

Ф. П. КРЕНДЕЛЕВ, Л. Б. ЗОЗУЛЕНКО, Л. М. ОРЛОВА

**ПАРАМЕТРЫ РАСТВОРОВ, МЕТАМОРФИЗОВАВШИХ  
МЕТАЛЛОНОСНЫЕ КОНГЛОМЕРАТЫ, ПО ДАННЫМ  
ИССЛЕДОВАНИЙ ГАЗОВО-ЖИДКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ В ГАЛЬКАХ  
И НОВООБРАЗОВАННЫХ МИНЕРАЛАХ**

*(Представлено академиком В. С. Соболевым 11 X 1971)*

Споры о генезисе оруденения в уран-золоторудных конгломератах продолжаются около 100 лет. Позиции сторонников гидротермального генезиса оказываются уязвимыми, поскольку приводятся только общие соображения об источниках растворов без указания их параметров. К настоящему времени в конгломератах разного возраста обнаружены кроме U и Au руды многих других металлов (Cu, Pb, Zn, Hg, TR) и неметаллических ископаемых (барит, флюорит). По ассоциациям новообразованных минералов устанавливается <sup>(1)</sup> упорядоченность оруденелых конгломератов от высокотемпературных к низкотемпературным по всем стадиям метаморфизма.

В статье делается попытка определить конкретные параметры растворов на базе исследования температур гомогенизации ( $T_{\text{гом}}$ ) газово-жидких включений и их газового состава.

Изучено 17 образцов конгломератов (табл. 1), описанных ранее <sup>(1)</sup>, и три образца кварца из жил по общеизвестным методикам <sup>(2, 3, 4)</sup>.

Первичными считаются включения, которые находились в составе кварцевых галек до вхождения их в конгломераты. Вторичными считаются включения: а) в новообразованных минералах цемента; б) располагающиеся в кварце галек, вдоль залеченных трещин, выходящих за границы галек. Отличие первичных включений от вторичных не всегда надежно, кроме уральских (обр. №№ 1 и 2).

По  $T_{\text{гом}}$  первичных включений (рис. 1А) кварцы галек разбиваются на две группы. Первая из них (обр. №№ 1—11) включает докембрийские конгломераты. Здесь размах температур самый большой — от 570 до 70°. Намечается понижение  $T_{\text{гом}}$  от конгломератов с полевыми шпатами и гранатами в цементе к конгломератам с кварц-серицитовым цементом и сохраняющимся гематитом. Все эти конгломераты характеризуют месторождения древних платформенных или приплатформенных структур. Вторая группа (обр. №№ 12—17) включает кварцы месторождений, располагающихся в пределах складчатых геосинклинальных областей. Здесь пределы колебаний  $T_{\text{гом}}$  уже (150—400°). Граница раздела групп четко совпадает с границами между олигомиктовыми докембрийскими конгломератами и полимиктовыми палеозойскими и мезозойскими. На примере уральских образцов (обр. №№ 1 и 2) видно, что гальки кварца конгломератов и кварц-микроклиновых жил (обр. № 18) обладают одинаковыми характеристиками, а молочно-белый кварц из жил, секущих рудные горизонты (обр. № 20), гораздо более низкотемпературен. Крупные кристаллы голубого кварца (обр. № 19) занимают промежуточное положение, но ближе к молочно-белому.

Различение кварца разных структурных провинций (рис. 1А) — дело достаточно сложное и требует большого материала, доступного для статистической обработки.

Результаты анализа  $T_{\text{гом}}$  вторичных включений можно свести к следующему.

1. Вторичные включения содержатся в кварцевых гальках всех конгломератов различного возраста, состава, структурной приуроченности и типа полезного ископаемого. Иными словами, гальки не представляют собой инертной массы, сохраняющей первичные свойства с момента захоронения в осадок. При залечивании микроскопических и субмикроскопических трещин захватываются включения, несущие информацию о составе

Таблица 1

Краткая характеристика конгломератов

№ обр.	Местонахождение	Возраст	Полезный компонент	Состав галека	Новообразованные минералы цемента
1	Урал, хобейнский горизонт	$Сm_1$	TR	Кв*, Гт, Сл	ПШ, Гр, Би, Му, Се, Хл
2	Урал, то же, гравелит	$Сm_1$	TR	Кв *	ПШ, Кв, Бл, Гр, Му, Се, Хл
3	Карелия, сариолий	$Pt_1$	Au?	Кв *	Кв, Се, Пи, Эл
4	Енисейский кряж, тасеевская серия	$PCm_3$	Слюда	Кв*, Кт, Ап	Пш, Кв, Би, Му, Се, Хл
5	Карелия, ятуллий	$Pt_3$	Au?	Кв *	Кв, Се, Хл
6	ЮАР (Доминион-риф)	$PCm_1$	U + Au	Кв *, Кт	Кв, Се, Хл, Пф, Му, Пи, Пн
7	ЮАР (Майн-риф)	$PCm_2$	U + Au	Кв *	Кв, Се, Пи, Хл
8	КМА, курская серия	$K_1$	Au?	Кв *	Кв, Се, Фу, Пи
9	ЮАР (Базаль-риф)	$PCm_3$	U + Au	Ка *, Кт	Кв, Се, Ге, Пи, Хл
10	Енисейский кряж, лопатинская свита	V	Au?	Кв *, Сл	Кв, Се, Кб, Пи, Ге
11	Рябинка, Алдан, омахтинская свита	$R_3$	Cu	Кв *, Яш	Кв, Се, Хл, Кб, Хл, Бн
12	Уч-Кулач, Зап. Узбекистан	$Pz$	Pb + Zn	Эф, Тф	Кб, Ба *, Га, Сф
13	Хакассия, самохвальская свита	$C_1$	$CaF_2$	Кв, Ин, Ос	Фл *, Кр, Гл
14	Лаба, Кавказ	$P_1$	Au	Кв*, Ин, Ос	Кб, Кр, Ли
15	То же, из цемента	$P_1$	Au		Кб *
16	р. Нарын, Узбекистан	Tg	Au	Кв *, Кт, ПШ, Яш, Ту	Кн
17	Хужир, мотская свита	V	Au	Кв *, Кт, Яш, Сл	Гл, Ли
18	Кварц-микроклиновая жила в гранитах основания				Кв *
19	Зональный крупный кристалл кварца из обр. № 18				Кв *
20	Молочно-белый кварц из прожилков, секущих конгломерат				Кв *

Примечание. Ап — аплит; Ба — барит; Би — биотит; Бн — борнит; Га — галенит; Ге — гематит; Гл — минералы глин; Гр — гранаты; Гт — граниты; Ин — интрузивные породы в целом; Кб — карбонаты; Кв — кварц; Кн — каолинит; Кр — кремнистое вещество; Кт — кварцит; Ли — лимонит, гидроксиды железа; Му — мусковит; Ос — осадочная порода; Пи — пирит; Пн — пирротин; ПШ — полевые шпаты; Се — серпигит; Сл — сланцы; Сф — сфалерит; Ту — турмалин; Тф — туфы; Пф — пиррофиллит; Фл — флюорит; Фу — фуксит; Хл — хлориты; Хп — халькопирит; Эл — элиодот; Эф — эффузивы; Яш — яшмы. Минералы и гальки указаны в порядке убывания. Звездочкой отмечены минералы, в которых изучались газопо-жидкие включения. Обр. №№ 18—19 — кварц из жил в районе Уральского месторождения конгломератов (обр. 1; 2).

растворов, их температурах. В конгломератах КМА все включения вторичны. Гальки этих конгломератов представляют собой однокристалльные зерна, местами подвергающиеся грануляции. По существу — это псевдоморфозы голубовато-зеленого кварца по гальке. В красноцветных конгломератах Хужира также есть вторичные трехфазные (газ + жидкость + соль) включения, в которых газовый пузырек исчезает при 140—120°; соль растворяется при 160°. Напомним, что для мотской свиты Восточного Саяна характерна общая соленость. Следовательно, и пластовые воды способны метаморфизовать обломочные породы. О сохранении первично-россыпных месторождений в древних осадках можно говорить в достаточной мере условно.

2.  $T_{\text{гом}}$  вторичных включений в кварце и в новообразованных минералах совпадают. В конгломератах Лабы (обр. № 14) вокруг галек кварца имеются кокардовые наросты кальцита, также содержащего включения (обр. № 15).  $T_{\text{гом}}$  в тех и других совпадают, изменяясь в пределах 70—160°.

3. Упорядочивание конгломератов по  $T_{\text{гом}}$  вторичных включений и по ассоциациям новообразованных минералов соответствуют друг другу. В наиболее высокотемпературных ассоциациях (Урал, Карелия, Енисейский край)  $T_{\text{гом}}$  двухфазовых включений 570°—280°. Для сульфидных

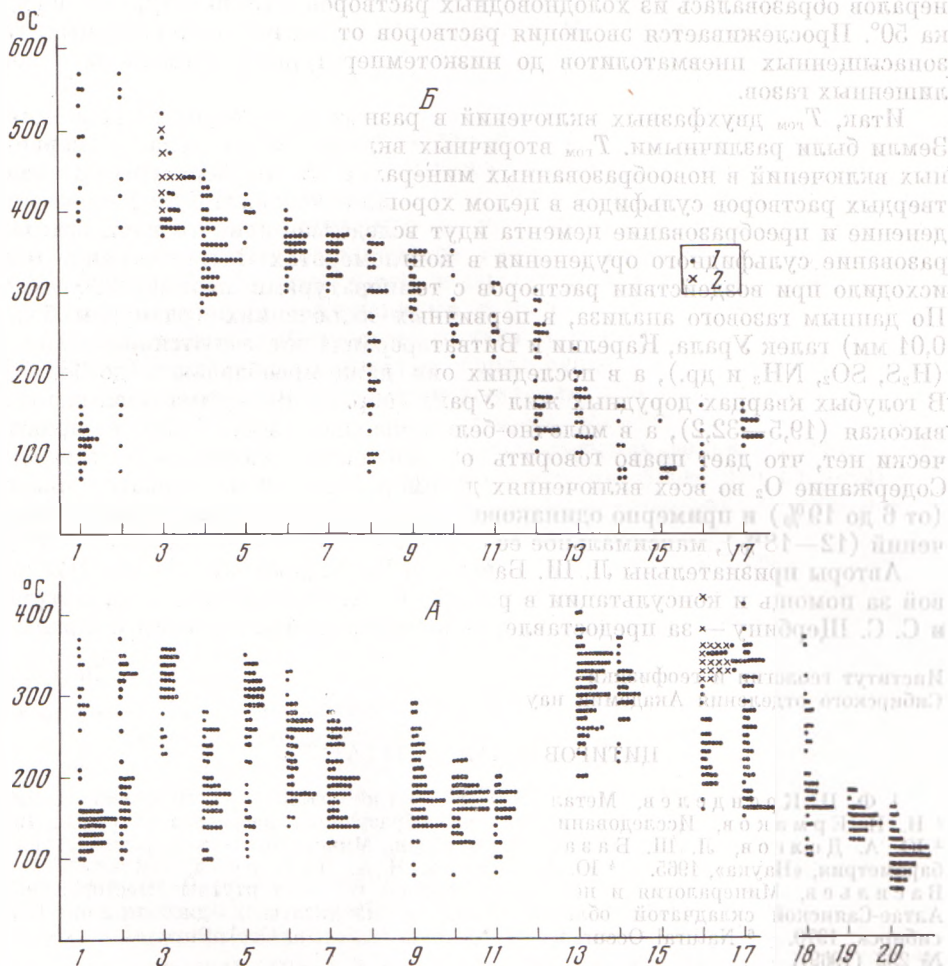


Рис. 1. График упорядочивания рудных конгломератов по  $T_{\text{гом}}$  первичных (А) и вторичных (Б) включений в галках. Номера по оси абсцисс соответствуют номерам месторождений в табл. 1. Каждая точка — одно измерение. 1 — включение гомогенизируется в жидкость, 2 — то же, в газ

конгломератов Витватерсранда, КМА, Енисейского края они ниже (400—220°) и соответствуют температурам исчезновения структур распада твердых растворов в системе халькопирит — борнит (в обр. № 11, Алдан, 225—300°). В полиметаллических, флюоритовых и золотых конгломератах с глинистыми минералами  $T_{\text{гом}}$  80—180°. Температуры образования оруденения в киноварных конгломератах Тувы и Алтая оцениваются<sup>(5)</sup> в 70—180°, а нингоита в ураноносных третичных конгломератах Японии<sup>(6)</sup> — в 30—70°. Следовательно, по аналогии с эпигенетическими гидротермальными месторождениями оруденение в конгломератах также может

подразделяться на высоко-, средне- и низкотемпературные. К типично россыпным могут относиться только совершенно не метаморфизованные разности конгломератов.

4. Гомогенизация в газовую фазу присуща конгломератам Карелии, претерпевшим метаморфизм высокотемпературных стадий. В полиметаллических, флюорито- и баритоносных конгломератах низкотемпературной стадии метаморфизма, в новообразованных барите, флюорите и карбонатах содержатся газово-жидкие и жидкие включения. Следовательно, часть минералов образовалась из холодноводных растворов с температурами порядка 50°. Прослеживается эволюция растворов от высокотемпературных, газонасыщенных пневматолитов до низкотемпературных термальных вод, лишенных газов.

Итак,  $T_{\text{гом}}$  двухфазных включений в разных структурных провинциях Земли были различными.  $T_{\text{гом}}$  вторичных включений в гальках и первичных включений в новообразованных минералах и температуры распада твердых растворов сульфидов в целом хорошо совпадают. Сульфидное оруденение и преобразование цемента идут вследствие единого процесса. Образование сульфидного оруденения в конгломератах Витватерсранда происходило при воздействии растворов с температурами порядка 220—400°. По данным газового анализа, в первичных включениях (размером более 0,01 мм) галек Урала, Карелии и Витватерсранда встречаются кислые газы ( $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  и др.), а в последних они даже преобладают (до 68,6%). В голубых кварцах дорудных жил Урала (обр. № 19) сумма кислых газов высокая (19,5—32,2), а в молочно-белых кварцах (обр. № 20) их практически нет, что дает право говорить об эволюции газовой составляющей. Содержание  $\text{O}_2$  во всех включениях докембрийских конгломератов низкое (от 6 до 19%) и примерно одинаковое. Углекислота обычна для всех включений (12—18%), максимальное ее содержание отмечено в обр. № 4—47%.

Авторы признательны Л. Ш. Базарову, Ю. А. Долгову и Н. А. Шугуровой за помощь и консультации в работе; П. К. Дементьеву, В. З. Негруде и С. С. Щербину — за предоставление образцов КМА, Карелии и Урала.

Институт геологии и геофизики  
Сибирского отделения Академии наук СССР

Поступило  
4 X 1974

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Ф. П. Кренделев, Металлоносные конгломераты мира, Новосибирск, 1973.  
<sup>2</sup> Н. П. Ермаков, Исследование минералообразующих растворов, Харьков, 1950.  
<sup>3</sup> Ю. А. Долгов, Л. Ш. Базаров, В сборн. Минералогическая термометрия и барометрия, «Наука», 1965. <sup>4</sup> Ю. А. Долгов, Н. А. Шугурова, там же. <sup>5</sup> В. И. Васильев, Минералогия и некоторые вопросы генезиса ртутных месторождений Алтае-Саянской складчатой области, Автореф. кандидатской диссертации, Новосибирск, 1970. <sup>6</sup> Natural Occurrence of Uranium in Japan. Geol. Surv. of Japan, Rep. № 232 (1969).