

Член-корреспондент АН СССР А. И. ТУГАРИНОВ, В. Б. НАУМОВ

**ЗАВИСИМОСТЬ ТЕМПЕРАТУР ДЕКРЕПИТАЦИИ ОТ СОСТАВА
ГАЗОВО-ЖИДКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ И ОТ ПРОЧНОСТИ МИНЕРАЛОВ**

Для выяснения физико-химических условий минералообразования в последние годы все более широко применяют исследования включений минералообразующих сред. Так, из опубликованных за 150 лет 1450 работ с данными по включениям в минералах 1050 работ (70%) выполнено за последние 10 лет. Наиболее успешно включения в минералах используют в термобарометрии, хотя следует отметить, что еще нередко полученным результатам придается произвольное толкование в связи с недостаточной разработкой методических основ, особенно при применении метода декрепитации (растрескивания) включений.

Ранее при исследовании газово-жидких включений в кристаллах искусственного кварца, выращенного из водных растворов карбоната

Таблица 1

Зависимость температур декрепитации газово-жидких включений от содержания в них углекислоты

Минерал	№ обр.	Содерж. CO ₂ , вес. %	Т-ра гомогенизации, ±2° С	Т-ра декрепитации, ±5° С
Кварц	1	0,0	298—300	350
	2	11,5 ± 0,1 *	265—276	270
	3	22,1	288—302	240
	4	21,8	279—292	220
	5	23,8	290—305	180
	6	27,6 ± 1,7 *	278—285	150
Вольфрамит	7	3,7	—	340
	8	7,3	—	320
	9	10,0	—	260
	10	20,5 ± 0,6 *	—	160
Флюорит	5	24,6	—	120
	6	26,4 ± 0,8 *	—	110
	11	5,8	125—137	150
Антимонит	12	25,2	220—245	70
	13	2,1	—	120
Кварц	14	7,6	—	100
	12	24,8	—	40
	15	0,6	146—160	200
	16	14,6 ± 0,2 *	188—203	155

* Среднее арифметическое из 2 анализов.

и гидроокиси натрия, были установлены соотношения между температурами гомогенизации и декрепитации включений (1-4). Температуры начала массовой декрепитации включений оказывались всегда более высокими по сравнению с температурами гомогенизации этих включений на 45—65° (в зависимости от плотности растворов). Кроме того, были определены поправки на давление для перехода от температур декрепитации к температурам образования минералов. Однако, как показали результаты изучения включений

в минералах различных рудных месторождений, очень часто в гидротермальных растворах содержится значительное количество летучих компонентов, главным образом углекислоты, а для таких растворов, естественно, должны быть иные поправки. Поэтому мы постарались выявить зависимость температур декрепитации газово-жидких включений от содержания в последних углекислоты.

Результаты, полученные по методике (5), приведены в табл. 1. Отчетливо видна тенденция снижения температур декрепитации при увеличе-

Таблица 2

Давления в момент начала массовой декрепитации газовой-жидких включений для разных минералов ($P_{\text{декр}}$)

№№ п. п.	Минерал	Твердость по шкале Мооса	$P_{\text{декр.}}$ ± 50 атм.	№№ п. п.	Минерал	Твердость по шкале Мооса	$P_{\text{декр.}}$ ± 50 атм.
1	Аурипигмент	1,5—2	175	6	Виллиомит	3,5	450
2	Антимонит	2—2,5	225	7	Сфалерит	3—4	450
3	Вевеллит	2,5	225	8	Флюорит	4	450
4	Барит	2,5—3,5	250	9	Вольфрамит	5—5,5	575
5	Кальцит	3	350	10	Кварц	7	850

нии концентрации углекислоты для всех изученных минералов. Если сравнить два образца кварца: № 1 (без углекислоты) и № 6 (с максимальным ее количеством), — то при почти одинаковых температурах гомогенизации разница в температурах декрепитации (350 и 150° соответственно) составляет 200° ! Используя только данные температур декрепитации образца № 6 (кварц 150° , вольфрамит 110°), можно было бы прийти к неверному выводу о низкотемпературных условиях формирования этих минералов. Отсюда становится совершенно ясно, что применять единичные данные по температурам декрепитации для суждения о температурах образования минералов без привлечения метода гомогенизации или определения состава растворов включений ни в коем случае нельзя. Только комплексное изучение газовой-жидких включений позволяет получать достоверную информацию о физико-химических условиях образования минералов.

Так, совместное применение методов гомогенизации и декрепитации дает возможность определения давления в момент гомогенизации включений (⁶). Метод был проверен на образцах кварца, поскольку только для него есть данные по давлению в момент начала массовой декрепитации включений (850 ± 50 атм.) (¹). В настоящее время такие данные получены нами еще для девяти минералов различной прочности (табл. 2).

Так как в настоящей работе невозможно остановиться на каждом из указанных в таблице минералов, то для примера мы приводим лишь один из них — вольфрамит. Было изучено несколько образцов, в которых кварц и вольфрамит по минералогическим признакам кристаллизовались одновременно. Анализ содержания углекислоты во включениях этих минералов подтвердил аналогичность состава растворов (табл. 1, обр. №№ 5, 6). Замеряя температуры декрепитации кварца и вольфрамита в этих образцах и используя графический метод определения давления (⁶), получаем величины давления в момент начала массовой декрепитации включений в вольфрамитах, равные 575 ± 50 атм.

При рассмотрении табл. 2 отчетливо видно, что чем больше твердость минерала, тем большие давления необходимы для разрыва включений. Так как увеличение давления в газовой-жидких включениях связано с возрастанием температуры, следует полагать, что для более прочных минералов температуры декрепитации будут более высокими. Другими словами, даже если два минерала кристаллизуются одновременно из одного и того же раствора при одних и тех же температурах и давлениях, но прочность их различна (например, кварц и молибденит), то неизбежно температуры декрепитации должны быть разными. Однако величина этой разницы для двух минералов не будет одинаковой во всех случаях, поскольку она зависит, как показывает табл. 1, и от состава растворов.

Из результатов, представленных в табл. 2, следует еще один вывод: для минералов с твердостью от 1,5 до 7 при увеличении твердости на единицу давление декрепитации увеличивается на 100 — 120 атм. Такая корреляция между твердостью и давлением позволяет приблизительно оценить

давление при декрепитации включений и для некоторых других минералов, таких как молибденит (150 ± 50 атм.), галенит (250 ± 50 атм.) и т. д. Естественно, что в дальнейшем эти данные будут уточняться.

Институт геохимии и аналитической химии
им. В. И. Вернадского
Академии наук СССР
Москва

Поступило
13 VII 1970

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. Б. Наумов, В. С. Балицкий, Л. Н. Хетчиков, ДАН, 171, № 1 (1966).
² В. Б. Наумов, В сборн. Минералогическая термометрия и барометрия, 2. М., 1968. ³ Л. Н. Хетчиков, Б. А. Дороговин, Л. А. Самойлович, Геол. рудн. месторожд., № 3 (1968). ⁴ А. И. Тугаринов, В. Б. Наумов, Геохимия, № 2 (1969). ⁵ О. Ф. Миронова, Г. Б. Наумов, Геохимия, № 10 (1967). ⁶ В. Б. Наумов, С. Д. Малинин, Геохимия, № 4 (1968).