

В. А. Попов, Е. П. Макагонов, С. Н. Никандров

## О НОВЫХ ПРОЯВЛЕНИЯХ КАРБОНАТИТОВ НА УРАЛЕ

V. A. Popov, E. P. Makagonov, S. N. Nikandrov

### ABOUT NEW SETTINGS OF CARBONATITES ON THE URALS

In Ilmenogorsk and Murzinsko-Aduisk complexes of metamorphic rocks on the Urals, the new setting of carbonatites, spatially connected with ultrabasites and metasomatites of skarn type, are found out. In carbonatites, besides carbonates, chrome-containing diopside, pargasite, phlogopite, and scapolite there are pyrrhotite, pentlandite, chalcopyrite, chromite, scheelite, graphite, pink spinel, leucosapphire and ruby, chrome-vanadium garnet, monazite, samarskite, tourmaline, magnetite, rutile, zircon.

В уральских комплексах высокометаморфизованных пород давно известны жильные, линзовидные, пластовые, штокообразные и другие тела карбонатных пород. Одни из них по ряду признаков относят к карбонатитам [1, 6, 9], другие же рассматриваются как метаморфизованные известняки, мраморы, кальцифиры, карбонатные метасоматиты, гидротермальные жилы и жильные скарны [5, 6, 9; и др.]. Расшифровка их происхождения важна для целей прогноза минерализации, постановки исследований, определения геодинамических обстановок. Однако, не всегда генезис карбонатных пород очевиден. Геологическая информация о некоторых карбонатных телах (особенно, согласно залегающих) часто недостаточна для их диагностики, а интервалы колебаний геохимических характеристик и минеральные парагенезисы могут перекрываться. В такой ситуации онтогенез минеральных индивидов и агрегатов является решающим в суждении о происхождении горной породы, что впервые для карбонатитов рассмотрел А. Г. Жабин [3].

При съемочных и тематических работах в Ильменских горах и на площади Алабашского жильного поля зернистые карбонатные породы назывались мраморами и кальцифирами в предположении их изначально осадочного происхождения палеозойского возраста [5, 6], хотя фауны для датирования не обнаружено. Если редкометалльные карбонатиты, внешне иногда похожие на мраморы, в Ильменских горах известны в тесной пространственной связи с телами щелочных пород [9], то в районе Мурзинки тела магматических пород карбонатитовых комплексов не были известны.

В 1997 году на Алабашском пегматитовом поле (северо-восточнее д. Мурзинки) мы обратили внимание на многочисленные карбонатные тела, встречающиеся среди гнейсов и амфиболитов. Внешне карбонатные агрегаты походят на средне-и крупнозернистые мраморы, содержащие вкрапления флогопита, диопсида, скаполита, апатита, титанита, рутила, магнетита, пирротина, молибденита, графита, иногда хромита, розовых корунда и шпинели, тремолита и паргасита. В шлихах из некоторых тел отмечаются монацит, пирит, халькопирит, пентландит, турмалин, циркон и ярко-зеленый гранат (хром-ванадиевый по устному сообщению А. Ю. Кисина). В керне многих скважин наблюдались резкие контакты силикатно-карбонатных жил (мощностью от первых сантиметров до нескольких метров) с амфиболитами, гнейсами, ранними пегматитами, ортитовыми порфирированными гранитами и редкими мелкими телами гипербазитов.

Специальные наблюдения взаимоотношений карбонатных тел проведены в районе бывшей д. Нижней Алабашки. Здесь, в 200 м южнее деревни есть Мраморный лог, где добывался мрамор на флюс для Сусанского завода [10], а напротив, на левом берегу р. Алабашки, находится Мраморный мыс с выходами карбонатных тел среди гнейсов (рис. 1). Карбонатные жилы пронизывают вмещающие породы в разных направлениях, и ранние жилы пересекаются поздними. Жилы выполняют трещины, возле которых развиты разнообразные скарноиды малой или значительной мощности. Некоторые скарноиды содержат разное количество кварца наряду с диопсидом, скаполитом, роговой обманкой, титанитом и апатитом. Скарны и скарноиды развиты шире, чем карбонатные жилы, и предшествуют или частично перекрываются с последними по времени образования. Судя по взаимоотношениям со скарнами, близкий к карбонатным породам относительный возраст имеют и гипербазиты, с которыми комагматичными могут оказаться щелочные ортотектиты, отмеченные

здесь Г. Б. Ферштатером с соавторами [11]. После скарнов и карбонатных тел образовались гранитные пегматиты с самоцветами, грейзены, березиты и аргиллизиты.

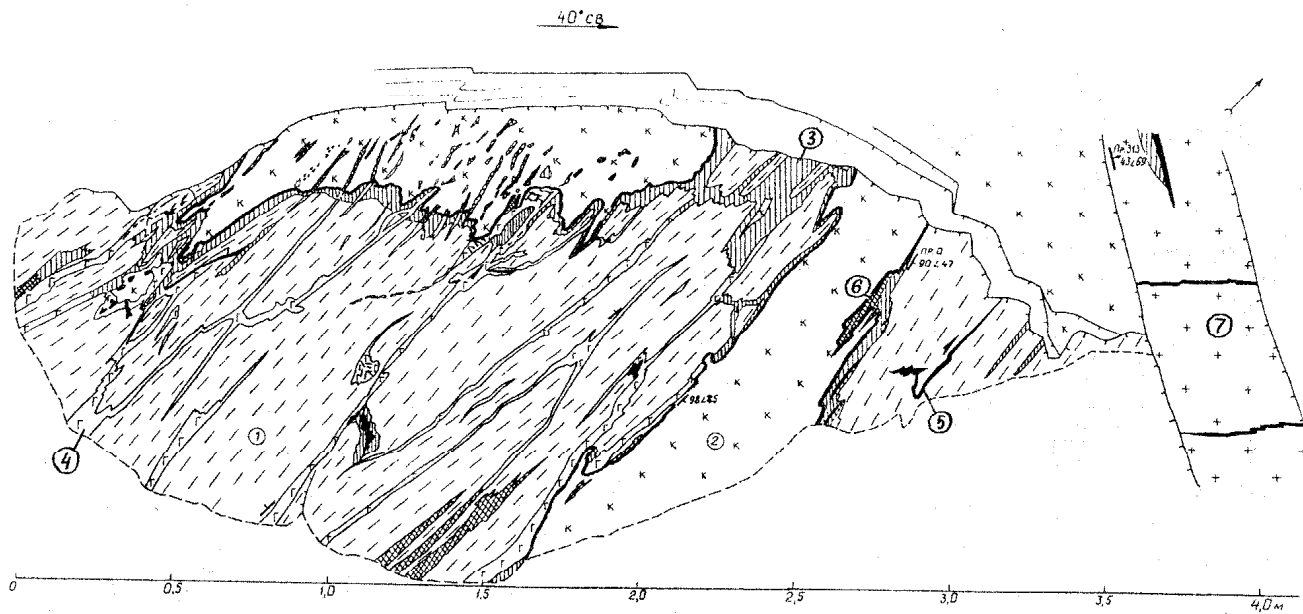


Рис. 1. Карбонатитовые тела на Мраморном мысу возле Нижней Алабашки (план):

1 — гнейсы; 2 — карбонатные тела; 3 — пироксен-скаполитовые метасоматиты; 4 — ранние гранитные пегматиты; 5 — кварцевые жилы; 6 — скаполит-диопсидовые жилки; 7 — среднезернистый гранит

Среди карбонатных тел есть весьма простые по строению (особенно, мелкие) и сложные, плосчатые и брекчиевидные, со следами пластических и хрупких деформаций. Встречаются тела скарноидов, насыщенные карбонатными «пузырями» подобно вспененным базальтам. Преобладают кальцитовые «мраморы», но есть двукарбонатные и доломитовые. При дроблении карбонатные породы издают резкий углеводородный запах.

Многие участки карбонатных тел сохранили реликты структур первичной кристаллизации. Есть жилы с геометрическим отбором в минеральных агрегатах от контактов жил внутри карбонатного тела. Встречаются жилы с удивительно однородными структурами (рис. 2), где зарождение индивидов карбонатов, силикатов, оксидов, сульфидов, фосфатов и графита было во всем объеме тела, и нет признаков гравитационного расслоения, что можно интерпретировать как результат кристаллизации из магмы. Индукционные поверхности между индивидами всех минералов агрегата указывают на их одновременный рост.

Особенно наглядным примером магматической кристаллизации является силикатно-карбонатный агрегат зеленой по цвету жилки мощностью 1.5—2 см, пересекающей кальцитовый «мрамор» в керне сважины 612 на глубине 21 м (участок Могол). Агрегат состоит из зерен кальцита (65%), хромдиопсида, хромпаргасита, хромфлогопита, пирротина, пирита, халькопирита, пентландита, хромита и графита (рис. 2). Между всеми минералами наблюдаются индукционные поверхности одновременного или частично одновременного роста. Состав минералов приведен в таблице 1.

По данным анализа рассчитаны кристаллохимические формулы минералов:

хромовый паргасит  $\text{Na}_{0.6}\text{K}_{0.2}\text{Ca}_{1.95}(\text{Mg}_{4.33}\text{Cr}_{0.36}\text{Al}_{0.24}\text{Fe}_{0.07})_5(\text{Si}_{6.42}\text{Al}_{1.58})_8\text{O}_{22}(\text{OH}_{1.5}\text{F}_{0.5})$ ;

хромовый диопсид  $\text{CaMg}(\text{Si}_{1.94}\text{Al}_{0.06})_2\text{O}_6$ ;

хромовый флогопит  $\text{K}_{0.85}\text{Na}_{0.05}(\text{Mg}_{2.83}\text{Cr}_{0.1}\text{Fe}_{0.03}\text{Ti}_{0.02})_{2.98}(\text{Al}_{1.2}\text{Si}_{2.8})_4\text{O}_{10}(\text{OH}_{1.62}\text{F}_{0.38})_2$ .

Из других минералов на микрозонде исследован состав хромита, халькопирита, пирротина и пентландита. В хромите определены (мас. %):  $\text{Al}_2\text{O}_3$  8.96; MgO 14.65;  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  65.66; FeO 8.16; MnO 0.52; ZnO 1.95; сумма 99.90, эмпирическая формула  $(\text{Mg}_{0.71}\text{Fe}_{0.23}\text{Zn}_{0.05}\text{Mn}_{0.01})(\text{Cr}_{1.66}\text{Al}_{0.34})_2\text{O}_4$ . Состав халькопирита: S 34.6; Fe 30.31; Cu 34.32; Zn 0.02; As 0.04; сумма 99.29, что дает формулу  $\text{CuFeS}_2$ . В составе пирротина обнаружены: Fe 40.30; S 57.90; Ni 1.24; As 0.03, при расчетной формуле  $\text{Fe}_{0.93}\text{S}$ . Состав пентландита: Ni 36.3; Fe 30.91; S 33.45; As 0.01; сумма 100.67, эмпирическая формула  $(\text{Ni}_{4.75}\text{Fe}_{4.25})_9\text{S}_8$ .

Секущее положение рассмотренных карбонатных тел, их структура, минеральные парагенезисы и наличие в составе минералов хрома, редких земель, бария позволяют интерпретировать их как карбонатиты.

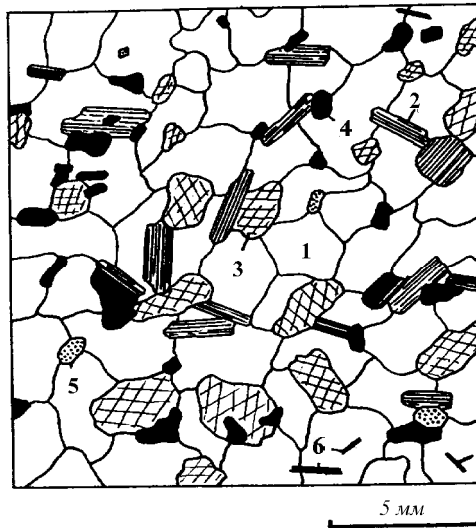


Рис. 2. Структура карбонатитов в маломощной жиле участка Могол:  
 1 — кальцит; 2 — флогопит; 3 — сростки паргасита с диопсидом; 4 — сростки пирротина с пентландитом и халькопиритом; 5 — хромит; 6 — графит

ралов хрома, редких земель, бария позволяют интерпретировать их как карбонатиты.

В 1996 году в Ильменских горах на северо-западном берегу оз. Большое Миассово нами оконтурено тело крупнозернистых «мраморов» среди гнейсов и амфиболитов кыштымской толщи (копь 287). В плане тело имеет линзовидную форму (20 × 50 м). В эндоконтактных частях развиты друзовые агрегаты «скарновых» минералов — диопсида, тремолита, паргасита, флогопита, скаполита, гроссуляр-андрадита, титанита, апатита, плагиоклаза, пирротина, пирита, кальцита. Внутри тела агрегат сложен разнозернистым кальцитом, подчиненным доломитом и редкими включениями флогопита, тремолита, графита, апатита, пирротина, пирита, корунда, дравита, розовой шпинели, циркона, самарскита-(Y). Все минералы горной породы имеют индукционные поверхности совместного одновременного роста с карбонатами.

Другое субизометричное тело «мраморов» находится в 3.5 км южнее на берегу оз. Большое Миассово — на Мраморном мысу в Узкой курье (копь 228). Здесь в 1978 году Б. В. Чесноков обнаружил в карбонатной породе мелкий рассеянный шеелит, синхронно выросший с кальцитом, апатитом, графитом, флогопитом и плагиоклазом. Окружающие гнейсы и амфиболиты скарнированы (фенитизированы) вдоль согласных и секущих их полосчатость трещин. Основными минералами метасоматитов являются диопсид-геденбергит, гроссуляр-андрадит, роговая обманка, скаполит, биотит, полевые шпаты, кальцит, эпидот, кварц, пирротин, апатит, графит, ортит (алланит).

Таблица 1

Химический состав минералов из карбонатитов «зеленой» жилки участка Могол (мас. %)

№№ п.п.	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	FeO	MnO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	F	Сумма
1	2.22	1.11	13.11	20.88	0.47	-	46.66	10.72	3.28	0.34	0.33	98.96
2	0.28	0.02	26.15	18.63	0.19	0.05	53.26	0.53	0.97	0.08	-	100.18
3	0.39	9.79	-	27.82	0.36	-	40.99	15.02	1.77	0.44	0.63	96.93
4	-	-	57.90	1.38	0.07	0.02	-	-	-	0.03	-	59.40

Примечание: 1 — хромовый паргасит, 2 — хромовый диопсид, 3 — хромовый флогопит; 4 — кальцит. В анализе 4 дополнительно определены: BaO 0.04 и Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.05 мас. %. H<sub>2</sub>O и CO<sub>2</sub> не определялись. Микронзонд JXA-733, аналитик Е. И. Чурин, ИМин.

Оба названных тела карбонатных пород по взаимоотношениям и составу минералов также можно отнести к карбонатитам. Они локализованы в разломной зоне между еланчиковской и кыштымской толщами, насыщенными здесь мелкими и средними телами гипербазитов, широко проявленными скарноидами, биотитовыми и амфиболовыми метасоматитами с корундом и герцинитом. Щелочные породы и фениты находятся в 2 км западнее данной полосы.

Если рассмотренные нами объекты правильно определены как карбонатиты, то необходимо расширить геохимические и минералогические характеристики их. В частности, карбонатитовыми минералами следует считать графит, корунд, скаполит, шпинель, хромит, чевкинит, шеелит, по которым ранее были сомнения [4]. Наличие графита и хромита сближает рассмотренные карбонатиты с кимберлитовыми, и следовательно, нельзя исключать находки алмазов на Урале в связи с новыми типами карбонатитов. Среди геохимических характеристик карбонатитов необходимо отмечать обогащенность некоторых из них хромом, вольфрамом, никелем (наряду с известными барием, стронцием, ванадием, редкими землями и редкими металлами).

Связь карбонатитов с фенитами и карбонатными метасоматитами известна давно. Некоторые исследователи указывают пространственную связь их со скарнами и другими метасоматитами [3, 4]. Очевидно, что между фенитами и скарнами нет резкого различия. Можно полагать, что гигантские колонны тепломассопереноса в мантии и в земной коре развиваются по-разному в конкретных геологических условиях. Некоторые из них дают крупные магматические и метасоматические сложные тела центрального типа (в них описаны классические карбонатиты). Другие колонны имеют ярко выраженный линейный (разломный) характер (Черниговская зона на Украине, Ильменогорско-Вишневогорская и Липовско-Мурзинская на Урале). По-видимому, может проявиться третий тип систем, когда мелкие и средние по величине тела гипербазитов, карбонатитов и соответственных метасоматитов рассредоточены вдоль, например, рифтовой зоны. Рифтогенное происхождение множества мелких тел гипербазитов и вмещающих пород в Ильменских горах предполагает А. С. Варлаков [2].

На пути следования глубинных флюидов, скарнообразующая часть общей системы тепломассопереноса, подобно фенитообразующей, по-видимому, в отдельные отрезки времени может выродиться в карбонатитообразующую (вплоть до появления карбонатных магм). Если это предположение верно, то расширяется круг объектов, которые следует относить к карбонатитам, появляется необходимость пересмотра генезиса некоторых карбонатных геологических объектов. В частности, желательна вновь рассмотреть происхождение таких классических объектов, как флогопитовые месторождения Алдана и Слюдянки, месторождения благородной шпинели и рубина в мраморах на Памире и Урале, карбонатные образования на Сарановском и других хромитовых месторождениях, знаменитые перовскитовые объекты Шишимских и Назямских гор на Южном Урале и многие другие. Наши исследования минеральных агрегатов в перовскитовых коях Южного Урала показали, что перовскит, гранат, везувиан, хлорит, магнетит (иногда с редким цирконом) выросли большей частью синхронно с кальцитом в полостях. В перовскитовых коях на Южном Урале в последнее время найдены типоморфные карбонатитовые минералы — кальцитрит и бадделейт [7, 8].

Нам представляется, что на Урале карбонатиты развиты намного шире, чем ранее считалось, а минералогические и геохимические особенности их разнообразнее известных. Это существенно расширяет возможную постановку поисковых работ на карбонатитовые виды полезных ископаемых [1]. По-иному могут рассматриваться и геодинамические обстановки в связи с глубинными карбонатитовыми системами. Наличие карбонатитов в некоторых случаях может указывать на возможность обнаружения кимберлитов или туффзитов. Следовательно, генетическая интерпретация карбонатных пород (кальцифиры или карбонатиты ?) важна в часто встречающихся сложных ситуациях, особенно в высокометаморфизованных комплексах пород, где пластические деформации затушевали положение некоторых карбонатных тел.

За помощь в организации работ на Алабашском пегматитовом поле авторы благодарят А. А. Канонерова.

### Литература

1. Белковский А. И., Белковская Я. А., Локтина И. Н., Нестеров А. Р. Карбонатиты Центрально-Уральского поднятия // Магматизм, метаморфизм и глубинное строение Урала, ч. 2. Екатеринбург: УрО РАН, 1997. С. 216—220.
2. Варлаков А. С. Рифтогенные доэвгеосинклинальные офиолиты в допалеозойской истории Урала // Эволюция офиолитовых комплексов. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1981, с. 34—48.
3. Жабин А. Г. Сингенез и метаморфизм карбонатитов. М. : Наука, 1971. 167 с.
4. Капустин Ю. Л. Минералогия карбонатитов. М. : Наука, 1971. 288 с.
5. Коровко А. В. Магматизм и металлогения Мурзинской и Режевской зон (Средний Урал). Автореф. дисс. к. г. - м. н. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1988. 24 с.
6. Левин В. Я. Щелочная провинция Ильменских-Вишневых гор. М. : Наука, 1974. 223 с.
7. Нестеров А. Р., Белковский А. И. Минералогия уральского бадделейта // Уральская летняя минералог. школа-96. Екатеринбург: УГГГА, 1996. 186 с.

8. *Спиридонов Э. М., Гекимянц В. М., Куликова И. М.* Упорядоченный кальциртит  $\text{Ca}_2\text{Ti}_2\text{Zr}_5\text{O}_{16}$  родингитовой ассоциации Зеленцовской копи, Южный Урал // Уральская летняя минералог. школа-95. Екатеринбург: УГГГА, 1995. С. 41—43.

9. *Таланцев А. С., Петрова Г. А.* Условия и механизм формирования карбонатитов Ильменогорско-Вишневогорского щелочного комплекса. Свердловск: УрО АН СССР, 1991. 70 с.

10. *Ферсман А. Е.* Избранные труды, т. 7. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 592 с.

11. *Ферштатер Г. Б., Бородин Н. С., Коровко А. В., Кокоулин В. А.* Новые данные о геологическом строении Мурзинского гранитного массива (Средний Урал) // Ежегодник-85. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1986. С. 50—51.