

С. О. АЧИКГЕЗЯН

ПАРАГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МИНЕРАЛЬНЫХ АССОЦИАЦИЙ
ОКОЛОРУДНЫХ ПРОПИЛИТОВ ТАНДЗУТСКОГО И
ЧИБУХЛИНСКОГО КОЛЧЕДАННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В пределах Тандзутского (серноколчеданного) и Чибухлинского (серно-медноколчеданного) месторождений широко распространены минеральные фации окolorудных пропилитов, сформированных в результате метасоматического преобразования рудовмещающих липарито-дацитов (т. н. «кварцевые порфиры») и андезитовых порфиритов, при воздействии на них поствулканических газогидротермальных растворов.

В развитии отдельных фаций окolorудных пропилитов отмечается достаточно четко выраженная горизонтальная и вертикальная зональность по отношению к участкам распространения вторичных кварцитов, которые расположены среди полей развития пропилитов и образовались в условиях наиболее сильного кислотного выщелачивания [1].

Фации окolorудных пропилитов представлены следующими характерными равновесными ассоциациями новообразованных минералов (по мере приближения к участкам развития вторичных кварцитов):

1. Актинолит-эпидотовая фация: актинолит + эпидот + альбит + хлорит ± (карбонаты, кварц, гидромусковит),

2. Эпидот-хлоритовая фация: эпидот + хлорит + альбит + гидромусковит + кварц ± карбонаты,

3. Хлорит-карбонатная фация: карбонаты (кальцит, доломит) + хлорит + альбит + гидромусковит + кварц,

4. Хлорит-гидромусковитовая фация: хлорит + гидромусковит + кварц ± альбит,

5. Кварц-гидромусковитовая фация: кварц + гидромусковит.

Все фации пропилитов в том или ином количестве содержат рутил и пирит. Меньше всего они обнаружены в актинолит-эпидотовых метасоматитах, а их большие скопления можно наблюдать в породах хлорит-гидромусковитовой и кварц-гидромусковитовой фаций; в последних иногда присутствуют также халькопирит, сфалерит, галенит и другие рудные минералы.

Выявление особенностей пространственного размещения отдельных фаций пропилитов проводилось путем изучения многочисленных характерных опорных разрезов, представляющих собой сравнительно полные и разнообразные по минеральным ассоциациям метасоматические колонки.

В таблицах 1—4 отображены некоторые из этих колонок, охватывающих почти все узловые участки развития окolorудных пропилитов на

Таблица 1

Разрез через карьер Тандзутского месторождения
(длина разреза—1800 м, вертикальная амплитуда—100 м)

№ зон	Минеральные парагенезисы	Инертные компоненты	Вполне подвижные компоненты
1	ак+эп+ка+аб+хл+кв	Al ₂ O ₃ , Fe, Na ₂ O, MgO, CaO	H ₂ O, CO ₂ , S, K ₂ O, SiO ₂
2	аб+хл+гс+кв+пр	Al ₂ O ₃ , Fe, Na ₂ O, MgO	H ₂ O, CO ₂ , S, K ₂ O, SiO ₂ , CaO
3	аб+гс+кв+пр	Al ₂ O ₃ , Fe, Na ₂ O	H ₂ O, CO ₂ , S, K ₂ O, SiO ₂ , CaO, MgO
4	гс+кв+пр	Al ₂ O ₃ , Fe	H ₂ O, CO ₂ , S, K ₂ O, SiO ₂ , CaO, MgO, Na ₂ O

Минеральные фации вторичных кварцитов

5	гс+кв+пр	Al ₂ O ₃ , Fe	H ₂ O, CO ₂ , S, K ₂ O, SiO ₂ , CaO, Na ₂ O, MgO
6	хл+гс+кв+пр	Al ₂ O ₃ , Fe, MgO	H ₂ O, CO ₂ , S, K ₂ O, SiO ₂ , CaO, Na ₂ O
7	эп+аб+хл+гс+кв+пр	Al ₂ O ₃ , Fe, MgO, Na ₂ O, CaO	H ₂ O, CO ₂ , S, K ₂ O, SiO ₂

Таблица 2

Разрез через восточный фланг Андраникского участка Тандзутского месторождения
(длина разреза—1400 м, вертикальная амплитуда—250 м)

№ зон	Минеральные парагенезисы	Инертные компоненты	Вполне подвижные компоненты
1	ак+эп+дл+ка+аб+хл	Al ₂ O ₃ , Fe, MgO, Na ₂ O, CaO	H ₂ O, CO ₂ , S, K ₂ O, SiO ₂
2	дл+ка+аб+хл+гс+кв	Al ₂ O ₃ , Fe, MgO, Na ₂ O	H ₂ O, CO ₂ , S, K ₂ O, SiO ₂ , CaO
3	аб+хл+гс+кв+пр	Al ₂ O ₃ , Fe, MgO	H ₂ O, CO ₂ , S, K ₂ O, SiO ₂ , CaO, Na ₂ O
4	хл+гс+кв+пр	Al ₂ O ₃ , Fe	H ₂ O, CO ₂ , S, K ₂ O, SiO ₂ , CaO, Na ₂ O, MgO
5	гс+кв+пр	Al ₂ O ₃ , Fe	H ₂ O, CO ₂ , S, K ₂ O, SiO ₂ , CaO, Na ₂ O, MgO

Минеральные фации вторичных кварцитов

6	гс+кв+пр	Al ₂ O ₃ , Fe	H ₂ O, CO ₂ , S, K ₂ O, SiO ₂ , CaO, Na ₂ O, MgO
7	аб+хл+гс+кв	Al ₂ O ₃ , Fe, MgO, Na ₂ O	H ₂ O, CO ₂ , S, K ₂ O, SiO ₂ , CaO
8	ак+ка+аб+хл+гс+кв	Al ₂ O ₃ , Fe, MgO, Na ₂ O, CaO	H ₂ O, CO ₂ , S, K ₂ O, SiO ₂

разных месторождениях. В этих таблицах приводятся парагенетические ассоциации минералов, образующих отдельные зоны метасоматических колонок, а также произведено разграничение слагающих эти минералы инертных компонентов от вполне подвижных для каждой из зон.

Последовательность минеральных парагенезисов в таблицах приведена по направлению снизу—вверх. В таблицах и на фиг. 1 применены следующие сокращенные обозначения минералов: ак—актинолит, эп—

Таблица 3

Разрез через центральную часть Чернореченского участка Чибухлинского месторождения

(длина разреза—1200 м, вертикальная амплитуда—330 м)

№ зон	Минеральные парагенезисы	Инертные компоненты	Вполне подвижные компоненты
1	эп + дл + аб + хл + гс + кв	Al_2O_3 , Fe, MgO, Na_2O CaO	H_2O , CO_2 , S, K_2O , SiO_2
2	аб + хл + гс + кв + пр	Al_2O_3 , Fe, MgO, Na_2O	H_2O , CO_2 , S, K_2O , Si_2O , CaO
3	гс + кв + пр	Al_2O_3 , Fe	Na_2O , CO_2 , S, K_2O , SiO_2 , CaO, Na_2O , MgO

Минеральные фации вторичных кварцитов

4	гс + кв + пр	Al_2O_3 , Fe	H_2O , CO_2 , S, K_2O , Si_2O , CaO, Na_2O , MgO
5	аб + хл + гс + кв + пр	Al_2O_3 , Fe, MgO, Na_2O	H_2O , CO_2 , S, K_2O , Si_2O , CaO
6	дл + аб + хл + гс + кв + пр	Al_2O_3 , Fe, MgO, Na_2O , CaO	H_2O , CO_2 , S, K_2O , SiO_2
7	эп + дл + ка + аб + хл + кв		

Таблица 4

Разрез через центральную часть Желтореченского участка Чибухлинского месторождения

(длина разреза—800 м, вертикальная амплитуда—300 м)

№ зон	Минеральные парагенезисы	Инертные компоненты	Вполне подвижные компоненты
1	эп + ка + аб + хл + гс + кв	Al_2O_3 , Fe, Na_2O , MgO, CaO	H_2O , CO_2 , S, K_2O , SiO
2	ка + аб + хл + гс + кв + пр		
3	аб + хл + гс + кв + пр	Al_2O_3 , Fe, Na_2O , MgO	H_2O , CO_2 , S, K_2O , Si_2O , CaO
4	аб + гс + кв + пр	Al_2O_3 , Fe, Na_2O ,	H_2O , CO_2 , S, K_2O , SiO_2 , CaO, MgO
5	хл + гс + кв + пр	Al_2O_3 , Fe, MgO	H_2O , CO_2 , S, K_2O , SiO_2 , CaO, Na_2O
6	гс + кв	Al_2O_3	H_2O , CO_2 , S, K_2O , SiO_2 , CaO, Na_2O , MgO, Fe

Минеральные фации вторичных кварцитов

7	пс + кв + пр	Al_2O_3 , Fe	H_2O , CO_2 , S, K_2O , SiO_2 , CaO, Na_2O , MgO
---	--------------	----------------	---

эпидот, дл—доломит, ка—кальцит, аб—альбит, хл—хлорит, гс—гидро-
слюда, кв—кварц, пр—пирит, ру—рутил.

В результате изучения парагенезисов минералов в отдельных зонах метасоматических колонок был установлен следующий ряд инертности—подвижности компонентов, слагающих минеральные фазы пропилитов (в порядке повышающейся подвижности): Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO, MgO, Na_2O , CaO, SiO_2 , K_2O , S, CO_2 , H_2O . Этот ряд обращает на себя внимание более подвижным поведением CaO по отношению к Na_2O . Следует также от-

метить вполне подвижный характер H_2O , CO_2 , S , K_2O , SiO_2 на всем протяжении метасоматических колонок околорудных пропилитов.

Принимая за основу анализ данных метасоматических колонок, перейдем к рассмотрению диаграммы состояния многокомпонентной системы, составленной для формации пропилитов, с целью установления относительных пределов устойчивости тех или иных равновесных минеральных парагенезисов, в зависимости от вариации значений химических потенциалов воды и углекислого газа, участвующих в составе минеральных фаз изучаемой системы и, в первом приближении, являющихся почти однозначными индикаторами изменения температуры и давления¹ метасоматического минералообразования.

Диаграмма химических потенциалов воды и углекислого газа (фиг. 1) построена для шестикомпонентной $[(Al, Fe)_2O_3 - (Mg, Fe)O - Na_2O - CaO - H_2O - CO_2]$ десятифазовой (актинолит, эпидот, доломит, кальцит, альбит, хлорит, гидрослюда, кварц, рутил, пирит) системы, содержащей кварц, как избыточный вполне подвижный минерал, а также рутил (и не всегда пирит) — в виде обособленного минерала.

Наличие семи главных фаз (ак, эп, дл, ка, аб, хл, гс) при четырех виртуальных инертных компонентах $[(Al, Fe)_2O_3, (Mg, Fe)O, Na_2O, CaO]$ предопределяет составление моновариантной мультисистемы, т. е. системы, обладающей одной отрицательной ($P = K + 2 - \Phi = 4 + 2 - 7 = -1$) степенью свободы [2, 3], соответствующей совокупности семи невариантных систем, из коих три (безактинолитовый, безгидрослюдистый и бездоломитовый пучки) являются стабильными (фиг. 1).

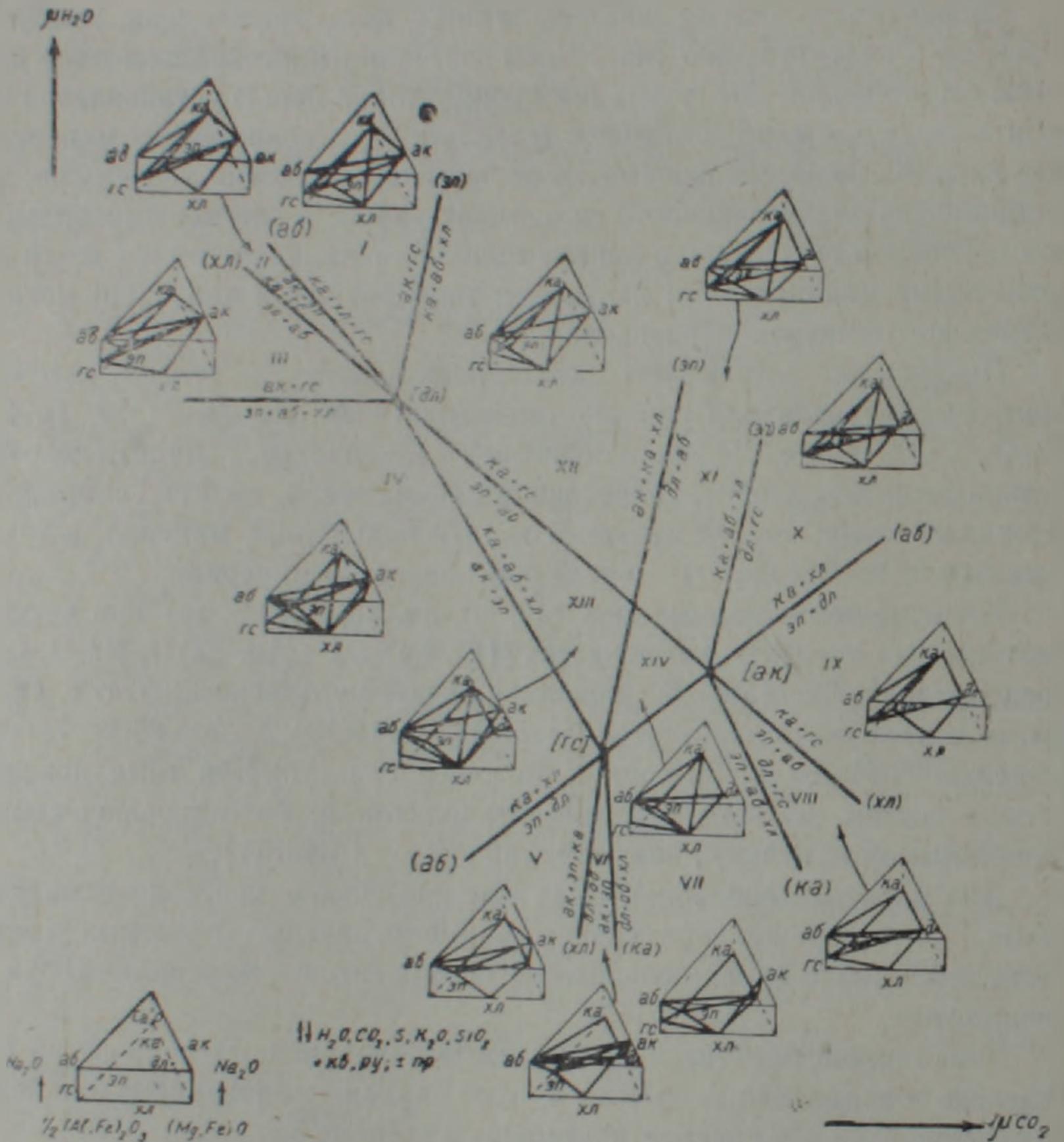
Для расчета моновариантных реакций была составлена матрица (табл. 5), отображающая содержания виртуальных инертных (левая часть таблицы) и вполне подвижных компонентов в минеральных фазах пропилитов.

Реакции, соответствующие линиям моновариантных равновесий стабильных невариантных пучков, и углы наклона моновариантных линий по отношению к оси абсцисс приведены в таблице 6.

Диаграмма составлена на основании допущения сосуществования шестиминеральных безактинолитовых (эп + дл + ка + аб + хл + гс) и безгидрослюдистых (ак + эп + дл + ка + хл + аб) невариантных парагенезисов. Правильность выбора данного субстрата подтверждается геологическими наблюдениями (отсутствие широко развитых парагенетических ассоциаций между актинолитом и гидрослюдой). Моновариантная линия (ак, гс, аб) совпадает с направлением температурного вектора в системе

¹ Увеличение химического потенциала CO_2 указывает на повышение давления, а уменьшения химического потенциала H_2O можно сделать вывод о повышении температуры и наоборот [3].

$\mu\text{H}_2\text{O} - \mu\text{CO}_2$ [3], причем продвижение по этой линии вниз и влево указывает на относительное повышение температуры, где мы имеем (поля V, VI) безгидрослюдистые ассоциации с актинолитом (ак + эп + дл + ка, ак + эп + ка + аб, ак + эп + дл + хл, ак + дл + эп + аб, ак + эп + аб + хл и др.), а в направлении вправо-вверх (понижение температуры) встречаются



Фиг. 1. Диаграмма минеральных парагенезисов околорудных пропилитов в зависимости от химических потенциалов воды и углекислого газа.

безактинолитовые (поля VIII, IX, X) ассоциации с гидрослюдой (эп + дл + хл + гс, эп + дл + ка + гс, дл + ка + аб + гс, дл + ка + хл + гс и др.).

При построении вышеупомянутых двух пучков оказалось возможным наличие третьего стабильного—бездоломитового пучка, в трех полях (I, II, III) которого возможны ассоциации актинолита с гидрослюдой. Положение этих полей в системе $\mu\text{H}_2\text{O} - \mu\text{CO}_2$ указывает на сравнительно небольшие глубины образования, причем ассоциация ак + гс в условиях относительно высоких температур превращается в парагенезис эп + аб +

Таблица 5

Минералы	Компоненты					
	$1/2 (Al, Fe)_2O_3$	$(Mg, Fe)O$	Na_2O	CaO	CO_2	H_2O
ак	0	10	1	1	0	1
эп	6	0	0	1	0	1
дл	0	1	0	1	2	0
ка	0	0	0	1	1	0
аб	2	0	1	0	0	0
хл	4	6	0	0	0	5
гс	6	0	0,33	0	0	5

Таблица 6

Символы инвариантных пучков	Реакции линий моновариантных равновесий	Углы наклона моновариантных линий
[ак]	$(\text{эп}) : 24\text{дл} + 3\text{гс} + (5H_2O) = 24\text{ка} + \text{аб} + 4\text{хл} + (24CO_2)$ $(\text{дл, хл}) : 8\text{эп} + 3\text{аб} + (37H_2O + 32CO_2) = 32\text{ка} + 9\text{гс}$ $(\text{ка}) : 24\text{эп} + 13\text{аб} + 16\text{хл} + (91H_2O + 192CO_2) = 96\text{дл} + 39\text{гс}$ $(\text{аб, гс}) : 2\text{эп} + 18\text{дл} + (13H_2O) = 26\text{ка} + 3\text{хл} + (10CO_2)$	<p>78°14</p> <p>—10°50</p> <p>—64°40</p> <p>37°30</p>
[гс]	$(\text{ак, аб}) : 2\text{эп} + 18\text{дл} + (13H_2O) = 26\text{ка} + 3\text{хл} + (10CO_2)$ $(\text{эп}) : 2\text{ак} + 18\text{ка} + \text{хл} + (34CO_2) = 26\text{дл} + 2\text{аб} + (7H_2O)$ $(\text{дл}) : 9\text{ак} + 13\text{эп} + (53H_2O + 88CO_2) = 88\text{ка} + 9\text{аб} + 15\text{хл}$ $(\text{ка}) : 13\text{ак} + 9\text{эп} + (13H_2O + 176CO_2) = 88\text{дл} + 13\text{аб} + 7\text{хл}$ $(\text{хл}) : 3\text{ак} + \text{эп} + 14\text{ка} + (46CO_2) = 30\text{дл} + 3\text{аб} + (4H_2O)$	<p>37°30</p> <p>78°22</p> <p>—59°00</p> <p>—85°47</p> <p>85°02</p>
[дл]	$(\text{ак, хл}) : 8\text{эп} + 3\text{аб} + (37H_2O + 32CO_2) = 32\text{ка} + 9\text{гс}$ $(\text{эп}) : 24\text{ак} + 39\text{гс} + (96CO_2) = 96\text{ка} + 37\text{аб} + 40\text{хл} + (19H_2O)$ $(\text{ка}) : 12\text{ак} + 33\text{гс} = 12\text{эп} + 23\text{аб} + 20\text{хл} + (98H_2O)$ $(\text{аб}) : 9\text{ак} + 37\text{эп} + (164H_2O + 184CO_2) = 184\text{ка} + 15\text{хл} + 27\text{гс}$ $(\text{гс}) : 9\text{ак} + 13\text{эп} + (53H_2O + 88CO_2) = 88\text{ка} + 9\text{аб} + 15\text{хл}$	<p>—10°50</p> <p>78°48</p> <p>0°</p> <p>—18°20</p> <p>—59°00</p>

+ хл, а при сравнительно низких температурах дает ассоциацию ка + аб + хл, что не противоречит известным положениям.

Из диаграммы вытекает, что в условиях сравнительно низкого потенциала углекислого газа парагенезис ак + эп при поглощении H_2O и CO_2 разлагается на ассоциацию ка + хл + гс, в то время, как при увеличении μ_{CO_2} (глубинности) он дает ассоциации ка + аб + хл, либо дл + аб + хл, что подтверждается геологическими наблюдениями.

Если в породах эпидот-хлоритовой фации в относительно глубоких горизонтах встречаются ассоциации эп + дл + ка + аб и эп + дл + ка + хл, то уже в более верхних горизонтах наблюдаются парагенезисы эп + ка + хл + гс и эп + ка + аб + гс, что находит свое подтверждение на приве-

денной диаграмме (соответственно—поля V, VI, VII, VIII, IX и поля I, II, III). В тех же метасоматитах, по нашим наблюдениям, парагенезисы эп + дл + хл и эп + дл + ка кверху переходят в ассоциацию эп + ка + хл, что отчетливо отображено на диаграмме (соответственно—поля, лежащие вправо и вниз от моновариантной линии (ак, гс, аб), и поля, расположенные выше и влево от этой линии).

Для низов хлорит-карбонатных метасоматитов характерен парагенезис ка + аб + хл, кверху нередко сменяющийся ассоциацией ка + хл + гс, что также можно наблюдать на диаграмме (соответственно—поля XIII, XIV и поле I); следует также отметить, что в промежуточных условиях глубинности обе ассоциации могут сосуществовать (поля XI и XII), что и отмечается нами в зоне перехода от хлорит-карбонатной фации в фацию хлорит-гидромусковитовую. Парагенезис дл + ка + хл был встречен в условиях умеренных глубин, это отражено и на диаграмме; причем можно сделать вывод о сравнительно низко- и среднетемпературной обстановке образования этой ассоциации, ибо при более высоких температурах стабилизируются устойчивыми парагенезисы ак + ка + хл и ак + дл + хл.

Хлорит-гидрослюдистые метасоматиты развиты в условиях сравнительно небольших и умеренных глубин; ассоциации аб + хл + гс на диаграмме попадают именно в поля (I, III, XI, XIV), соответствующие этим условным пределам. Диаграмма указывает также на сравнительно низко- и среднетемпературные условия формирования этого парагенезиса.

Таким образом, можно утверждать, что приведенная диаграмма в большинстве случаев достаточно четко отображает результаты, полученные при геологических наблюдениях; более того, она нередко указывает на относительные пределы устойчивости той или иной минеральной ассоциации и дает возможность делать предположения о примерных значениях температуры или глубины формирования того или другого парагенезиса при отсутствии у нас данных о них.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 6.IV.1971.

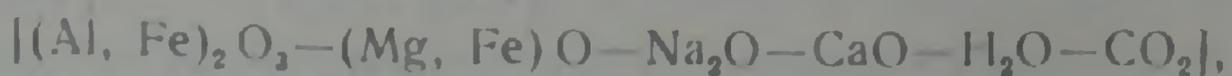
Ս. Հ. ԱՉԻԳԵՅԱՆ

ՏԱՆՉՈՒՄԻ ԵՎ ՉԻՐՈՒԽԼԻ ԿՈԼՉԵԴԱՆԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՄԵՐՉՀԱՆՔԱՅԻՆ ՊՐՈՊԻԼԻՏՆԵՐԻ ՄԻՆԵՐԱԿԱՅԻՆ ԱՍՈՑԻԱՑԻԱՆԵՐԻ ՊԱՐԱԳԵՆԵՏԻԿ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում լուսարանված են Տանձուտի և Չիբուխլի կոլչեդանային հանքավայրերի մերձհանքային պրոպիլիտներին բնորոշ միներալային ֆազիաների և նրանց միներալային ասոցիացիաների տարածական տեղաբաշխման հարցերը:

Պրոպիլիտների ֆորմացիայի համար կառուցված է վեցակոմպոնենտ



տասր ֆազանոց (ակտինոլիտ, էպիդոտ, դոլոմիտ, կալցիտ, ալբիտ, բլորիտ,

հիդրոփալար, քվարց, ուտիլ, պիրիտ) սիստեմի դիագրամ՝ հիմնված ջրի և ածխաթթու գազի քիմիական պոտենցիալների փոփոխության վրա, որոնք բնորոշում են միներալառաջացման ընթացքում ջերմաստիճանի և ճնշման որակական տատանումները:

Համադրվում են դիագրամի հետադոտման շնորհիվ և երկրաբանական ուսումնասիրություններից ստացված տվյալները և հաստատվում է նրանց նմանությունը, ընդ որում, բերված դիագրամը հնարավորություններ է ընձեռում պաղարիար կազմելու այս կամ այն միներալաչին ասոցիացիայի առաջացման ջերմաստիճանի ու ճնշման պայմանների մասին:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Ачикгезян С. О. Метасоматические образования на Тандзутском серноколчеданном месторождении. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, т. XVII, № 3—4, 1964
2. Жариков В. А. Вопросы общей теории диаграмм состояния мультисистем. Сб. «Физико-химические проблемы формирования горных пород и руд», т. I. Изд. АН СССР, М., 1961.
3. Коржинский Д. С. Физико-химические основы анализа парагенезисов минералов. Изд. АН СССР, М., 1957.