

УДК 553.411.07+551.222

## ДАЙКИ И ЗОЛОТОЕ ОРУДЕНЕНИЕ: ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИЛИ ПАРАГЕНЕТИЧЕСКАЯ АССОЦИАЦИЯ?

*Н. А. Горячев*

*Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН, г. Магадан*

Рассмотрены представления о взаимоотношениях дайкового магматизма и золотого оруденения в разных регионах мира. Дается понятие дайковых месторождений золота и их классификация. Приводятся оригинальные авторские данные по Северо-Востоку России. Рассматриваются вопросы вертикальной зональности дайковых месторождений. Предлагается ликвационно-флюидная модель формирования золотоносных даек.

**Ключевые слова:** дайки и золотое оруденение, дайковый тип месторождений золота, флюидно-магматическая система, ликвационно-флюидная модель.

Мне кажется, что по разным причинам отодвинутая на задворки проблема развития дайкового магматизма заслуживает того, чтобы к ней обратиться снова.

*Н. А. Шулю*

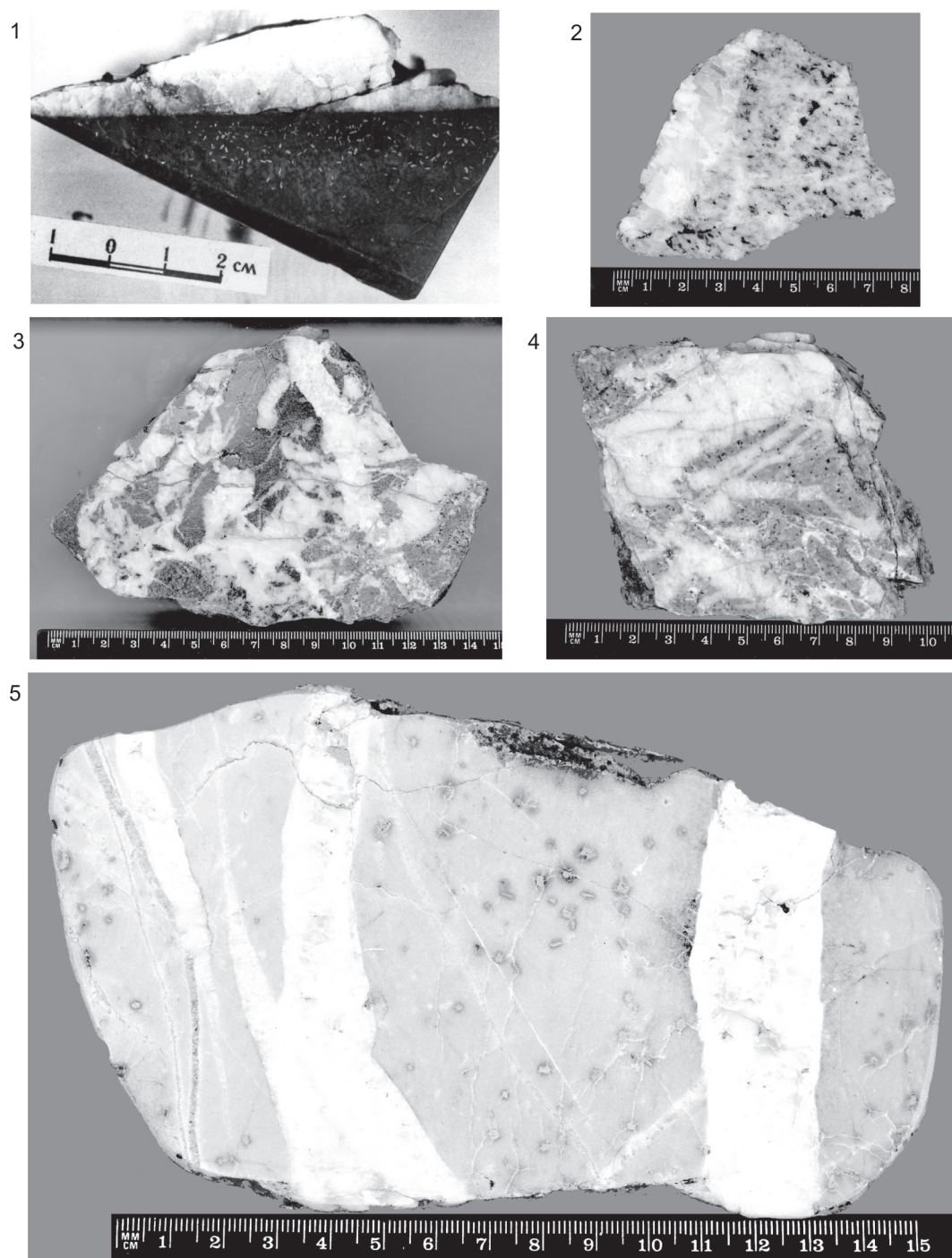
Проблема взаимоотношения даек и золоторудных жил освящена временем и нашла отражение в большинстве крупных исследований по золоторудным районам разных континентов (Dunn, 1929; Бородаевский, Бородаевская, 1947а,б; Green et al., 1982; Конычев, 1953, 1971; Фирсов, 1985; Шило, 1960, 2002; Спиридонов, 1991; и др.). При этом до сих пор открыт вопрос о генетической связи золоторудной минерализации с дайками. Что это – самостоятельная рудно-магматическая система или сонахождение продуктов двух разных эндогенных процессов? Широкое распространение золотоносных жил и прожилков в дайках Яно-Колымского золотоносного пояса привело к появлению понятия «дайковый тип» золоторудных месторождений (Конычев, 1953; Фирсов, 1985; Шило, 1960), до сих пор пользующегося популярностью среди геологов Северо-Востока России.

Что такое «дайковый тип» месторождений золота? Обзор месторождений в дайках показывает их широкую распространенность в разновозрастных золоторудных поясах: в архейских (Канада – Сигма Ламак), палеозойских (Северный Казахстан – Степняк; Юго-Восточная Австралия – Вудс Пойнт; Урал – Березовское), мезозойских (Забайкалье – Любавинское; Северо-Восток России – Утинское, Среднеканское, Штурмовское и др.; Аляска – Трэдуэлл, Демократ). Везде с дайками разного состава тесно ассоциирует золото-кварцевое оруденение, которое на них наложено, иногда с отчетливым пе-

рерывом во времени, но в большинстве случаев без значительного временного разрыва. Многие исследователи предполагали, что связь между дайками и рудами чисто структурная (см., например, Л. В. Фирсов, 1985), хотя известна и точка зрения об их генетической взаимосвязи (Коробейников, Миронов, 1992; Шило, 2002). Однако большинство геологов признают связь между ними как парагенетическую. Тем не менее если посмотреть на взаимоотношения даек и оруденения с точки зрения всей совокупности геологических и минералого-геохимических параметров как даек, так и золото-кварцевых жил, то мы будем иметь дело с тремя вариантами:

1) есть дайки и малые интрузивы, вмещающие золото-кварцевые жилы лестничного и другого секущего типа, в которых действительно во многих случаях кварцевые жилы структурно наложены на дайки, и рудными телами являются только сами жилы с ореолами метасоматитов. На Северо-Востоке России это Каральвеем, Школьное, в Забайкалье – Любавинское, в Канаде – Сигма Ламак и пр.;

2) есть дайки, полностью минерализованные со штокверко-прожилковой золото-кварцевой минерализацией с характерной текстурой брекчиевого облика (рис. 1), превращенные в метасоматиты с сульфидновкрапленной золотоносной минерализацией. На Северо-Востоке России это дайки Утинские № 5, 6, 7, 13, Штурмовская № 8, Восточная, Транспортная, Среднеканские, Разведчик, Арик, Фрунзе, Пятилетка, Новая, Трехбогатырская, Богатырь, Токай,



*Рис. 1.* Текстуры руд дайковых месторождений разных типов: 1 – месторождение Каральвеем (белое – кварцевая жила, темное – габбро-диабаз (деформированный силл), содержащий мелкую вкрапленность арсенопирита (белое) в приконтактной части золото-кварцевой жилы); 2 – месторождение Трэдуэлл, кварц-альбитовые прожилки (белое) в полностью альбитизированной дайке (серое); 3 – Среднеканское месторождение, сетчатое прожилкование кварца (белое) брекчиевого облика в интенсивно измененных порфиритах (серое, темно-серое); 4 – Утинское месторождение, дайка № 7, кварцевые прожилки (белое) в измененных порфиритах (серое) с вкрапленностью пирита и арсенопирита (черное); 5 – дайка Новая, кварц-альбитовые прожилки (белое) в измененных порфиритах (серое), содержащих вкрапленность арсенопирита (темно-серое)

*Fig. 1.* Ore textures from different dike type deposits: 1 – Karalveem Lode, the white color is a quartz vein, the black is a gabbro-diorite rock with fine arsenopyrite disseminations (white) near the selvage area of the gold-quartz vein; 2 – Treadwell Lode, quartz-albite stringers (white) occurring in an albite-altered dike (gray); 3 – Srednekan Lode, reticulate quartz (white) of a pseudobreccia habit in high-altered porphyritic rocks (gray and dark gray); 4 – Utinka Lode, dike N 7, quartz stringers (white) in altered porphyritic rocks (gray) with pyrite and arsenopyrite disseminations (black); 5 – Novaya Dike, quartz-albite stringers (white) in altered porphyritic rocks (gray) with arsenopyrite disseminations (dark gray)

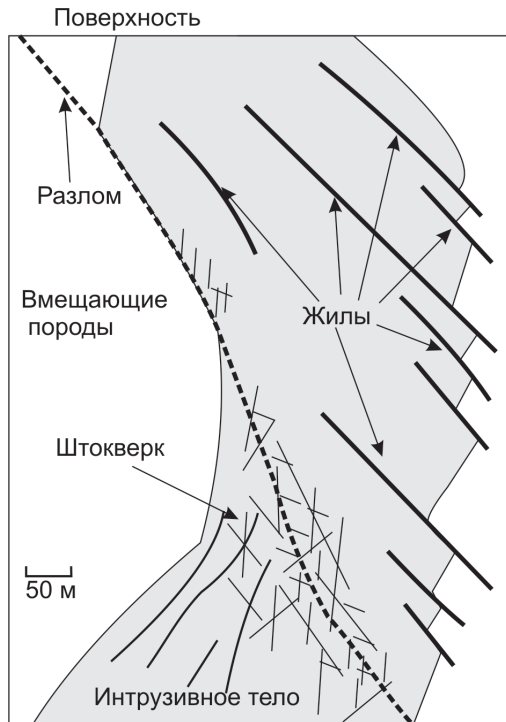


Рис. 2. Вертикальный разрез через месторождение Джеламбет (Центральный участок) (Металлогения....., 1980)

Fig. 2. Gelambet Lode, the Central area, vertical section (Металлогения...., 1980)

Ковбой, Поперечная, Тенистая, Контрандьянская, Делегеняхская, Тунгусская, Митрей-Онгохтахская и др., на Аляске – Трэдуэлл, Демократ;

3) есть промежуточный вариант – крупные протяженные жилные системы в измененных

и слабооруденелых дайках, трещинных телах и штоках, иногда переходящие с глубиной в штокверки, охватывающие значительную часть интрузивного тела (рис. 2). К их числу относятся месторождения Северного Казахстана – Степняк, Бестюбе, Джеламбет, Урала – Березовское, Быньговское, Восточной Австралии – некоторые месторождения района Вудс Пойнт, Северо-Востока России – Юглер, Имтачан, Дорожное, Хаптагай-Хая.

В первом варианте, даже при пространственно-временной ассоциации даек и золоторудных жил, промышленный интерес представляют только сами золото-кварцевые жилы и маломощный ореол оруденелых метасоматитов. Во втором и третьем вариантах золотое оруденение тесно ассоциирует с дайками, образующими протяженные пояса, имеющие самостоятельное значение, и нередко являющимися одной из главных форм проявления магматизма складчатого пояса. Для Яно-Колымского складчатого пояса такие пояса золотоносных даек характерны для центральной (Индибирской) и юго-восточной (Колымской) частей. Здесь промышленный интерес представляют именно дайки – как крупные рудные тела протяженностью до 10 км при мощности 1–5 м, реже 10–35 м (Новая, Арик, Разведчик), которые, помимо прожилков золотоносного кварца, содержат вкрапленность пирита и арсенопирита в альбитизированной и карбонатизированной основной массе. Вкрапленные сульфиды содержат десятки граммов на тонну золота, что обеспечивает невысокую, но стабильную золотоносность основной массы дайки на уровне 1–2 г/т. Из сказанного

Таблица 1. Датировки даек и золото-кварцевых руд некоторых дайковых месторождений

Table 1. Age determinations for dikes and gold-quartz ore at some dike deposits

Месторождение (район)	Возраст даек, млн лет	Возраст руд	Источник
Трэдуэлл (Юго-Восток Аляски)	85–90*/**	55–56* 52,8–55,1* (мусковит поздний с большими потерями аргона) Между 90 и 60–69**	Newberry et al., 1995; Miller et al., 1994 Light et al., 1990
Демократ (Восток Центр. Аляски)	89,1*	89,4–86,9*/**	Bundtzen, Reger, 1977; Newberry et al., 1995; McCoy et al., 1997
Вудс Пойнт (Вост. Австралия)	376–378*	374 – среднее из интервала 370–383*	Bierlein et al., 1999
Степняк и др. (Сев. Казахстан)	446–460**	440–456**	Спиридонов, 1991
Березовское (Урал)	309 ± 6** (биотиты гранитов Ш арташского массива и даек гранит-порфиров)	301 ± 10** (серицит березитов)	Овчинников и др., 1976
Яно-Колымский пояс	152–140*/**	149–136**	Загрузина, 1977; Альшевский, Люскин, 1990; Горячев, 1998; Ньюберри и др., 2000

\*Ar-Ar метод, \*\*K-Ar метод

следует, что **собственно дайковый тип золотого оруденения – это месторождения, в которых дайки являются рудными телами.** Таким образом, рассматривая взаимоотношения золоторудной минерализации и даек, в первую очередь следует проанализировать их для таких дайковых месторождений. Насколько дайки и руды одновременны, насколько они специфичны и насколько генетически едины?

1. Насколько одновременны дайки и руды? По имеющимся материалам, датировки оруденения в колымских дайках близки датировкам самих даек и сходных с ними небольших плутонов диорит-гранодиоритовой ассоциации (149–136 и 152–140 млн лет). Так же и на Аляске, и в ряде других районов мира, где разница в возрасте руд и даек составила не более 3–8 млн лет (табл. 1).

Учитывая точность методов, можно полагать, что дайки и руды практически синхронные. А в ситуации месторождений первого типа разница в возрасте иногда составляет сотни миллионов лет, как, например, для месторождения Каральвеем, руды которого датированы ранним мелом, а тела габбро-диабазов имеют триасовый возраст (Давиденко, 1975; Горячев, 1998).

2. Насколько дайковый магматизм специфичен? Эта проблема широко известна. Что же все-таки есть дайки – самостоятельные пояса малых интрузий, возникающие в определенные этапы развития складчатых поясов (Билибин, 1955), или фациальная разновидность (апофизы) не вскрытых эрозией глубинных плутонов пестрого состава или очагов, продуцировавших впоследствии батолитовый магматизм (Индолев, 1979; Ефремова, 1983). С одной стороны, в пользу последнего свидетельствуют известные в Яно-Колымском поясе переходы трещинных плуто-

нов в «хвосты» из даек (Лазовский массив, свита даек руч. Зимний – массив Красивый, Салгынтарский) (Горячев, 1998). А с другой, например в Северном Казахстане, выделены особые тела золотоносных малых интрузий пестрого состава (от габбро до гранит-порфиров), такситовые породы которых получили особое название – степнякиты (Спиридонов, 1991).

Практически во всех районах распространения золотоносных даек их свиты отличаются весьма пестрым составом (табл. 2) и при этом петрологически и геохимически схожи с более крупными плутонами в тех же районах. Это позволяет признать, что дайковые свиты и такие плутоны имеют общие магматические очаги (Ефремова, 1983) и, с этой точки зрения, рассматривать их в составе единых магматических ассоциаций (габбро-перидотитовой, диорит-гранодиоритовой и гранодиорит-гранитовой – в Яно-Колымском поясе), характерных для орогенного магматизма складчатых поясов (Горячев, 1998). В составе таких дайковых поясов иногда встречаются сложные дайки габбро-диабазов и гранодиорит-порфиров (Имтачан), диорит-порфиритов и гранит-порфиров (Митрей-Онгохта), что указывает на возможность сосуществования дайковых расплавов разного состава и происхождения и не снимает вопроса о самостоятельности дайковых форм проявления магматизма.

Важной спецификой золотоносных даек является их глубокое автометаморфическое преобразование (Апельцин, 1957; Индолев, 1979; Колесниченко, Горячев, 1992; Гамянин и др., 2003) и обогащенность углекислотой и золотом (табл. 3) при значительно меньшем уровне содержания  $\text{CO}_2$  во вмещающих породах и рудных жилах. В этом отношении наши данные подтверждают результаты анализа даек, приведенные в

Таблица 2. Состав магматических пород некоторых дайковых месторождений

Table 2. Magmatic rocks composition at some dike deposits

Месторождение	Состав магматических пород	Источник
Вудс Пойнт	Роговообманковые перидотиты, горнблендиты, габбро-порфириты, диорит-порфириты, кварц полевошпатовые порфиры, аплиты, лампрофиры	Green et al., 1982
Степняк	Степнякиты – кварцевые габбро-кварцевые анортозиты. Кварцевые диориты, диорит-порфириты, тоналиты, гранодиориты, гранодиорит-порфиры, плагиограниты, спессартиты	Спиридонов, 1991
Березовское	Диориты, диорит-порфириты, плагиосиениты, гранит-порфиры, плагиогранит-порфиры, лампрофиры	Бородаевский, Бородаевская, 1947а,б; Кутюхин, 1948
Трэдуэлл	Кварцевые диориты, тоналиты, диорит-порфириты, гранодиориты, кварцевые монзониты, альбитовые диориты	Newberry et al., 1995; Miller et al., 1994; Light et al., 1990; Drinkwater et al., 1990; наши данные
Ш турмовское	Габбродиорит-порфириты, диорит-порфириты	Апельцин, 1957; Ворошин и др., 2003; наши данные
Утинское	Габбродиорит-порфириты, диорит-порфириты, гранит-порфиры	Апельцин, 1957; Шило и др., 1988; Гамянин и др., 2003



Таблица 3. Содержание золота, углекислоты и воды в золотоносных дайковых породах Яно-Колымского пояса

Table 3. Gold, CO<sub>2</sub> and water contents of gold-bearing dike rocks from the Yana-Kolyma Belt

Свита даек	Порода	Au, мг/т	CO <sub>2</sub> , %	H <sub>2</sub> O, %
Имтачанская	Габбродиабаз	16,3 (31)*	4,37 (9)	4,23 (9)
	Гранодиорит-порфир	18,5 (13)*	3,44 (4)	2,20 (4)
Ненгчанская	Диорит-порфирит	3,7 (6)*	Нет данных	Нет данных
	Гранит-порфир	7,2 (5)*		
Делегенняхская	Диорит-порфирит	5,2 (4)*	Нет данных	Нет данных
	Гранит-порфир	20 (2)*		
	Измененный диорит-порфирит	13,8 (11)*		
Берелехская	Диорит-порфирит	2,0/3,5 (28)**	Менее 0,05 (2)	2,75 (2)
	Гранодиорит-порфир	2,9/2,1 (11)**	1,62 (1)	2,01 (1)
	Гранит-порфир I	6,7/3,0 (14)**	Менее 0,05 (2)	0,84 (2)
	Гранит-порфир II	10/2,6 (12)**	0,27 (3)	1,18 (3)
	Измененный диорит-порфирит	25/8,5 (13)**	3,16 (2)	4,05 (2)
Утинская	Диорит-порфирит	6,8/3,9 (15)**	0,72 (8)	2,47 (8)
	Гранит-порфир	5,5 (3)**	0,44 (6)	2,14 (6)

Примечание. Au – спектрохимический\* и атомно-абсорбционный\*\* анализы (ИГАБМ СО РАН, Н. Н. Олейникова; СВКНИИ ДВО РАН, Л. П. Печникова); углекислота и вода – химический анализ (ИГАБМ СО РАН, Г. Н. Охлопкова). Числитель – среднее геометрическое, знаменатель – стандартный множитель; в скобках – количество проб.

работам Ф. Р. Апельцина (1957) и Л. Н. Индолева (1979), относительно высокого содержания в их составе углекислоты и воды, что позволяет говорить о чрезвычайно высокой обогащенности дайковых расплавов флюидной фазой. При этом габброидные дайки наиболее глубинного происхождения максимально обогащены углекислотой и наиболее золотоносны (см. табл. 3). Вероятно, высокая насыщенность флюидной фазой расплава способствует возникновению в дайках диорит-порфиритов так называемых глазков серого кварца (рис. 3), которые можно трактовать как пример своеобразных ликвационных «пузырей».

3. Насколько специфично оруденение в дайках? Этот вопрос обычно решается в пользу его однотипности оруденения и принадлежности его к золото-кварцевой формации (см., например, Фирсов, 1985; Шило и др., 1988; Горячев, 1998). Но тем не менее для золото-кварцевых руд «дайкового типа» характерны определенные особенности: высокая мышьяковистость, повышенный уровень содержания висмута, вплоть до образования висмутовых сульфосолей, повышенной частоты встречаемости примеси висмута в самородном золоте, высокая натровость жильной и метасоматической минерализации – много альбита, постоянное присутствие парагонита, наряду с серицитом (Шило и др., 1988; Гамянин, 2001; Горячев, 1998, 2003). Все это не противоречит общности происхождения «дайковых» и жильных золото-кварцевых месторождений (Горячев, 2003), но может быть свидетельством и существования самостоятельных дайковых флюидно-магматических систем (Коробейников, Миронов, 1992). Вероятно, более определенное

звучание этот аспект проблемы получит после массового применения данных по радиогенным (Sr, Pb) и стабильным (C, O, S, H) изотопам, что является настоящей задачей будущих исследований.

4. Генезис – структурный фактор локализации или генетическая связь? Приведенный обзор со всей очевидностью показывает, что имеет место и структурный фактор сонахождения даек и золотых руд, и их генетическая взаимосвязь! Структурный фактор очевиден и нами рассматриваться не будет, а вот на проблемном – генетическом – факторе следует остановиться особо. Прежде всего несколько слов о самостоятельности даек. Накопившиеся в настоящее время данные по петрологии, геохимии, геохронологии дайкового магматизма главных золотоносных регионов позволяют относить все его проявления исключительно к особой структурно-морфологической форме глубинных интрузивных ассоциаций пестрого состава (диорит-гранодиоритовой прежде всего), которые комагматичны небольшим штокам и трещинным интрузивам, занимающим закономерное место в истории формирования складчатых поясов коллизионного и аккреционного типов (Горячев, 1998, 2003), или батолитовому магматизму (Индолев, 1979). В вопросе о генетической связи между дайками и золото-кварцевыми рудами есть три точки зрения: (1) дайковые расплавы были источником флюидов на ранних стадиях формирования рудно-магматических систем с последующим вовлечением метеорных и метаморфических вод в процесс рудоотложения (Green et al., 1982); (2) специфические дайковые расплавы формировали флюидно-магматические

системы, и все источники флюидов и металлов связаны с этими расплавами (Коробейников, Миронов, 1992; Шило, 2002) – дериватами глубинных очагов гранитоидных магм, образующими вертикальные апофизы батолитовых интрузивов; (3) дайки в составе гранитоидных ассоциаций и золотоносные флюиды являются продуктами единых региональных плуто-метаморфических систем коллизионных зон (Горячев, 2003). Последнее – это попытка рассмотреть роль всей совокупности эндогенных процессов в формировании золотого оруденения складчатых зон, не затрагивающая деталей существования дайковых флюидно-магматических систем, которые являются составной частью такой более сложной региональной системы.

Изложенные материалы показывают, что основная масса дайковых месторождений связана с порфировыми породами среднего и кислого состава, которые, как свидетельствуют находки сложных даек, возникали в результате взаимодействия основных и кислых расплавов и которые были заметно обогащены углекислотой и водой. Причем в габброидах наиболее глубинного происхождения, которые содержат наибольшие содержания золота и в которых количество летучих максимально и весьма заметна роль углекислоты по отношению к воде в их составе (см. табл. 3). В дайках наиболее крупных месторождений их содержание заметно меньше при существенном преобладании воды. Переходы по восстанию штокверкового структурно-морфологического типа в жильно-прожилковый и чисто жильный, установленные на ряде месторождений Северного Казахстана (см. рис. 3), а также сосуществование в дайковых свитах и полях месторождений штокверкового (сетчатого), прожилкового (лестничного и линейного) и гнездового типов (Коньчев, 1953, 1971) – все это позволяет предполагать наличие вертикальной морфологической зональности оруденения, отвечающей эволюции единой флюидной системы. По всей видимости, жильно-штокверковый тип – это низы флюидной колонны, приближенные максимально к зоне разделения магмы (дайки) и флюида (жилы), а жильный околодайковый – верхи колонны, максимально удаленные от зоны такого разделения. Лестничные системы жил занимают промежуточное положение, исключая, конечно, те случаи, когда они значительно оторваны во времени от внедрения даек или силлов, как, например, на месторождении Каральвеем (Давиденко, 1975). Когда возраст даек и оруденения практически одинаков (см. табл. 1), возникали сетчатые или штокверковые дайковые месторождения колымского типа, характеризующие нижние горизонты флюидно-дайковых колонн.

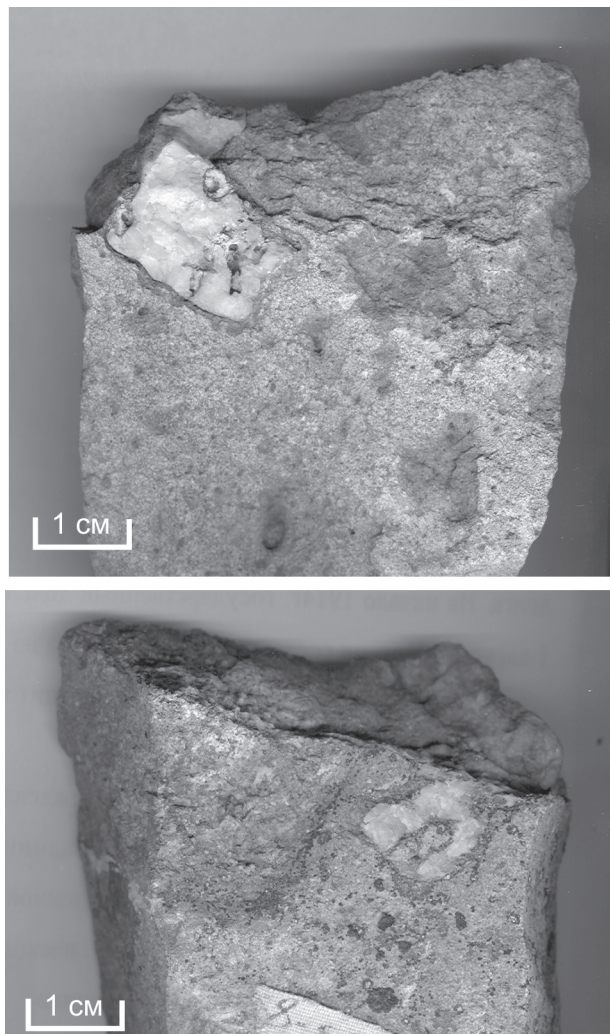


Рис. 3. Обособления кварца в диорит-порфиритах дайки руч. Длинный (Басугуньинский рудно-магматический узел, басс. р. Колыма)

Fig. 3. Individual quartz occurrences in diorite-porphyrus rocks of the Dlinnyy Creek Dike (Basugunyin mineral-magmatic area, the Kolyma River area)

Для таких суждений есть целый ряд оснований, рассмотренных в работах А. Ф. Коробейникова и А. Г. Миронова (1992) и Н. А. Шило (2002). Они заключаются в пестроте состава дайковых расплавов, их гибридности и «неэвтектичности», их высокой флюидонасыщенности и подвижности, присутствии лампрофиров, в полихронности плутогенных гранитоидных поясов, в связи петрохимического состава с глубиной развития трещинных структур. Механизмом десилификации магмы вследствие полимеризации кремнекислородных каркасов и бифуркации флюидно-магматической системы объясняется возникновение дайковых месторождений Н. А. Шило (2002), полагая в этом тесную связь золотого оруденения с дайками лампрофирового ряда. В поддержку именно такой точки зрения свидетельствуют, в частности, находки «глазков» кварца в дайках среднего состава, лампро-

фирах. В отличие от Н. А. Шило, А. Ф. Коробейников и А. Г. Миронов (1992) считают, что рудоносные флюиды отделялись либо из недифференцированных или слабодифференцированных водонасыщенных очагов гранитоидной магмы повышенной основности путем ее неравновесного вскипания, либо в процессе глубокой дифференциации магмы с обогащением летучими ее крайних дифференциатов. Они полагают, что дайковое оруденение формируется из расплавно-флюидной системы (богатого летучими легкоподвижного силикатного расплава), чаще всего смешанного или кислого состава.

Рассматривая указанные представления с учетом изложенных данных, а также опираясь на примеры расслоения силикатных расплавов в природных и искусственных системах (Philpotts, 1982; Маракушев, 1988) и на находки в отдельных плутонах среднего и кислого состава своеобразных реликтов флюидных пузырей, обогащенных золотом (Crowe et al., 1991), можно предложить ликвационно-флюидную модель формирования дайковых месторождений золота, представляющую собой сочетание ликвационно-полимерной (Шило, 2002) и флюидно-магматической (Коробейников, Миронов, 1992) моделей. Немаловажную роль в данной модели должна играть углекислота, источником которой является гранулитовый слой нижней коры (Harris, 1989; Peterson, Newton, 1989). В условиях высоких температур и давлений углекислота растворяется в расплавах как основного, так и кислого состава, хотя и заметно меньше, чем вода, но все же в достаточных количествах (Boettcher, 1984; Behrens et al., 2004), чтобы затем при температуре менее 1200°C совместно с водой выделить во флюидную фазу, способную экстрагировать металлы и кремнезем из расплава.

Итак, несмотря на долгие годы изучения месторождений золота дайкового типа, их природа однозначного объяснения не получила. Однако можно предположить существование особых флюидно-магматических систем дайкового типа, продуцировавших золотое оруденение. Они возникали в нижних горизонтах земной коры и эволюционировали, вероятнее всего, по комбинированной ликвационно-флюидной модели, которая нуждается в дальнейшей разработке с применением детальных изотопно-геохимических исследований.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Альшевский А. В., Люскин А. Д. Позиция малосульфидного плутоногенного оруденения Яно-Колымского пояса в свете геохронологических данных // Изотопное датирование рудных формаций : тез. докл. – Киев, 1990. – С. 171–174.
- Апельцин Ф. Р. Отличительные черты петрографии и петрохимии разновозрастных формаций малых интрузий Главного золотоносного пояса Северо-Востока СССР // Тр. ВНИИ-1. – 1957. – Вып. 32. – 116 с.
- Билибин Ю. А. Металлогенические провинции и металлогенические эпохи. – М. : Госгеолтехиздат, 1955. – 88 с.
- Бородаевский Н. И., Бородаевская М. Б. Березовское рудное поле (геологическое строение). – М. : Металлургиздат, 1947а. – 264 с.
- Бородаевский Н. И., Бородаевская М. Б. О происхождении лестничных прожилков в золоторудных месторождениях Урала. – М. : Metallurgizdat, 1947б. – С. 93–107. – (Тр. НИГРИЗолото; вып. 16).
- Ворошин С. В., Тюкова Е. Э., Шахтыров В. Г. и др. Геология и оруденение Ат-Юрях-Штурмовского золоторудного узла (Магаданская область). – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 2003. – 116 с.
- Гамянин Г. Н. Минералого-генетические аспекты золотого оруденения Верхояно-Колымских мезозоид. – М. : Геос, 2001. – 222 с.
- Гамянин Г. Н., Горячев Н. А., Бахарев А. Г. и др. Условия зарождения и эволюции гранитоидных золоторудно-магматических систем в мезозоидах Северо-Востока Азии. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 2003. – 196 с.
- Горячев Н. А. Геология мезозойских золото-кварцевых жильных поясов Северо-Востока Азии. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 1998. – 210 с.
- Горячев Н. А. Происхождение золото-кварцевых жильных поясов Северной Пацифики. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 2003. – 143 с.
- Давиденко Н. М. Минеральные ассоциации и условия формирования золотоносных кварцевых жил Мало-Ануйского района Западной Чукотки. – Новосибирск : Наука, 1975. – 134 с.
- Ефремова С. В. Дайки и эндогенное оруденение. – М. : Недра, 1983. – 224 с.
- Загрузина И. А. Геохронология мезозойских гранитоидов Северо-Востока СССР. – М. : Наука, 1977. – 279 с.
- Индолев Л. Н. Дайки рудных районов Восточной Якутии. – Новосибирск : Наука, 1979. – 195 с.
- Колесниченко П. П., Горячев Н. А. К геохимии малых интрузий Нижнеберелехского поля // Минералогия и геохимия рудных полей Северо-Востока России. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 1992. – С. 107–118.
- Коньчев М. И. Геологические особенности колымских золоторудных месторождений дайковой формации // Сб. материалов по геологии золота и платины. – М., 1953. – Вып. 7(17). – С. 3–70.
- Коньчев М. И. Отличительные черты геологии золоторудных месторождений Колымского региона, связанных с дайками интрузивных пород // Изв. АН СССР. Сер. Геол. – 1971. – № 7. – С. 57–67.
- Коробейников А. Ф., Миронов А. Г. Геохимия золота в эндогенных процессах и условия формирования золоторудных месторождений. – Новосибирск : Наука, 1992. – 217 с.
- Кутюхин П. И. Условия локализации оруденения в жилах Березовского месторождения // 200 лет золотой промышленности Урала. – Свердловск : Изд-во УФ АН СССР, 1948. – С. 249–275.
- Маракушев А. А. Петрогенезис. – М. : Недра, 1988. – 293 с.
- Металлогения Казахстана. Рудные формации и месторождения золота. – Алма-Ата : Наука, 1980. – 223 с.
- Ньюберри Р. Дж., Лейер П. У., Ганс П. Б. и др. Предварительный анализ хронологии мезозойского маг-



матизма, тектоники и оруденения на Северо-Востоке России с учетом датировок  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  и данных по рассеянным элементам изверженных и оруденелых пород // Золотое оруденение и гранитоидный магматизм Северной Пацифики. Т. 1. Геология, геохронология, геохимия. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 2000. – С. 181–205.

Овчинников Л. Н., Вороновский С. Н., Малярова Г. В. и др. Новые данные об абсолютном возрасте рудных месторождений фанерозоя // Определение абсолютного возраста рудных месторождений. – М. : Наука, 1976. – С. 48–58.

Спиридонов Э. М. Закономерности формирования и размещения плутоногенных месторождений золота в Северной части Центрального Казахстана : дис. докт. геол.-минер. наук в форме науч. докл. – М., 1991. – 79 с.

Фирсов Л. В. Золото-кварцевая формация Яно-Колымского пояса. – Новосибирск : Наука, 1985. – 217 с.

Шило Н. А. Геологическое строение и коренные источники Яно-Колымского пояса россыпной золотоносности. – Магадан : ВНИИ-1, 1960. – 108 с.

Шило Н. А. Учение о россыпях. – 2-е изд. – Владивосток : Дальнаука, 2002. – 576 с.

Шило Н. А., Гончаров В. И., Ворцenneв В. В., Альшевский А. В. Условия формирования золотого оруденения в структурах Северо-Востока СССР. – М. : Наука, 1988. – 180 с.

Behrens H., Ohlhorst S., Holtz F., Champenois M.  $\text{CO}_2$  solubility in dacitic melts equilibrated with  $\text{H}_2\text{O} - \text{CO}_2$  fluids: implications for modeling the solubility of  $\text{CO}_2$  in silicic melts // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. – 2004. – Vol. 68, No 22. – P. 4687–4703.

Bierlein F. R., Foster D. A., Keay S., McNaughton N. J. A dynamic model for gold mineralization in the Western Lachlan Orogen, Victoria, Australia: Implications for the formation of slate-belt gold veins // *Mineral Deposits: Processes to Processing* / eds. Stanley et al. – Balkema, Rotterdam, 1999. – P. 1251–1254.

Boettcher A. L. The system  $\text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O} - \text{CO}_2$ : melting, solubility mechanisms of carbon, and liquid structure to high pressures // *Am. Mineralogist*. – 1984. – Vol. 69. – P. 823–833.

Поступила в редакцию 13.04.2005 г.

Bundtzen T. K., Reger R. D. The Richardson lineament – a structural control for gold deposits in the Richardson mining district, Interior Alaska // *Short notes on Alaskan geology. Geologic report 55*. – 1977. – P. 29–36.

Crowe D. E., Millholland M. A., Brown P. E. Precious and base metal mineralization associated with high-salinity fluids in the Mount Estelle pluton, South-Central Alaska // *Economic Geology*. – 1991. – Vol. 86. – P. 1103–1109.

Drinkwater J. L., Brew D. A., Ford A. B. Petrographic and Chemical Data for the Large Mesozoic and Cenozoic Plutonic Sills East of Juneau, Southeastern Alaska // *U. S. Geological Survey Bull.* – 1990. – Vol. 1918. – 47 p.

Dunn E. J. *Geology of Gold (South Africa, Australia, New Zealand)*. – L. : Charles Griffin & Company Limited, 1929. – 303 p.

Green A. H., Donnelly T. H., Jahnke F. M., Keays R. R. Evolution of Gold-Bearing Veins in Dykes of the Woods Point Dyke Swarm, Victoria // *Mineralium Deposita*. – 1982. – Vol. 17. – P. 175–192.

Harris N. Carbon dioxide in the deep crust // *Nature*. – 1989. – Vol. 340. – P. 347–348.

Light T. D., Brew D. A., Ashley R. P. The Alaska-Juneau and Treadwell Lode Gold Systems, Southeastern Alaska // *Gold Deposits in Metamorphic Rocks*. – 1990. – Part 1. – D27 – D36.

McCoy D. T., Newberry R. J., Layer P. W. et al. Plutonic-Related Gold Deposits of Interior Alaska // *Economic Geology Monograph 9*. – 1997. – P. 191–204.

Miller L. D., Goldfarb R. J., Gehrels G. E., Snee L. W. Genetic links among fluid cycling, vein formation, regional deformation, and plutonism in the Juneau gold belt, southeastern Alaska // *Geology*. – 1994. – Vol. 22. – P. 203–206.

Newberry R. J., McCoy D. T., Brew D. A. Plutonic-Hosted Gold Ores in Alaska: Igneous vs. Metamorphic Origins // *Resource Geology Special Issue*. – 1995. – No 18. – P. 57–100.

Peterson J. W., Newton R. C.  $\text{CO}_2$ -enhanced melting of biotite-bearing rocks at deep-crustal pressure-temperature conditions // *Nature*. – 1989. – Vol. 340. – P. 378–380.

Philpotts A. R. Compositions of Immiscible Liquids in Volcanic Rocks // *Contributions to Mineralogy and Petrology*. – 1982. – Vol. 80. – P. 201–218.

## DIKES VERSUS GOLD LODES: ARE THESE IN A GENETIC OR PARAGENETIC ASSOCIATION?

N. A. Goryachev

This is a review of different ideas about relationships between dike magmatism and gold mineralization throughout the world. The notion of dike-related gold lodes is formulated and their classification is proposed in this paper. It presents the original data obtained by the author for the areas throughout northeastern Russia. The problem of a vertical zoning of dike lodes is examined. A liquation-fluid model is proposed for forming gold-bearing dikes.

**Key words:** dikes and gold mineralization, dike-related gold lodes, fluid-magmatic system, liquation-fluid model.