех производных плутонического магматизма в рамках одного петрогенетического процесса, по видовому составу, условиям залегания, геодинамическим режимам и последовательности образования магматических пород и рудно-минеральных комплексов повторяющиеся в нескольких геологических эпохах — раннем, среднем, позднем палеозое (Кучеренко, 2004 г., 2010 г.). В согласии с перечисленными признаками и современными представлениями о формационной таксономической иерархии ансамбли идентифицированы с антидромными гранит-диорит-долеритовыми флюидно-магматическими комплексами, региональной магматической формацией и формационным типом.

Очевидно, что пространственная совмещенность магматических пород и приуроченность месторождений к ареалам их распространения предстаивают следствие подъема из очагов генерации ранних «бездрудных» высокотемпературных обусловливающих палингенные флюиды-теплоносителей и поздних базальтовых расплавов в чередовании с металлоносными растворами по одному и тем же структурам — глубинным и оперирующим их разломам. При отсутствии видового разнообразия поздних магматических пород и сравнительно стабильный минералого-химический состав даек долеритов всех, в том числе дорудных, генерации свидетельствует не только о слабо выраженной магматической дифференциации, ограниченной умеренно щелочным уровнем, но и об отсутствии признаков гибридизма, обусловленного смешением базальтовых расплавов с остаточными кислыми, результатом которого была бы видовая «пестрота» поздних магматитов. Поздние базальтовые расплавы не встречаются на своем пути даже остаточные очаги гранитной магмы, которая, следовательно, до кардинальной смены петрохимического профиля магматизма, то есть до начала внедрения ранних порций базальтовых расплавов, подверглась в полном объеме кристаллизации. Поскольку ранние порции металлоносных растворов, поступающие после ранних порций послегранитных базальтовых расплавов, не могут быть генерированы в уже не существующих к тому времени кислых расплавах, постольку представление о генетической связи рудообразования с гранитоидным магматизмом в рамках гранитогенной гипотезы со всеми ее вариантами следует считать ошибочным.

В дальнейшем обсуждении проблемы представляют интерес наиболее информативные внутрирудные дайки долеритов, преобразованные при рудообразовании в метасоматиты.

Согласно известному физическому эффекту (Поспелов, 1963 г.), флюидопроводящая способность даек как тепловых флюидопроводников в автономном от сравнительно холодных вмещающих пород режиме возникает в еще сохраняющемся после внедрения и кристаллизации расплавов горячем состоянии. После охлаждения дайки утрачивают флюидопроводящую функцию.

Флюидопроводящая способность обсуждаемых даек долеритов доказывается отсутствием соответствия между интенсивностью их метасоматических преобразований и вмещающих пород, в том числе, вообще

отсутствием признаков сколько-нибудь значительных гидротермальных изменений вмещающих пород в экзоконтактах даек аподолеритовых метасоматитов.

Массивное, почти без трещин, сложение аподолеритовых метасоматитов сочетается с повсеместным сохранением после внедрения расплавов «сваренных» контактов даек с вмещающими породами, соответствием по размерам, формам выступов в одних контактах даек выемкам в противоположных на участках разрывов, обычных для трещин отрыва коленообразных изменений их ориентировки. Последний факт свидетельствует об отсутствии признаков скольжения боков даек вдоль удлинения и, как следствие, дробления пород и увеличения их проницаемости для растворов. В свою очередь, на множестве примеров свежих послерудных даек долеритов можно убедиться в отсутствии признаков расхождения боков даек по нормали к ним и, следовательно, максимальном раскрытии трещин в моменты заполнения их расплавами. Приведенные факты и аргументы сообщают внутрирудным долеритовым дайкам статус массивных тепловых флюидопроводников, акумулирующих в горячем состоянии наряду с разломами струи фильтрующихся по их поровому пространству металлоносных растворов.

Это означает, что металлоносные растворы поступают вслед за базальтовыми расплавами по тем же каналам — глубинным разломам через промежутки времени, в течение которых расплавы кристаллизуются, но уже образованные твердые тела долеритов сохраняют горячее состояние, в противном случае дайки не выполняли бы флюидопроводящую функцию и оставались свежими.

Образованные в дайках метасоматиты пока не получили формационного оформления. Большинство диагностированных в них минералов, кроме обыкновенной роговой обманки, биотита, отчасти магнетита, не кристаллизуется в магматических расплавах и принадлежит к совокупности эпигенетических, образованных в процессе и результате внутрирудового метасоматизма.

Биотит кристаллизуется и в расплавах на позднемагматическом этапе, но количество его в долеритах, в том числе в умеренно щелочных, не превышает 5–10 об.-% вследствие дефицита калия (Петрографический кодекс, 2008 г.). Кроме того, часть биотита образована в числе наиболее поздних метасоматических минералов.

Идиоморфные кристаллы обычновенной роговой обманки тесно ассоциируют с биотитом только в участках наиболее интенсивных изменений даек, как правило, частично подверглись замещению со стороны других новообразованных минералов (хлорита, эпидота, карбонатов) и по этим основаниям также отнесены к метасоматическим. Образование обоих высокотемпературных минералов, отсутствующих в средне-низкотемпературных окорудных березитах и пропилитах, стимулировано, вероятно, дополнительным разогреванием фильтрующихся по дайкам металлоносных растворов в тех многочисленных случаях, когда температуры даек превышают температуры растворов. Поскольку большинство минералов аподолеритовых метасоматитов участвуют в составе формации пропилитов, поскольку внутридайковые аподолеритовые метасоматиты целесообразно квалифицировать как фациальную разновидность этой формации — амфиболизированные и биотитизированные пропилиты.

Окорудные и рудовмещающие метасоматические ореолы сопряженных пропилитовой и березитовой формаций в обсуждаемых мезотермальных месторождениях золота, образованные в конце подъема металлоносных растворов, наследуют в тыловых зонах минералого-петрохимические и геохимические черты внутридайковых аподолеритовых метасоматитов, сформированных ниже, на путях подъема растворов из очагов генерации. Наследование заключается в образовании тех и других метасоматитов в условиях калиево-сернисто-углекислотного метасоматизма с фиксацией калия в биотите внутридайковых метасоматитов, но в сериците березитов, серы и углекислоты — соответственно в сульфидах и карбонатах в тех и других метасоматитах и рудах, в удалении из системы натрия и частично кремнезема. Менее контрастно изменения химических составов пород, содержаний в них золота и элементов-спутников выражены в аподайковых и окорудных пропилитах, более контрастно — в окорудных березитах (Kucherenko et al., 2011, табл., стр. 76). Относительно слабоконтрастные аномалии некоторых фемоильных элементов (P, Ti, Mg) и золота в аподолеритовых метасоматитах сменяются высококонтрастными аномалиями более полной ассоциации фемоильных элементов (P, Ti, Mg, Fe, Ca, Mn), золота, серебра, ртути и других металлов в окорудных березитах близкого обрамления (до 1,5 км) рудоконтролирующих глубинных разломов со снижающейся контрастностью и исчезновением аномалий,

уменьшением содержаний и запасов золота в рудах по мере удаления от разломов. Последнее квалифицирует рудоконтролирующие разломы и как раствороподводящие.

Присутствие в растворах фемоильных элементов, представляющих петрохимическое своеобразие основных магм, золота, серебра, ртути и других металлов в количествах, обеспечивающих образование в рудах и березитах вблизи глубинных разломов аномалий с возрастанием в них концентраций металлов до многих сотен... тысяч процентов в сочетании с поступлением растворов по горячим еще дайкам долеритов вслед за расплавами и по тем же путям есть прямое доказательство формирования металлоносности растворов в базальтовых магматических очагах. Контроль базитов и месторождений золота глубинными разломами, выполняющими и раствороподводящую функцию, обычно отвечающие мантийным меткам изотопных отношений углерода карбонатов, серы сульфидов метасоматитов и руд (Кучеренко, 2010 г.) согласуются с этим выводом.

Перечисленные факты дополняют в аспекте связей рудообразования с магматизмом систему доказательств геолого-генетической однородности месторождений золота, локализованных в несланцевом и черносланцевом субстрате (Кучеренко, 2010 г.), принадлежащих к мезотермальным (плутоногенным гидротермальным) и образования в составе антидормных гранит-диорит-долеритовых флюидомагматических комплексов (региональных формаций, формационных типов) на позднем базальтоидном этапе их становления, приобретающих статус золотоподдерживающих флюидно-рудно-магматических.

Образование биотита ранней генерации и обыкновенной роговой обманки, замещаемых хлоритом и другими минералами ассоциации пропилитов, происходило, вероятно, при сравнительно высоких температурах начинавших охлаждаться даек, сообщавших дополнительное тепло фильтрующимся по ним растворам. Образование биотита поздней генерации после основной массы минералов пропилитовой ассоциации при отсутствии условий для дополнительного разогревания даек в процессе их охлаждения, скорее всего, связано с возрастанием температуры растворов в очагах их генерации при отделении от расплавов и медленным остыванием при фильтрации в горячих дайках.

Биотитизация и амфиболизация горных пород вколо-, надинтрузив-

ном пространстве — обычные явления, требующие не только высокотемпературных щелочных режимов магматогенно-гидротермального процесса метасоматического минералообразования в рамках ранней щелочной, по Д.С. Коржинскому, стадии, но и высоких концентраций в системах порода — раствор катионов калия и щелочно-земельных металлов — магния и железа. Высокие концентрации металлов обеспечиваются химическим составом специализированных на них пород — долеритов и поступлением с растворами калия и дополнительных количеств магния и железа, обеспечивающих образование и контрастных аномалий даже в окорудных березитах после инверсии щелочного режима ранних порций растворов в кислотный.

Послерудные дайки долеритов в большинстве месторождений, как правило, немногочисленны, в некоторых месторождениях единичны или не обнаружены, пересекают все, включая поздние, рудно-минеральные комплексы с разгерметизацией вакуолей кварцев в их эндоконтактах, с зонами закалки в эндоконтактах в местах пересечения кварцевых жил, сохраняются свежими или едва гидротермально изменены. Их существование свидетельствует о завершении флюидно-рудно-магматического процесса внедрения поздних базальтовых расплавов, иногда, как например, в Берикульском месторождении со слабо выраженными признаками магматической дифференциации в направлении увеличения лейкократости долеритов.

Приведенные результаты исследования связей процесса образования гидротермальных месторождений золота с магматизмом демонстрируют справедливость цитированных выше мнений известных ученых Ф.И. Вольфсона и В.Н. Котляра о роли и значении в решении проблемы ассоциированных с массивами ранних гранитоидов даек второго этапа, очевидно, более глубоко, чем их коллеги, познавших устройство гидротермальных месторождений. Причина продолжающейся бесконечной дискуссии, таким образом, заключается в неверно расставленных приоритетах при разработке технологии научного поиска. Удивление вызывает не использование ошибочных подходов, — от ошибок никто не застрахован, а длительное, в течение многих десятилетий и до сего времени их применение после того, как ошибки стали очевидны.

Апробированную на примере гидротермальных месторождений золота и описанную здесь технологию науч-

ного исследования рекомендуется использовать в оценке (переоценке) геологических процессов, инициирующих и обеспечивающих образование гидротермальных месторождений не только золота, но и других металлов, например, олова, вольфрама, свинца, цинка, которые генетически связывают с гранитоидами, но в которых послегранитные дорудные и внутритрудные дайки базитов — свидетели и вещественное выражение функционирования очагов базальтовой магмы одновременно с образованием руд, были обнаружены и описаны еще в пятидесятых годах прошлого столетия в упомянутом выше выпуске Известий АН СССР.

Представляется, что интерпретировать приведенные факты с позиций других гипотез образования гидротермальных месторождений золота, в том числе локализованных в толщах черных сланцев, затруднительно, если не невозможно.

В комплексе прогнозно-поисковых признаков и критерии оценки территории на мезотермальное золотое оруденение изложенные материалы и сформулированные выводы, следующие из понимания сущности геологическогоrudобразующего процесса, составляют основу предлагаемых к использованию новых петрологического и петрохимического критерий. В силу объективных обстоятельств экспертиза оценки ситуаций, обоснование прогнозных заключений завершают комплекс достаточно трудоемких операций и предполагают глубокие профессиональные знания исполнителей, что естественно.

Уместно обратиться к критериям после локализации площадей в обрамлении глубинных разломов на ширину, определяемую мощностью разломных структур, образованных или активизированных в геодинамических режимах и геологических ситуациях внутриконтинентального рифтогенеза или коллизии активных континентальных окраин с участием палеоконтинента, микроконтинентов, прибрежных островных дуг. Учитывая возможную конвергенцию рудообразования, не следует упускать из вида другие геодинамические режимы и геологические ситуации, возникающие на активных континентальных окраинах.

Дальнейшие мероприятия предполагают диагностику квалифицируемых как потенциально золотопродающие антидорманных гранит-диорит-долеритовых флюидно-магматических комплексов, рудная составляющая которых, как правило, тяготеет вследствие единства путей подъема базаль-

товых расплавов и металлоносных растворов к ареалам или поясам локализации завершающих становление комплексов базитовых даек.

Поскольку базальтовые расплавы поднимаются изmantин по глубинным разломам, имеющим выход на дневную поверхность, в отличие от оперирующих глубинные разломы «слепых» рудоемещающих разломных структур, постольку проникновение расплавов в надрудное пространство и образование здесь базитовых даек вполне ожидаемо и подтверждено примерами глубоко вскрытых подземными выработками, скважинами, рельефом месторождений, скажем, на юго-востоке Восточного Саяна, — Зун-Холбинского, Барун-Холбинского и других, доступных для изучения в интервале высот более 2000 м. Это обеспечивает возможность использования критерия, ряда обусловленных им признаков для прогнозирования оруденения, не вскрытого эрозией.

В совокупности долеритовых даек всех генераций наиболее информативны, как отмечалось, внутрирудные, а среди них — преобразованные в метасоматиты с типоморфной амфиб-биотитовой ассоциацией и аномалиями или повышенными против нормативных для данного вида пород содержаниями профильных (Au, Ag) и других, в том числе фемоильных, элементов. Перечисленные признаки представляют собой следа — вещественное выражение реальной фильтрации по дайкам металлоносных, следовательно, способных к рудообразованию растворов. Все это позволяет квалифицировать петрологический критерий и обусловленные им прогнозно-поисковые признаки, подобно некоторым геофизическим и гидрохимическим критериям и признакам, как обладающие повышенной глубинностью.

Контрастные аномалии ассоциации фемоильных элементов в составе P, Ti, Mg, Fe, Ca, Mn, K в околоврудных золотоносных березитах составляют основу петрохимического критерия, пригодного для обоснования перспективности и локализации площадей для поисков. Аномалии образуются в разных по составу, происходящему породах, не специализированных на перечисленные элементы, — в кислых, средних, основных плутонических, вулканических, в метаморфических, в том числе ультратемпературных (черных) сланцах (Kucherenko et al., 2011).

Образование аномалий выражает причинно-следственные связи рудообразования с базитовым магматизмом, — только расплавы основного состава способны насыщать перечисленными фемоильными элементами отделяющиеся и устремляющиеся вверх по глубинным разломам растворы. Теряя подвижность при инверсии на уровнях рудоотложения щелочного режима растворов, в которых они наиболее растворимы, в кислотный, фемоильные элементы, в первую очередь титан и фосфор, осаждаются в твердую фазу ближнем обрамлении глубинных разломов, — по мере удаления от последних концентрации их в березитах на расстояниях порядка 1,0–1,5 км снижаются до клярковых уровней исходных пород. Этот факт, как указывающий на раствороподводящую функцию глубинных и оперирующих их разломов, целесообразно использовать для корректировки поисковых площадей с учетом того, что в ближнем обрамлении раствороподводящих разломных структур, как правило, сосредоточены наиболее крупные запасы руд с наиболее высокими содержаниями золота. *

1. Абдуллаев Х.М. Дайки и оруденение. М.: Госгеотехиздат, 1957, — 232 с.
2. Вольфсон Ф.И. Проблемы изучения гидротермальных месторождений. М.: Изд-во АН СССР, 1953, — 304 с.
3. Котляр В.Н. О магматических комплексах и оруденении // Советская геология, 1955, № 43, — с. 61–70.
4. Кучеренко И.В. Петрологические и металлогенические следствия изучения малых интрузий в мезотермальных золоторудных полях // Известия Томского политехнического университета. 2004, Т. 307, № 1, — с. 49–57.
5. Кучеренко И.В. Металлогенез золота: приложение к мезотермальным месторождениям, образованным в несланцевом и чернозанцовом субстрате горно-складчатых сооружений южной Сибири // Современные проблемы геологии и разведки полезных ископаемых: Материалы Международ. конф. г. Томск, 5–8 окт. 2010 г. — Томск: Изд-во ТПУ, 2010, — с. 241–256.
6. Кучеренко И.В. Минерало-петрологические черты ассоциации основных гипабиссальных пород Беринкульского рудного поля // Известия Томского политехнического университета. 2003, Т. 306, № 6, — с. 21–28.
7. Лаверов Н.П., Прокофьев В.Ю., Дистлер В.В. др. Новые данные об условиях рудоотложения и составе рудообразующих флюидов золото-платинового месторождения Сухой Лог // Доклады РАН, 2000, Т. 371, № 1, — с. 88–92.
8. Поступов Г.Л. Геологические предпосылки и физике рудоkontролирующих флюидопроводников // Геология геофизика, 1963, № 3, — с. 18–19.
9. Рундквист И.К., Бобров В.А., Смирнова Т.Н. и др. Этапы формирования Бодайбинского золоторудного района // Геология рудных месторождений. 1992, Т. 34, № 6, — с. 3–15.
10. Шер С.Д. Жильные изверженные породы основного состава в бассейне р. Бодайбо и их соотношения с кварцевыми жилами // Труды ЦНИГРИ, 1959, Вып. 4, — с. 104–114.
11. Kucherenko I.V., Gavrilov R.Yu. Femophilic elements in wallrock metasomatites and in ores of mesothermal gold deposits — newsletter of mantle deep // International Journal of applied and fundamental research. 2011, № 1, — p. 37–43.