

ПОСЛЕМАГМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОРОД ДАЙКОВОГО КОМПЛЕКСА КОММУНАРОВСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО ПОЛЯ (ХАКАСИЯ)

А. Ф. КОРОБЕЙНИКОВ

(Представлена профессором А. М. Кузьминым)

Коммунаровское рудное поле, расположенное на восточном склоне хребта Кузнецкого Алатау вблизи его осевой линии, складывается породами диабазово-порфиритовой и осадочно-вулканогенной толщ предположительно среднекембрийского [15] или даже докембрийского [8, 12] возраста. Породы обеих толщ собраны в крупную антиклинальную складку с осью, постепенно погружающейся на северо-северо-восток, и прорваны небольшими субпослойными телами амфиболизированных габбро-диоритов и диоритов наиболее древнего буюского габбро-диабазового интрузивного комплекса [7], крупным Солгонским гранодиоритовым массивом (интрузия кварцевых монзонитов по А. Я. Булыгникову [3]) и мелкими штоко- и дайкообразными телами оливиновых габбро и габбро-порфиритов, генетически связанных, вероятнее всего, с девонской габбро-сиенитовой интрузией [9].

Складчатая структура района осложнена многочисленными крупными крутопадающими разрывами субмеридионального и субширотного направлений, создающих глыбовую тектоническую структуру. Большинство из дизъюнктивов дорудного и даже додайкового заложения, причем наиболее крупные из них контролировали размещение даек и золотого оруденения.

В приконтактовом ореоле Солгонского интрузива развиты обильные контактово-метасоматические и кварцево-золоторудные образования, генетически связанные с гранодиоритовой интрузией.

Породы обеих толщ, габбро-диориты и гранодиориты рассеяны многочисленными дайками кислого, среднего, субщелочного и основного состава. Они располагаются преимущественно в пределах экзоконтактового широкого ореола Солгонского гранодиоритового массива, образуя в южной части рудного поля субширотный дайковый пояс. Петрографический состав, петрохимические и геохимические особенности дайковых пород рассмотрены нами в отдельном сообщении. Здесь следует лишь подчеркнуть, что по петрографическому составу, петрохимическим и геохимическим особенностям дайковые образования, кроме оливиновых габбро-порфиритов и тешенитов, генетически связаны с гранодиоритовой интрузией. На основании взаимопересечений дайковых тел нами выделены три крупные возрастные группы¹⁾:

¹⁾ В настоящем сообщении нами не рассматриваются дайкообразные тела диоритоидов буюского интрузивного комплекса, поскольку они входят в состав самостоятельной группы малых интрузий района [4].

1. **Первая группа** — дайки среднего состава (диоритовые порфириды, мелкозернистые диориты), рвущиеся диоритами и гранодиоритами Солгонской интрузии. В этом случае они интенсивно ороговикованы. Становление этих даек, по-видимому, связано с авгитовыми диоритами первой фазы внедрения Солгонского гранодиоритового интрузива²⁾ (рис. 1, а). В пределах рудного поля дайки первой группы единичны.

2. **Вторая группа** — дайки от кислого до основного состава, включающие основное количество всех дайковых образований рудного поля, и, очевидно, связаны со становлением второй, наиболее широко проявившейся фазой внедрения гранодиоритовой интрузии. На основании взаимных пересечений (рис. 1, б, в, г, з) они сгруппированы в две возрастные подгруппы (в порядке их внедрения): а) диоритовые и лабрадоритовые порфириды, монцониты, мелкозернистые диориты и микродиориты, вогезиты, керсантиты, спессартиты, сиениты, сиенит-порфиры, кварцевые порфиры; б) пегматиты и аплиты. Жилы гранитаплита и роговообманкового диоритового порфирита нередко содержат ксенолиты гранодиоритового и диоритового (тоналитового) состава.

Дайки первой и второй возрастной групп являются дорудными.

3. **Третья группа** — дайки оливиновых габбро-порфиритов, субщелочных диабазовых порфиритов (тешенитов) являются мало распространенными и послерудными. Они лишены кварцеворудной минерализации, имеют относительно свежий облик и не затронуты околорудными изменениями, хотя некоторые из них размещены в зонах интенсивного гидротермального метаморфизма и золотого оруденения, а дайки тешенитов иногда рассекают кварцево-золоторудную минерализацию.

Интересным является то обстоятельство, что дайки пегматитов и аплитов малочисленны и располагаются в основном среди пород Солгонского плутона, в то время как остальные дайки приурочены к породам континента и реже размещаются в зоне эндоконтакта гранодиоритового массива. Что касается ориентировки и характера залегания жильных образований, то они среди гранодиоритового массива тяготеют к крутопадающим системам трещин субмеридионального и северо-восточного простирания и пологопадающим (пластовым) прототектоническим трещинам. В породах континента крутопадающие дайки субширотного направления приурочены к господствующим здесь системам тектонических трещин.

В целом устанавливается приуроченность дайковых и гидротермальных образований к одним и тем же системам тектонических трещин (рис. 2, а, б), что вероятно указывает на общность структурного плана деформаций в период дайкообразования и последующего золотокварцевого оруденения.

Следует заметить, что достаточно полных исследований дайковых образований рудного поля до сих пор не проводилось, несмотря на то, что отмечалась пространственная приуроченность некоторых золоторудных проявлений к узлам сопряжения крупных субмеридиональных

²⁾ В пределах Коммунарковского золотоносного района Солгонский гранодиоритовый массив сложен породами трех интрузивных фаз: ранней — диоритовые порфириды, авгитовые диориты, мелодиориты и гибридные габбро-диориты, тоналиты; средней — гранодиориты, лейкодиориты, монцониты и поздней — сиениты и мелкозернистые граниты. По минералого-петрографическому составу и петрохимическим признакам интрузивные образования Солгонского плутона хорошо сопоставляются с ранней фазой внедрения улень-туимского (тыгертшского) гранитоидного комплекса верхнекембрийского-нижнеордовикского возраста [6, 7] и с образованиями мартайгинского интрузивного комплекса [5] и относятся к среднеглубинной группе фаций по классификации Ю. А. Кузнецова [11]. Возраст пироксен-биотитовых кварцевых диоритов Солгонского интрузива, определенный калий-аргоновым методом по биотиту в лаборатории ЗСГУ, составляет 476 млн. лет.

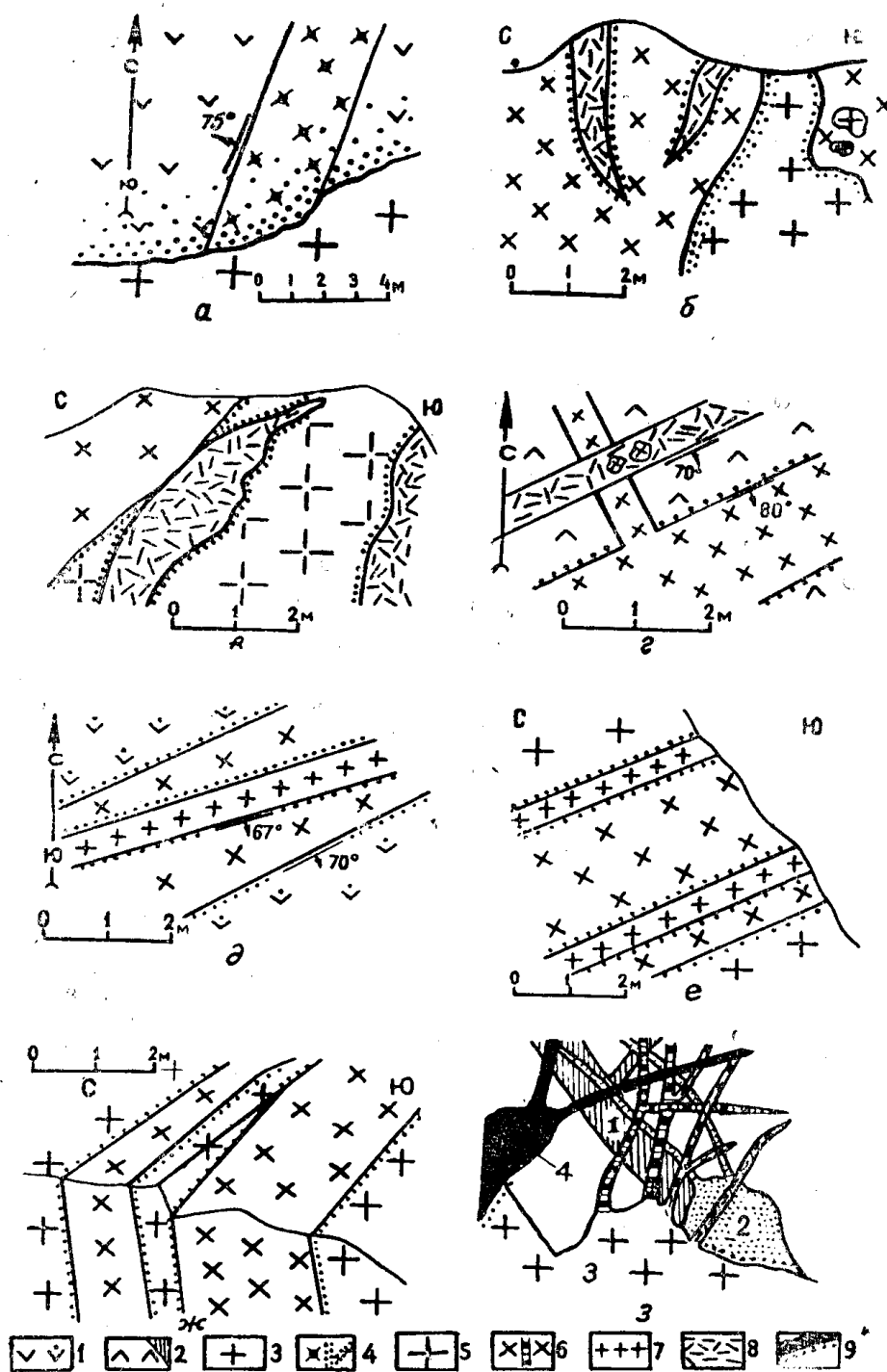


Рис. 1. Зарисовки взаимоотношений даек различного состава и возраста в пределах рудного поля Коммунара: 1 — эффузивы основного состава и их туфы; 2 — субслоистые и дайкообразные тела уралитизированных габбро-диоритов и диоритов буюского интрузивного комплекса; 3 — гранодиориты и диориты Солгонской интрузии; 4 — дайки диоритовых порфиритов и мелкозернистых диоритов 1 группы; 5 — пегматиты и пегматоиды; 6 — диоритовые порфириты, лампрофиты; 7 — мелкозернистые диориты и микродиориты; 8 — диабазовые порфириты; 9 — оливиновые габбро-порфириты и габбро и зоны энзоконтактового воздействия дайковых тел; з — сводная схема взаимоотношений интрузивных тел и их жильных серий различного возраста; 1 — уралитизированные диориты и габбро-диориты рассекаются породами первой (2) и второй (3) фаз внедрения Солгонской гранодиоритовой интрузии; оливиновые габбро и габбро-порфириты (4) рвут все интрузивные образования района.

разрывов с дайками (Д. И. Каллиников, Н. А. Фогельман). Поэтому в настоящем сообщении сделана первая попытка рассмотреть некоторые вопросы взаимоотношений дайкового комплекса с контактово-метасоматическими и золоторудными образованиями района и особенно околоскарновых и околорудных изменений в дайковых породах. Решение этих вопросов позволит уточнить некоторые стороны генетической связи золотого оруденения с интрузиями района.

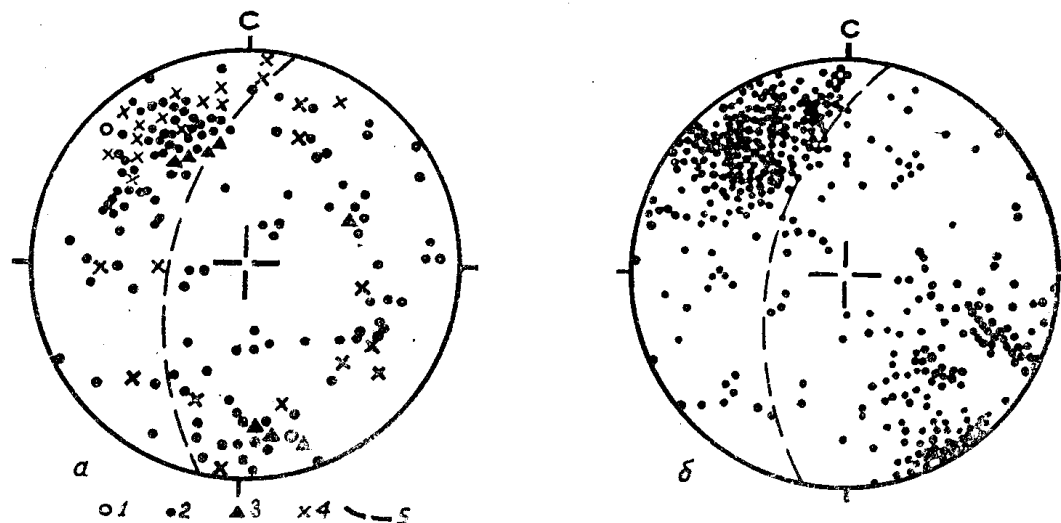


Рис. 2, а — точечная диаграмма ориентировки даек Коммунарского рудного поля (нанесены перпендикуляры к плоскостям даек); 1 — дайки первой возрастной группы (диоритовые порфириды и мелкозернистые диориты); 2 — дайки второй группы (пегматоиды, аплиты, диоритовые порфириды, мелкозернистые диориты, кварцевые порфиры, лампрофиры и лабрадовые порфириды); 3 — сиениты и сиенит-порфиры; 4 — диабазовые порфириды и оливковые габбро-порфириды; 5 — господствующие элементы залегания пород вмещающей осадочно-эффузивной толщи; б — точечная диаграмма ориентировки кварцево-золоторудных жил и прожилков рудного поля.

Взаимоотношения дайковых и скарново-метасоматических образований и околоскарновые изменения в них

В пределах рудного поля контактово-метасоматические образования распространены довольно широко и представлены как доскарновыми, скарновыми, так и послескарновыми метасоматитами. По отношению к дайкам первых двух возрастных групп, генетически связанных с Солгонской интрузией, все известные скарновые и послескарновые метасоматиты относятся к последайковым образованиям и укладываются в две группы: 1) скарново-метасоматические тела, генетически связанные со становлением гранодиоритовой интрузии и 2) скарново-метасоматические образования, генетически связанные с дайковым комплексом (скарнирование даек пегматоидов и сиенитов собственными или более поздними послемагматическими растворами [1]). Образования первой группы метасоматитов являются наиболее распространенными и представлены как типичными скарнами, так и скарново-магнетитовыми линзами, иногда содержащими апоскарновое золотое оруденение [3, 10].

Дайки третьей возрастной группы по отношению к скарново-метасоматическим телам являются секущими (послескарновыми) и не подвержены метасоматическим изменениям. Метасоматитов, образованных при становлении этой группы даек, не установлено.

Скарнирование дайковых пород в связи с формированием скарново-метасоматических линз наблюдается довольно часто и особенно на участках скарново-магнетитовых образований Южной и Девятой линз Калиостровского месторождения, где нередко распространены дайки диоритовых и лабрадоровых порфиритов второй группы. В этих случаях дайки оказываются как бы секущими по отношению к метасоматитам. На контакте со скарново-магнетитовыми телами диоритовые и лабрадоровые порфириты интенсивно изменены, рассечены маломощными (до 2—7 см) магнетитовыми жилками и импреньированы многочисленными метакристаллами магнетита. Порфировые выделения дайковых пород, представленные плагиоклазами и авгитом, полностью замещаются эпидотом, цоизитом и актинолитом. Основная масса породы, сложенная мелкозернистым агрегатом плагиоклаза и пироксена, также почти нацело замещена актинолит-серпентиновым агрегатом. Кроме того, часто встречаются диопсид-гранат-эпидотовые и серпентин-асбестовые прожилки толщиной до 0,1—0,8 см, секущие дайковые породы. В результате метасоматических процессов диоритовые и лабрадоровые порфириты приобретают зеленовато-серую окраску и насыщаются прожилками и неправильной формы обособлениями актинолита с магнетитом, пиритом и халькопиритом. Иногда по плагиоклазам интенсивно развивается скаполит ($N_o = 1,553$, $N_e = 1,538$, $N_o - N_e = 0,015$) и серпентин ($N_g = 1,558$, $N_p = 1,552$, $N_g - N_p = 0,006$, что отвечает антигориту [14]). В свою очередь, скаполит замещается актинолитом ($N_g = 1,665$, $N_p = 1,645$, $cN_g = 14-16^\circ$), кальцитом, пистацитом ($N_g = 1,758-1,671$, $2V = (-) 78-80^\circ$), цоизитом. Пироксен-гранат-эпидотовые маломощные прожилки обнаруживаются только непосредственно в контакте дайковой породы со скарново-магнетитовой линзой и сопровождаются неравномерно рассеянной сыпью пироксена и эпидота. По оптическим свойствам пироксен ($N_g = 1,691-1,697$, $N_p = 1,667-1,670$, $2V = 58^\circ$, $cN_g = 38^\circ$) относится к диопсиду, содержащему до 3—5% молекулы феррисиликата [14] и аналогичен диопсиду, который входит в состав собственно скарновых образований. Гранат (по уд. весу, равному 3,77—3,78³) относится к андрадиту, содержащему до 70% андрадитовой молекулы [14]) довольно редок и по составу также отвечает гранатам скарново-метасоматических тел.

Согласно пересчету данных химического анализа (по Барту, [16]), баланс вещества при метасоматозе диоритовых порфиритов, подвергшихся скарнированию⁴), имеет вид (в ионах): привнос: кальций, магний — 133, гидроксил — 266; вынос: калий — 15, натрий — 42, двухвалентное железо — 16, алюминий — 89, кремний — 73, фосфор — 5, титан — 2.

Графически баланс вещества показан на рис. 3 и табл. 1.

Итак, формирование аподайковых метасоматических пород сопровождается некоторой подвижностью таких элементов, как магния, кремния, кальция, железа, щелочей и др.

Как уже отмечалось, скарновые образования второй группы установлены только в связи с дайками пегматоидов, состоящих на 80—90% из андезина № 37—42, кварца и мусковита и жилами сиенитов. Так, на контакте жилы пегматоида с кислыми эффузивами наблюдались маломощные (до 0,2—0,3 м) оторочки и линзы крупнозернистого, местами друзовидного скарна, развивающихся как по вмещающим эффузивам, так и по дайковой породе. Эти скарновые тела сложены на 90% гранатом (уд. вес 3,67—3,73), что соответствует разности, содержащей

³) Удельные веса минералов определены пикнометрическим методом.

⁴) При пересчете не учитывались метасоматически измененные дайковые породы, значительно обогащенные магнетитом.

около 60—65% андрадитовой молекулы [14]), реже диопсидом ($Ng = 1,692—1,696$, $Np = 1,671—1,675$), $Ng-Np = 0,023$, $2V = 58—59^\circ$), актинолитом ($Ng = 1,663—1,667$, $Np = 1,643—1,647$, $Ng-Np = 0,020$, $cNg = 14^\circ$; $2V = (-) 78^\circ$, т. е. по оптическим свойствам он относится к разновидности, содержащей около 50% феррисиликата [14]), альбит-олигоклазом № 10—12 и редким кварцем.

Таблица 1

Окислы	Содержан. в %	
	1	2
SiO ₂	54,78	48,39
TiO ₂	0,98	0,53
Al ₂ O ₃	18,05	10,56
Fe ₂ O ₃	0,70	3,40
FeO	8,62	4,00
MnO	0,12	0,17
CaO	6,28	12,20
MgO	2,64	14,86
Na ₂ O	4,06	1,54
K ₂ O	2,28	0,82
P ₂ O ₅	0,37	0,15
п. п. п.	1,46	—
H ₂ O ⁺	—	3,98
Сумма	100,34	100,00

Примечание: 1—химический анализ неизмененного диоритового порфирита, Центральная лаборатория Красноярского геологического управления; 2—расчет по данным химических анализов отдельных минералов, входящих в состав измененного диоритового порфирита (серпентин—25%, диопсид—20, гранат—10, хлорит, карбонаты, кварц, сфен, эпидот—10, реликты дайковой породы—35%).

Формула породы по Барту:

1. $K_{25} Na_{68} Ca_{60} Mg_{35} (Fe_{0,68})_{68} Al_{195} Ti_6 Si_{186} P_6 (O_{151} OH_{93})$;
2. $K_{10} Na_{26} Ca_{112} Mg_{188} (Fe_{0,68})_{52} Al_{105} Ti_3 Si_{113} P_1 (O_{138} OH_{233})$.

располагается в приконтактной полосе (шириной до 1 км) Солгонского гранодиоритового массива, основное количество даек приурочено к этой же полосе. Нередко наблюдается пространственная приуроченность кварцево-рудной прожилкованности к отдельным дайковым телам среднего состава. Например, на штокверковом месторождении Подлунного гольца в березитизированной дайке мощностью 0,5 м сосредоточено 43 кварцевых прожилка, в то время как во вмещающих порфиро-

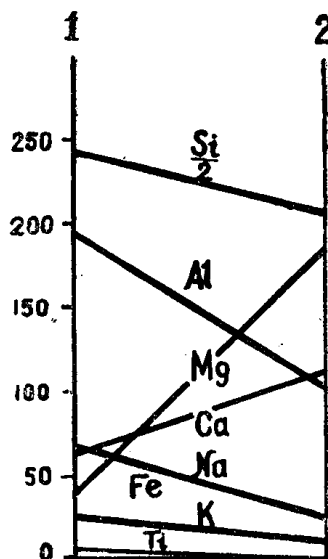


Рис. 3. Вариационная диаграмма изменения состава даек диоритового порфирита при около-скарновом метаморфизме (Девятая скарново-магнетитовая лимза), 1 — неизмененный диоритовый порфирит и 2 — метаморфизованный диоритовый порфирит.

Отношение даек к золоторудной минерализации

На участках всех известных штокверковых золоторудных месторождений и проявлений Коммунара весьма отчетливо выступает пространственное сонахождение дайковых и гидротермальных образований. Обычно участки наибольшего развития кварцево-рудных жил и прожилков характеризуются в то же время значительным распространением даек. Большинство золоторудных месторождений рудного поля

видных диоритах на расстоянии 2—3 м по обе стороны от дайки едва насчитывается 10—15 кварцево-рудных прожилков.

В других случаях кварцево-золоторудные жилки располагаются вдоль даек, причем близ даек они меняют свое простирание с секущего на субпараллельное, как бы растекаясь вдоль контактов дайковых тел. В этих местах, хотя и не всегда интенсивно, дайковые породы подвергаются окварцеванию, хлоритизации и актинолитизации пироксенов и амфиболов, серицитизации, карбонатизации, эпидотизации и реже — альбитизации плагиоклазов. Очевидно, в этих случаях дайки играли роль своеобразных барьеров, ограничивающих распространение гидротермального оруденения, способствуя тем самым формированию отдельных богатых рудных столбов и гнезд. Автору не удавалось установить фактов явного пересечения кварцево-рудных прожилков и жил дайками или обнаружить ксенолиты окварцеванных пород и руд в самих дайковых телах первой и второй возрастной групп. В пределах Солгонского участка установлена кварцевая жила (Усть-Сактычульская), которая залегает в лежащем боку дайки мелкозернистых диоритов, и от нее в породы дайки отходят многочисленные мелкие кварцевые апофизы.

Кроме того, почти повсеместно устанавливается приуроченность даек и гидротермальных проявлений к одним и тем же типам трещинных структур (рис. 2, а, б), что подробно освещено нами в другой статье.

Устанавливается тесная связь между дайкообразованием и рудоотложением, что выражено в наличии на рудном поле как дорудных (первая и вторая группы), так и пострудных (третья группа) даек. Дайки первой и второй возрастной групп, связанные, очевидно, с единым магматическим очагом, являются дорудными, а оливиновые габбро-порфириты и тешениты, относящиеся к более молодому предположительно девонскому магматизму — послерудными. Дорудные дайки нередко интенсивно гидротермально переработаны, вплоть до образования березитов, в то время как послерудные остаются не затронутыми процессами гидротермального метаморфизма, хотя и залегают в аналогичных условиях.

Наблюдается тесная геохимическая связь дайковых и гидротермальных образований. Так, многие элементы-примеси, содержащиеся в дайках второй возрастной группы (медь, свинец, цинк, кобальт, молибден, мышьяк), в гидротермалитах обычно входят в состав халькопирита, блеклых руд, галенита, сфалерита, кобальт — содержащего пирита. Такие элементы-примеси, как марганец, титан, ванадий, циркон, кобальт, молибден, являются проходящими для даек и золотых руд.

Наоборот, в рудах и дайках первой возрастной группы по элементам-примесям не наблюдается такой отчетливой преемственности, за исключением таких элементов, как марганец, титан, ванадий, которые распространены почти во всех породах. Это, вероятно, указывает на то обстоятельство, что формирование даек первой группы и золотых руд происходило из расплава и растворов, поступавших из разных магматических камер. Почти постоянно химическими анализами устанавливается содержание золота в дайках мелкозернистых диоритов второй возрастной группы, во вмещающих породах нередко выявляются ореолы слабой золотоносности, хотя в самих дайках следов видимой гидротермальной минерализации не обнаружено. Возможно, формирование даек мелкозернистых диоритов предшествовало последующему золотому оруденению. Если учесть, что дайки первой и второй возрастной групп генетически связаны с Солгонской гранодиоритовой интрузией, то приходим к выводу о тесной связи даек и золотого орудене-

ния со становлением той же интрузии. Эта связь, вероятно, обусловлена не только единством структурных путей, по которым проникали магматический расплав, сформировавший дайки второй возрастной группы, и гидротермальные растворы, но и общностью магматического очага.

Гидротермальные изменения в дайках на участках золотооруденения проявляются довольно широко. Наиболее типичными изменениями в дайковых породах кислого и среднего состава (первой и второй возрастной групп) являются альбитизация, актинолитизация, окварцевание, хлоритизация, карбонатизация, серицитизация, пиритизация и березитизация.

Альбитизация — наиболее ранний процесс, в результате которой автометаморфически измененные плагиоклазы даек второй группы регенерируются с изменением состава с № 35—45 до 15—8. Характерно, что при пересечении двойников плагиоклазов прожилками альбита последний ориентируется в плане ориентировки пересекаемого плагиоклаза, в результате чего в гидротермальном альбите появляются двойники, которые являются продолжением двойников магматического плагиоклаза. Пироксены и амфиболы также разъедаются альбитом по трещинкам спайности и отдельности, при этом среди альбитовых агрегатов появляется сфен.

При изучении гидротермально метаморфизованных даек мелкозернистых диоритов Подлунного гольца были встречены линейные зоны альбитизированных пород. Зоны альбитизации мощностью до 2—3 м возникают в зонах максимальной трещиноватости, приуроченной к эндоконтактам даек. Фронт метасоматического замещения следует вдоль контактов даек, распространяясь в дайковые тела по диагональным и продольным сколовым трещинам, на расстояние 1,0—4 м, при общей мощности даек до 12 м. В результате возникают метасоматические зоны, с неровными заливообразными краями со стороны дайковых диоритов и ровными линейными контактами со стороны вмещающих порфировидных габбро-диоритов.

Минеральный состав метасоматической породы представлен альбитом № 1—3 (до 70%), кварцем (до 20%), зеленой роговой обманкой ($2V = (-) 56^\circ$; $cNg = 16^\circ$; $Ng = 1,676—1,680$, $Nm = 1,667—1,672$, $Np = 1,659—1,661$; $Ng-Np = 0,015—0,019$), кальцитом и эпидотом (до 2—3% от общего объема породы).

Весьма интересным является то обстоятельство, что в последующий рудный этап зоны альбитизированных диоритов подвергались окварцеванию и золотому оруденению. Жильный кварц совместно с золотом, следуя вдоль зальбанд амфиболовых жил, замещает и цементирует отдельные зерна роговой обманки или в виде мелких линзочек и кучных обособлений импреньирует кварцево-альбитовый метасоматический агрегат.

Следующим процессом гидротермального изменения в породах всех типов асхистовых даек является актинолитизация пироксенов и роговой обманки, при которой в форме неправильных мелких скоплений выделяются бурые окислы железа. Актинолит ($2V = (-) 82^\circ$, $cNg = 16^\circ$, $Ng-Np = 0,022$) в свою очередь замещается пеннином ($cNg = 3—5^\circ$, $Nm = 1,570$) бледно-зеленого цвета. В хлорите часто встречаются иголки рутила и неправильной формы скопления сфена. В конечном счете от первичных темноцветных минералов остаются только контуры, переполненные хлоритом, сфеном и окислами железа, кальцитом, эпидотом, цоизитом. Крупные листочки биотита обычно замещаются хлоритом с примесью кальцита, эпидота, сфена, окислов железа и тонкоигловчатого актинолита и рутила, образующих нередко

сагенитовую решетку. В дайках же более кислого состава роговая обманка замещается не актинолитом, а тремолитом в виде спутанно-волокнистых и радиально-лучистых агрегатов.

Карбонатизация наиболее интенсивно проявляется в дайковых породах на участках развития поздних кварцево-карбонатных и карбонатных жил. Карбонаты, представленные обычно кальцитом ($N_g = 1,666$, $N_p = 1,491$, т. е. содержит до 7—6% молекулы $MnCO_3$ [13], что подтверждается спектральным анализом) и редко анкеритом ($N_g = 1,722$, $N_p = 1,530$, содержащим до 25% молекулы $(Mg, Fe)CO_3$ [13]), замещают иногда полевые шпаты, образуя разнозернистые кучные обособления или отдельные прожилки толщиной до 0,05—0,5 мм и более. Местами дайковая порода почти нацело замещена кальцитом, где, кроме кальцита, обнаруживаются серицит и пирит.

В пределах месторождений штокверкового типа гидротермальные изменения в дайках среднего состава проявляются нередко в образовании березитов. По внешнему облику березитизированные породы приобретают очень характерную светло-желтовато-серую окраску и местами интенсивно импреньированы крупными (до 0,5—2,0 мм) метакристаллами пирита. Процесс березитизации нередко захватывает значительные участки даек диоритовых порфириров, мелкозернистых диоритов и кварцевых порфиров, распространяясь обычно вдоль контактов даек и часто изменяя породы дайковых тел нацело. Пояса измененных березитизацией пород обычно линейно вытянуты вдоль контактов даек, реже — с извилистыми контурами и иногда имеют подобие зонального строения: на контакте с кварцево-рудными жилками породы интенсивно березитизированы, а затем постепенно переходят в слабо березитизированные разности. Какой-либо зависимости размеров ореола березитизации от мощности дайковых тел и их петрографического состава не установлено. Замечено, что степень березитизации несколько увеличивается на участках развития в приконтактной полосе даек зон интенсивной трещиноватости или дизъюнктивных швов, а также в случае сгущений кварцево-рудных прожилков.

Березитизированные породы состоят из мусковита, кальцита, альбита, пирита с реликтами актинолита первичного кварца и хлорита и иногда сохраняют реликтовую порфировидную структуру, отчетливо различимую в шлифах. Первичный плагиоклаз содержит многочисленные мелкие листочки и кучные обособления мусковита и серицита ($N_g = 1,587—1,608$, $N_m = 1,593—1,605$, $N_p = 1,557—1,565$, $N_g - N_p = 0,040—0,43$, $2V = (-) 5—6^\circ$), относится к разновидности, содержащей до 10—25% феррисиликата [14]. Размер чешуек мусковита — до 0,05—0,3 мм, агрегаты которого иногда образуют решетку, ориентированную по (001) и (010) в плагиоклазах.

Мелкочешуйчатый агрегат серицита замещает нередко мелкозернистую основную массу и часто совместно с хлоритом замещает биотит. Количество мусковита в породе составляет от 5 до 15—25% общего объема.

Вторым наиболее существенным минералом является кальцит, который развивается по всем минералам в виде разнозернистых агрегатов иногда совместно с вторичным кварцем. Часто он образует самостоятельные мелкие прожилки и кучные обособления, составляя иногда до 30% от общего минерального состава породы.

Пирит иногда присутствует в заметных количествах и образует кубические метакристаллы размером до 0,2—2 мм и более, беспорядочно рассеянные в породе.

Кварцево-золоторудные прожилки нередко располагаются как в слабо, так и глубоко березитизированных дайковых породах и всегда

имеют текущее положение по отношению к гидротермально измененным образованиям. Спектральными анализами установлено, что пирит из березитизированных даек содержит в основном тот же набор элементов примесей, что и пирит из рудных прожилков: марганец, титан, никель, кобальт, ванадий, медь, мышьяк, но отсутствуют свинец и цинк, характерные для рудного пирита. Даже эти, далеко не полные факты, со всей очевидностью указывают на то, что процессы гидротермального изменения дайковых пород протекали под воздействием первых порций гидротермальных растворов, которые еще не несли рудных компонентов, т. е. «околожилные» изменения предшествуют этапу формирования кварцеворудных жил.

Согласно пересчетам химических анализов неизменных и березитизированных пород (по Барту [16]) баланс вещества при гидротермальном метаморфизме даек диоритовых порфиритов и мелкозернистых диоритов имеет следующий вид (в ионах):

привнос: калий — 2, кремний — 54;

вынос: натрий — 6, кальций — 19, магний — 16, железо — 33, алюминий — 29; малоподвижные элементы: титан и фосфор.

Химический состав пород приведен в табл. 2, а баланс вещества

Таблица 2

О к и с л ы	Содержание в %			
	1	2	3	4
SiO ₂	54,78	59,00	59,90	61,36
TiO ₂	0,98	0,38	0,52	0,48
Al ₂ O ₃	18,05	19,95	16,94	15,72
Fe ₂ O ₃	0,70	0,52	0,59	0,62
FeO	8,62	4,71	4,24	4,17
MnO	0,12	0,05	0,08	0,08
CaO	6,28	3,74	4,53	4,29
MgO	2,64	1,32	2,33	1,44
Na ₂ O	4,06	6,50	3,00	3,60
K ₂ O	2,28	0,44	1,84	2,40
P ₂ O ₅	0,37	0,31	0,17	0,16
—	—	—	—	—
п. п. п.	1,46	2,49	6,62	6,58
сумма	100,34	99,41	100,76	100,88

П р и м е ч а н и е: 1—химический анализ образца неизмененного диоритового порфирита, 2—химический анализ альбитизированного диоритового порфирита, 3—химический анализ слабо березитизированного диоритового порфирита (дайка Подлунного гольца), 4—химический анализ березитизированного диоритового порфирита (дайка Подлунного гольца). Все анализы выполнены в Центральной лаборатории Красноярского геологического управления.

Формулы пород по Барту:

1. $K_{25}Na_{68}Ca_{80}Mg_{35}(Fe_{0,68})_{68}Al_{195}Ti_{15}Si_{486}P_6(O_{1510}OH_{90})$;
2. $K_{22}Na_{54}Ca_{45}Mg_{32}(Fe_{0,68})_{39}Al_{189}Ti_{13}Si_{497}P_3(O_{1364}OH_{236})$;
3. $K_4Na_{107}Ca_{34}Mg_{16}(Fe_{0,68})_{36}Al_{196}Ti_{13}Si_{502}P_3(O_{1459}OH_{141})$;
4. $K_{27}Na_{62}Ca_{41}Mg_{19}(Fe_{0,68})_{35}Al_{166}Ti_{13}Si_{550}P_1(O_{1509}OH_{91})$.

графически показан на рис. 4. Из приведенного графика видно, что процесс березитизации сопровождается высокой подвижностью таких элементов, как натрия, калия, двухвалентного железа, кальция, магния, алюминия, кремния, серы и др.

При процессе же гидротермальной альбитизации дайковых пород, обычно предшествующей березитизации, баланс вещества выглядит следующим образом (в ионах) (табл. 2 и рис. 4).

привнос: натрий — 39, кремний — 16, гидроксил — 51;

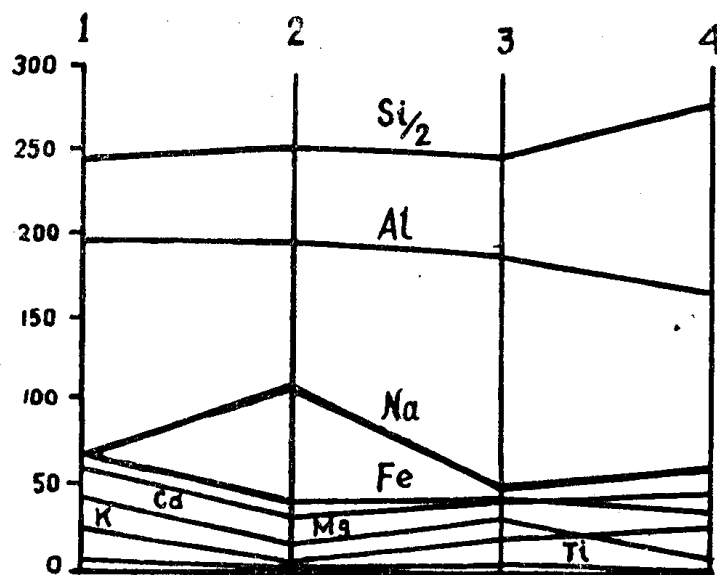


Рис. 4. Вариационная диаграмма изменения состава даек диоритовых порфиров при гидротермальном метаморфизме: 1 — неизменный диоритовый порфирит, 2 — альбитизированный диоритовый порфирит; 3 — слабо березитизированный диоритовый порфирит и 4 — березитизированный диоритовый порфирит.

вынос: калий — 21, кальций — 26, магний — 19, двухвалентное железо — 32, титан — 3, фосфор — 3;
малоподвижные элементы — алюминий.

Выводы

1. Скарново-метасоматические и золоторудные образования являются последайковыми по отношению к дайковым телам схиЗОлитовой серии (первой и второй групп, генетически связанных с гранодиоритовой интрузией) и додайковыми по отношению к дайкам субщелочных диабазовых порфиров (тешенитов) и оливинowych габбро-порфиров и габбро, генетически связанных скорее всего с более молодым девонским магматизмом. Наблюдающееся чередование даек и оруденения, очевидно, свидетельствует о многоэтапности магматических процессов и дайкообразования.

2. Формирование дайковой серии и последующего оруденения протекало при сохранении плана тектонических деформаций, обусловивших заложение однотипных трещинных структур и контролировавших как внедрение даек разных генераций, так и гидротермальное оруденение.

3. Околожильные изменения в дайковых породах выразились альбитизацией, амфиболизацией, серицитизацией и карбонатизацией, а иногда и березитизацией, особенно четко проявившейся на участках штокверкового типа оруденения. Интенсивность гидротермальных изменений, по-видимому, обусловлена благоприятным геолого-структурным положением отдельных дайковых тел, что предопределяло степень свя-

зи с магматическим очагом, выделявшим металлоносные эманации. Околожилные изменения обычно предшествуют этапу главного рудообразования и, очевидно, связаны с поступлением наиболее ранней порции гидротермальных растворов.

Сравнивая отмеченные гидротермальные изменения с типичными процессами березитизации дайковых пород Урала, описанных Н. и М. Бородаевскими [2], приходим к выводу, что эти процессы в общем подобны. Отличительными особенностями является то обстоятельство, что при березитизации пород дайкового комплекса Коммунара не происходит значительного привноса калия и алюминия, как это наблюдается при процессе формирования Уральских березитов, и отмечается значительный привнос натрия, особенно в начальный период процесса гидротермального изменения (альбитизации), что, вероятно, говорит о специфике составов метаморфизирующих растворов. Кроме того, березитизированные породы Коммунара очень сильно обогащены кальцитом, что, вероятно, обусловлено более высоким содержанием кальция в исходных породах рудного поля, благодаря чему избыток ионов кальция, поступающих в раствор, расходовался на образование кальцита и лишь частично выносился. Второй причиной обогащения измененных пород Коммунара кальцитом является наложение послерудных существенно карбонатных растворов на ранее березитизированные разности дайковых пород (наблюдается разъедание мусковита поздним кальцитом).

Таким образом, продукты гидротермального метаморфизма дайковой серии интрузивных пород Коммунара могут служить дополнительным поисковым признаком на золотую минерализацию района.

ЛИТЕРАТУРА

1. Х. М. Абдуллаев. Дайки и оруденение. Госгеолтехиздат, 1957.
2. Н. П. Бородаевский и М. Б. Бородаевская. Березовское рудное поле (геологическое строение). М., Металлургиздат, 1947.
3. А. Я. Булытников. Золоторудные формации и золотоносные провинции Алтае-Саянской горной системы. Изд. Том. госунив., т. 102, сер. геол., 1948.
4. А. Я. Булытников. О малых интрузиях и связанной с ними золотоносности. Матер. по минерал., петрограф. и пол. ископ. Зап. Сибири, Изд. Том. госунивер., 1962.
5. Т. М. Дембо. Явления анатексиса, гибридизма и ассимиляции в каледонской гранодиоритовой интрузии северной части Кузнецкого Алатау. Сов. геол., сб. 51, 1956.
6. Т. Н. Иванова, Н. М. Полевая и др. Абсолютный возраст некоторых магматических и метаморфических пород центральной части Алтае-Саянской области. В кн.: «Материалы по региональной геологии Алтае-Саянской обл.», ВСЕГЕИ, Л., 1961.
7. Г. А. Иванкин, Ю. А. Кузнецов. Магматизм и метаморфизм Кузнецкого Алатау. Геология СССР, т. XV, ч. I, Красноярский край, Госгеолтехиздат, 1961.
8. Г. А. Иванкин и др. К стратиграфии древних толщ восточного склона Кузнецкого Алатау. Сб. докл., посвящ. памяти акад. В. А. Обручева и М. А. Усова. Изд. ТГУ, 1964.
9. С. С. Ильенко. Основные черты петрологии Патынского массива. Геол. и геоф., СО АН СССР, № 4, 1960.
10. А. Ф. Коробейников. Отношение скарнов к золотому оруденению в районе Коммунарского золоторудного узла. Матер. по минералогии, петрогр. и пол. ископ. Зап. Сибири, изд. ТГУ, 1962.
11. Ю. А. Кузнецов. О принципах выделения и классификации магматических пород. В кн.: «Основные идеи М. А. Усова в геологии», Изд. АН КазССР, 1960.
12. А. А. Моссаковский. Тектоническое развитие Минусинских впадин и их горного обрамления в докембрии и палеозое. Госгеолтехиздат, 1963.
13. В. Б. Татарский. Микроскопическое определение карбонатов групп кальцита и арагонита. Госгеолтехиздат, Л., 1955.
14. В. Е. Трегер. Таблицы для оптического определения породообразующих минералов. Госгеолтехиздат, 1958.
15. Н. А. Фогельман, А. Е. Шабаловский. Условия локализации штоков-верховых месторождений в пределах Коммунарского рудного поля на восточном склоне Кузнецкого Алатау, Тр. НИГРИЗолото, № 21, 1956.
16. С. Д. Четвериков. Руководство к петрохимическим пересчетам. Госгеолтехиздат, 1956.