

А.И.РУСИН, А.Г.НОСКОВ

СОСТАВ ГРАНАТОВ И МЕТАМОРФИЗМ СЫСЕРТСКОГО КОМПЛЕКСА

В публикациях по сысертскому комплексу, рассматриваемому в качестве эталонного объекта "купольной" модели развития метаморфизма на Урале /1/, можно найти лишь общие сведения о фациальных условиях метаморфизма. Основывались они на данных по ильменогорскому комплексу, удаленному более чем на полторы сотни километров к югу и имеющему больше отличий (массивы щелочных пород, широкое развитие гранитных blastsомилонитов с включениями раннедокембрийских блоков и др.), чем сходства (сланцы еланчикской и заозерной толщ), с сысертским комплексом. Анализа парагенезисов с выделением критических ассоциаций не проводилось, а лишь указывалось присутствие кианита и силлиманита (фибrolита), имеющих очень широкие пределы устойчивости. Условно как докембрийский определялся и возраст шумихинской и черновской "серий", слагающих основной объем комплекса и выделенных в 50-х годах Г.А.Кейльманом в процессе съемочных работ. Последующие исследования по стратиграфическому расчленению этих серий с некоторыми изменениями их объемов /3/ не дали новой надежной информации ни о возрасте, ни о метаморфизме, но расширили сведения о вещественном составе иткульского комплекса, сложенного породами черновской "серии", и подтвердили предположение об его офиолитовой природе. Лишь только комплексное радиологическое изучение пород и минералов сысертского комплекса, проведенное в последние годы, выявило палеозойский возраст не только метаморфизма, но и субстрата черновской и шумихинской толщ, а полученные нами представительные данные о составах сосуществующих минералов, и в первую очередь гранатов, позволяют определить и фациальные условия метаморфизма, вводящие ряд ограничений в существующие модели.

Несмотря на значительные различия в литолого-петрохимическом составе черновской (преимущественно метабазитовой) и шумихинской (преобладание кремнекислых пород повышенной основности) толщ, качественная характеристика в

Магнезиальность сосуществующих минералов и температура образования пород сысертского комплекса

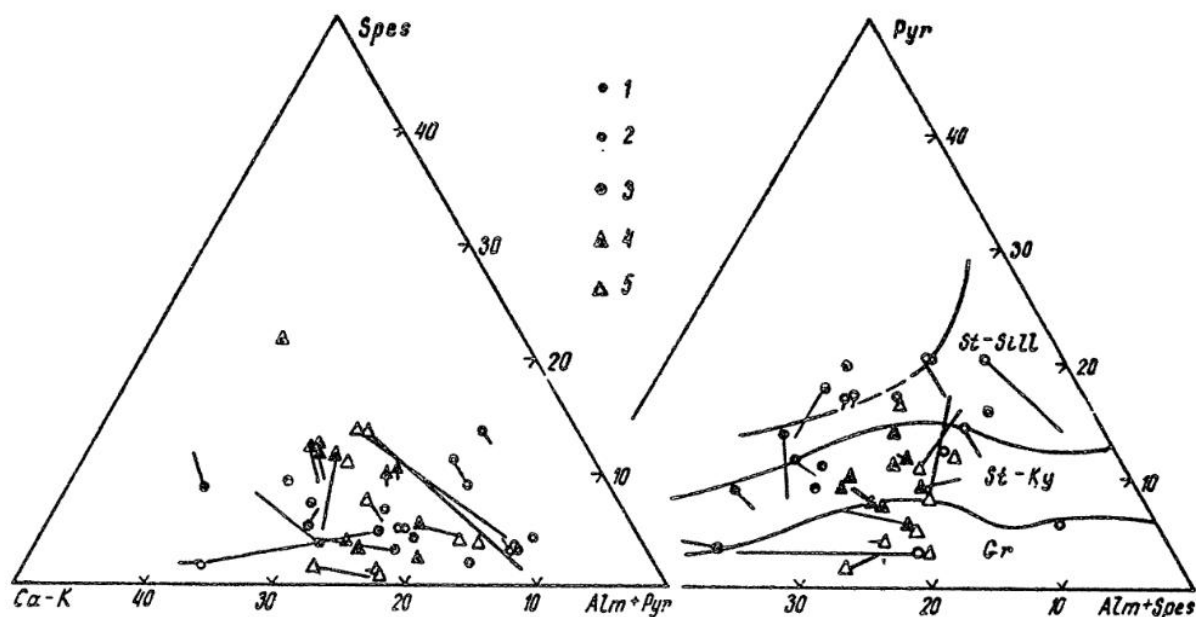
№ пробы	x_{Mg}^{Gr}	x_{Mn}^{Gr}	x_{Mg}^{Bt}	x_{Mg}^{Hb}	Температура, °C		
					Bt-Gr	Hb-Gr	Hb-Bt
Шумихинская толща							
C-238/II,0	<u>0,221</u>	<u>0,033</u>	0,545		<u>637</u>	-	-
	0,189	0,044			<u>597</u>		
C-240/6,0	<u>0,118</u>	<u>0,118</u>	0,421	-	<u>605</u>	-	-
	0,099	0,162			<u>577</u>		
C-241/20	<u>0,149</u>	<u>0,096</u>	0,490	-	<u>597</u>	-	-
	0,132	0,114			<u>555</u>		
C-242/31,2	<u>0,174</u>	<u>0,047</u>	0,466	-	<u>603</u>	-	-
	0,105	0,105			<u>542</u>		
C-244/49,7	<u>0,147</u>	<u>0,069</u>	0,514	<u>0,482</u>	<u>568</u>	<u>580</u>	<u>580</u>
	0,127	0,085		<u>0,472</u>	<u>541</u>	<u>550</u>	<u>565</u>
C-245/53	<u>0,196</u>	<u>0,059</u>	0,548	-	<u>607</u>	-	-
	0,195	0,060			<u>606</u>		
C-246/71,9	<u>0,050</u>	<u>0,030</u>	0,441	-	<u>413</u>	-	-
	0,032	0,031			<u>435</u>		
C-247/79	-	-	0,589	0,507	-	-	560
C-248/54	0,145	0,128	0,487	-	601	-	-
C-218/41,5	0,147	0,080	0,530	-	559	-	-
C-221/39	0,118	0,109	0,490	-	549	-	-
Черновская толща							
P-582-2	<u>0,036</u>	<u>0,089</u>	0,217	-	<u>539</u>	-	-
	0,040	0,053			<u>550</u>		
P-582-3	<u>0,094</u>	<u>0,165</u>	0,575	-	<u>470</u>	-	-
	0,181	0,033			<u>560</u>		
P-499-5	<u>0,161</u>	<u>0,118</u>	-	0,508	-	<u>555</u>	-
	0,157	0,110			<u>550</u>		
P-501-3	<u>0,054</u>	<u>0,017</u>	0,328	-	<u>501</u>	-	-
	0,059	0,013			<u>517</u>		
P-584-I	<u>0,136</u>	<u>0,115</u>	-	0,489	-	<u>520</u>	-
	0,159	0,128			<u>570</u>		
P-584-2	<u>0,096</u>	<u>0,154</u>	-	<u>0,384</u>	-	<u>510</u>	-
	0,109	0,121		<u>0,383</u>	<u>560</u>		
P-585-I	<u>0,065</u>	<u>0,079</u>	-	<u>0,363</u>	-	<u>450</u>	-
	0,088	0,067		<u>0,391</u>	<u>500</u>		
P-589-I	0,097	0,206	0,528	-	564	-	-

Примечание. В числителе - центр зерна, в знаменателе - край. Пробы C-238 - C-248 - из северной части района (профиль с востока на запад), C-218, C-221 - юго-западные выходы на широте оз. Сысертское; пробы черновской толщи - из района оз. Иткуль.

них однотипных парагенезисов может быть практически идентичной ($\text{Nb} + \text{Pl} + \text{Q} \pm \text{Vt} \pm \text{Gr} \pm \text{Bt} \pm \text{Mu} \pm \text{Gr} \pm \text{St} \pm \text{Ky}$), свидетельствующей о принадлежности в целом к ставролитовой фации. Обнаруженная нами в черновских сланцах критическая ассоциация $\text{St}-\text{Chl}$ в верхних зонах ставролитовых фаций не встречается. Спорадическое же развитие фибrolита, отличающее шумихинские "гнейсы", допускает возможность отнесения их к относительно более высокотемпературным зонам. Именно последнее обстоятельство, а также высокая насыщенность шумихинской толщи гранитоидным материалом (мелкие тела, жилы пегматитов, согласные и секущие прожилки), как и большая кристалличность пород, представлялись предшествующим исследователям достаточными для выделения высокотемпературного амфиболитового "гнейсово-мигматитового ядра". Нами уже приводились доводы об инъекционной природе этих мигматитов и отсутствии генетической связи их с метаморфизмом /4/, что подтверждают и новые данные.

Составы минералов в однотипных парагенезисах шумихинской ($\text{Nb}_{49-53} + \text{Pl}_{24-40} + \text{Q} \pm \text{Vt}_{48-58} \pm \text{Gr}_{78-87}$) (82-86); $\text{Pl}_{16-28} + \text{Q} + \text{Vt}_{45-51} \pm \text{Mu}_{60} \pm \text{Gr}_{77-84}$ (80-85) $\pm \text{St}, \text{Ky}, \text{Sill}$) и черновской ($\text{Nb}_{49-63} + \text{Pl}_{6-26} + \text{Q} \pm \text{Vt}_{47-63} \pm \text{Gr}_{93-95}$) (85-91); $\text{Pl}_{15-27} + \text{Q} + \text{Vt}_{58-78} \pm \text{Mu}_{62} \pm \text{Gr}_{86-98}$) (81-96) $\pm \text{St}, \text{Ky}$) толщ имеют заметные отличия, связанные как с влиянием валового состава пород, так и с P-T-параметрами метаморфизма. Анализ этих парагенезисов позволяет говорить, что максимум метаморфизма пород черновской толщи не превышал среднетемпературных зон ставролитовой фации, а метаморфические преобразования пород шумихинской толщи происходили в температурном интервале верхов ставролитовой фации и в фации мусковит-биотитовых гнейсов, ограничиваемой сверху устойчивостью мусковита с кварцем. В таких температурных условиях возможность выплавления даже минимальных гранитов, а не плагиогранитных прожилков, как в шумихинских "гнейсах" в соответствии с экспериментами очень проблематична. Наглядной иллюстрацией приведенных заключений могут являться количественные оценки температур (см. таблицу), в соответствии с которыми давление при метаморфизме не могло превышать 6,0-6,5 кбар.

Специальное микрозондовое исследование гранатов сысертского комплекса выявило ряд интересных особенностей их компонентного состава (см. рисунок). Так, гранаты из богатых CaO пород шумихинской толщи явно выделяются высоким содержанием Ca -компонента, а из бедных - пиропового минала. В черновской толще эти различия менее значимы и проявляются в кианит-ставролитовой зоне. Любопытно, что марганцовистость гранатов в обеих толщах изменяется в одном интервале, но несколько повышенные содержания спессартина чаще отмечаются в породах черновской толщи. Гранаты диафторитов шумихинской толщи, пользующиеся незначительным развитием, характеризуются наиболее низкими концентрациями пироба и спессартина, а содержание Ca -компонента в них увеличивается к краям зерен. Наиболее же яркое различие заключается в постоянно наблюдаемой прогрессивной зональности в гранатах черновской толщи и регрессивной - шумихинской. По мнению С.П.Кориковского /2/, смена в гранатах прямой зональности на обратную вообще характерна для зональных метаморфических комплексов. Инверсия происходит обычно в середине ставролитовой фации и объясняется особенностями флюидного режима в разнотемпературных зонах на регрессивной стадии. Та-



Компонентный состав гранатов сысертского комплекса.

I-3 - шумихинская толща: I - богатые CaO породы, 2 - то же, бедные, 3 - диафториты; 4, 5 - черновская толща: 4 - богатые CaO породы, 5 - то же, бедные

кая трактовка позволяет предполагать существование единой зональности в сысертском комплексе, а интенсивное проявление регрессивных процессов, в том числе и кислотного выщелачивания, только в среднетемпературных сланцах шумихинской толщи, насыщенной гранитоидным материалом. В этом случае иньекци-и-гранитоидов должны быть синхронны прогрессивному этапу метаморфизма.

В заключение следует сделать некоторые общие замечания. Минеральные парагенезисы сысертского комплекса не содержат реликтовых ассоциаций высоко-температурной амфиболитовой фации, характерных для зон ультраметаморфизма, и возникли в результате раннекаменноугольного термального события, обусловленного, видимо, внедрением орогенных гранитоидов. Исходным субстратом шумихинских "гнейсов", как показывает предварительный анализ, могли быть островодужные образования, залегающие на офиолитовом основании (черновская толща). В результате более поздних коллизионных процессов, латерального перемещения "шумихинской пластины", фиксируемого зоной калиевых бластомионитов в ее подошве, и явно более интенсивных деформаций в подстилающих метаофиолитах первичная метаморфическая зональность была нарушена. Перемещение "шумихинской пластины" сопровождалось деформацией изоградных поверхностей, отмечаемой при детальном анализе состава гранатов в северном пересечении. Такая трактовка современной структуры сысертского комплекса не противоречит результатам геологосъемочных работ и геофизическим данным.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

1. К е й л ь м а н Г.А. Мигматитовые комплексы подвижных поясов. М.: Недра, 1974.
 2. К о р и к о в с к и й С.П. Эволюция зонально-метаморфических комплексов на прогрессивном и ретроградном этапах // Закономерности метамагматизма, метасоматизма и метаморфизма. М., 1987. С.160-188.
 3. Р а е в с к и й А.Н., П а р н а ч е в В.П. Строение Иткульско го опорного разреза позднедокембрийской сайтовской серии на Среднем Урале. Свердловск, 1988.
 4. Р у с и н А.И. Мигматиты метаморфических комплексов Урала // Мета - морфизм горных пород Урала. Свердловск, 1979. С.62-100.
-