

А.А.Ефимов, Д.Г.Берлибле

**О ПРИРОДЕ ЖИЛЬНОЙ ПЛАГИОПЛИТОВОЙ («ПЛАГИОКЛАЗИТОВОЙ») СЕРИИ
ГУСЕВОГОРСКОГО ТИТАНОМАГНЕТИТОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В КАЧКАНАРСКОМ
МАССИВЕ (ПЛАТИНОНОСНЫЙ ПОЯС УРАЛА)**

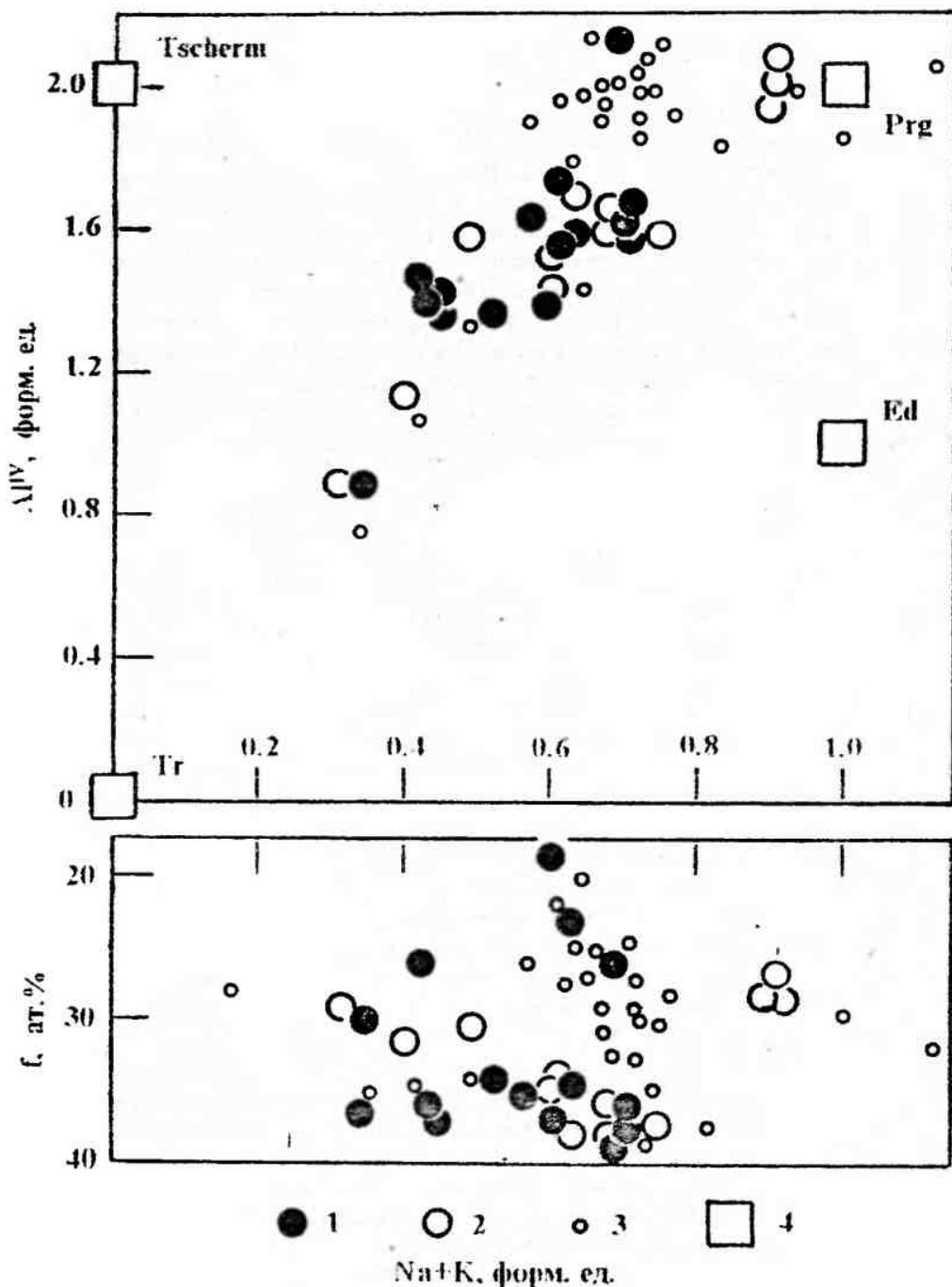
В Качканарском массиве известна серия ультралейкокатовых, существенно плагиоклазовых, обычно бескварцевых жильных пород - аналога «плагиоаплитов» Л.Дюпарка [12], описанных здесь как «роговообманковые (сиенито-диоритовые) аплиты» и как «плагиоклазовые аплиты (плагиоклазиты)» с плагиоклазом Ap_{16} - Ap_{46} - у Н.К. Высоцкого [2, с.43]. Более поздние работы содержат сведения о геологии и отчасти о минеральном и химическом составе серии [1, 8, 11]. В.Г. Фоминых и Ю.А.

Волченко [9] на основании химических данных, опубликованных позднее [10], выделили в ней несколько, по их мнению, разновозрастных групп. Вопрос о генезисе качканарских плагиаплитов практически не обсуждался. В.Г. Фоминых и другие трактовали их как «жильные низкотемпературные образования, связанные со становлением плагиогранитных интрузий восточного склона Урала» [10, с.55]. Между тем этот вопрос крайне интересен, и не только потому, что в рудных карьерах Качканарского ГОКа плагиаплитовые жилы составляют местами по объему до 20% и более горной массы. Здесь имеет место фундаментальное противоречие между полевыми данными и теоретическими ограничениями, которое до сих пор не было отчетливо сформулировано. А именно: с одной стороны, жилы выполняют пространство, образовавшееся при хрупком разрыве твердого монолита, - наблюдается как будто бы бесспорная картина внедрения магматической жидкости. Но, с другой стороны, существование плагиоклазовой жидкости невероятно, поскольку противоречит экспериментально установленным законам кристаллизации силикатных систем. Любая модель образования плагиаплитовой серии должна учитывать эти два основополагающих ограничения.

Сеть плагиаплитовых жил слагает неясно очерченный ареал в несколько квадратных километров, приуроченный к Гусевогорскому полю рудных пироксенитов и горячему тектоническому шву, связывающему Гусевогорский и Качканарский блоки [5]. Сохранение рудного поля и жильного штокверка безусловно случайно. Зона массового развития жил, вскрытая в бортах трех гигантских карьеров Гусевогорского месторождения, фиксирует некую зону хрупкого разрыва и дробления твердой габбро-пироксенитовой матрицы, т.е. не выходящую за внешний контур массива зону тектонического растяжения. Все цитированные авторы едины в том, что плагиаплитовое вещество слагает жильный штокверк, выполнивший сеть разрывов в твердой матрице. Первое впечатление таково, что жильная порода внедрилась в пироксенит в виде магматической жидкости и лишь механически, почти без всякого взаимодействия, если не считать хорошо известных роговообманковых реакционных кайм, сцементировала его обломки. Морфологически эта картина идентична описанной для плагиогранитовых штокверков и брекчий в других массивах Платионосного пояса [4]. В.Г. Фоминых с соавторами [10] показали, что наиболее мощные жилы (в редких случаях - до 10 и более метров) приурочены к системе крутопадающих разрывов северо-северо-западного простирания, а менее мощные - к системе субширотных разрывов. Однако утверждение о существовании разновозрастных жил разного состава нашими наблюдениями не подтверждается - жильный штокверк представляется в первом приближении одновозрастным.

Жилы содержат ксенолиты и блоки матрицы разной величины и в разном количестве: местами они переполнены включениями, часто остроугольными, разноориентированными, повернутыми относительно друг друга, в других случаях - раздробленными и сцементированными плагиаплитом таким образом, что можно путем совмещения получить представление об исходной форме блока. Очертания стенок жил часто указывают на то, что жилы суть полости растяжения, компенсированные (заполненные) плагиаплитовым веществом. Состав ксенолитов преимущественно пироксенитовый; в области горячего шва обычны ксенолиты роговообманковых габбро и горнблендитов. На контактах жил с матрицей и вокруг ксенолитов всегда наблюдаются роговообманковые реакционные каймы различной ширины, несколько сглаживающие очертания ксенолитов и уменьшающие резкость их контуров. Наиболее мелкие обломки теряют собственные очертания, превращаясь в скопления, агрегаты или монокристаллы роговой обманки, создающие в жиле характерные участки «загрязнения», «диоритизации». Габбровые ксенолиты достаточно часто как бы «расплаваются» в плагиаплите, теряя четкость очертаний и приобретая характер теневых включений.

Габбро-пироксенитовая матрица и жильная серия - две практически изолированные химические совокупности. Жильная серия слагает непрерывный химический ряд от пород бескварцевых до химически соответствующих плагиограниту с 25-40% нормативного кварца, в котором есть лишь статистические максимумы. Преобладают бескварцевые породы с примесью роговой обманки примерно до 10%; менее распространены, но все же обычны, практически мономинеральные породы, содержащие 95% и более плагиоклаза; богатые кварцем (более 25%) разности редки. Обогащенные роговой обманкой разности обычно связаны с дезинтеграцией ксенолитов. Плагиоклаз образует агрегат гранобластовой структуры от средне- до крупнозернистого, иногда пегматоидного, с размерами индивидов до 10 см и более. По имеющимся данным, его состав находится в диапазоне $An_{15}-An_{50}$; преобладает основной андезин An_{40-45} . В качестве акцессорной примеси содержатся магнетит, сфен, циркон, редко биотит. Изредка единственным фемическим минералом выступает породообразующий эпидот, равновесный с плагиоклазом. По существу, лишь одна минеральная фаза - роговая обманка - «сквозная» и присутствует как в габбро-пироксенитовой матрице, так и в плагиаплитовых жилах. Сопоставление ее составов из жил, реакционных кайм, ксенолитов пироксенитов, горнблендитов и габбро в жилах и образцов из тех же пород в удалении от области развития



Совмещенные диаграммы $(Na+K) - Al^{IV}$ и $(Na+K) - f$, иллюстрирующие близость составов роговой обманки из плагианлитовых жил, ксенолитов и габбро-пироксенитовой матрицы.

Роговая обманка: 1 - из плагианлитовых жил; 2 - из ксенолитов в жилах, реакционных кайм и габбро-пироксенитовой матрицы в контакте с жилами; 3 - из матрицы в удалении от зоны развития плагианлитовых жил

плагианлитового штокверка позволило установить, что все они вписываются в единый химический ряд (см. рисунок). Особенно убедительны изученные случаи непосредственного контакта жил и матрицы: при резком химическом контрасте валовых составов контактирующей жильной и вмещающей пород состав роговой обманки в той и другой практически одинаков (см. таблицу). Этот факт находит рациональное объяснение.

По новейшим данным, в тектоно-метаморфической истории Платиноносного пояса имела место поздняя эпоха водного метаморфизма [3]. В условиях тектонического растяжения в габбро-гипербазитовой массе образовались бесчисленные разрывы, вдоль которых из нижележащей зоны

Сопоставление химического состава горных пород и роговой обманки из контактов платноклазитовых жил с габброгипербазитовой матрицей (7 отдельных случаев непосредственные контакты в пределах одного штуфа)

№ образца	11521		11522		11523		11525		11529		11573		27447	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Химические составы роговых обманок из жил и матрицы (микрондондовые анализы)														
п	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
SiO ₂	41,35	45,95	45,07	43,86	43,56	43,92	43,59	44,45	43,16	46,60	47,70	45,26	46,80	44,53
TiO ₂	1,68	1,33	1,32	1,48	1,64	1,60	1,36	1,34	1,27	1,10	0,73	1,14	1,10	1,32
Al ₂ O ₃	13,32	9,20	9,96	10,44	9,87	10,28	9,58	9,39	10,53	8,93	6,48	10,30	9,62	11,22
FeO	10,18	12,90	13,04	14,05	14,81	14,25	14,57	13,42	14,46	14,07	13,77	13,63	12,55	13,27
MnO	0,15	0,21	0,18	0,21	0,23	0,23	0,19	0,20	0,18	0,26	0,26	0,16	0,18	0,16
MgO	15,43	14,28	14,56	13,41	13,47	13,54	13,64	14,45	13,62	14,00	14,57	13,68	13,91	14,04
CaO	11,45	12,27	12,05	12,07	12,25	11,89	12,15	12,17	11,89	11,32	12,15	12,17	11,50	10,51
Na ₂ O	2,80	1,75	2,00	2,50	2,26	2,39	2,28	2,06	2,11	1,49	1,32	1,40	1,650	1,91
K ₂ O	0,70	0,17	0,16	0,24	0,23	0,19	0,19	0,17	0,17	0,13	0,26	0,18	0,18	0,20
Сумма	97,06	98,06	98,34	98,26	98,32	98,29	97,55	97,65	97,39	97,90	97,24	97,92	97,49	97,16
f, ат %	27,3	34,0	33,7	36,9	38,5	37,5	37,8	34,6	37,6	36,5	35,1	36,1	33,9	34,9

81

Химический состав контактирующих в пределах одного штуфа пород

SiO ₂	43,42	53,50	41,79	51,75	46,46	52,68	43,36	53,11	42,82	48,19	49,80	-	-	53,59
TiO ₂	1,481	0,116	1,813	0,241	1,116	0,226	1,229	0,111	0,865	0,263	0,593	-	-	0,037
Al ₂ O ₃	10,27	26,55	5,40	25,11	16,25	25,85	14,53	27,01	15,66	27,86	15,67	-	-	29,32
Fe ₂ O ₃	14,00	2,22	22,33	4,27	11,07	3,63	13,86	2,33	14,14	4,04	10,32	-	-	0,93
MnO	0,143	0,023	0,161	0,04	0,128	0,036	0,148	0,019	0,142	0,056	0,19	-	-	0,008
MgO	12,25	2,30	11,02	2,56	7,13	2,10	7,72	1,410	7,83	2,67	6,01	-	-	0,84
CaO	13,65	8,14	15,70	8,49	11,18	8,57	11,73	8,27	13,16	10,00	9,79	-	-	7,98
Na ₂ O	1,45	4,26	0,62	5,68	2,83	4,50	2,41	6,78	1,01	4,74	3,30	-	-	5,06
K ₂ O	0,28	0,16	0,00	0,14	0,14	0,10	0,09	0,12	0,07	0,18	0,13	-	-	0,85
П.п.п.	1,25	2,54	0,00	2,10	2,27	3,16	3,50	2,14	3,03	2,88	2,77	-	-	2,54
P ₂ O ₅	0,00	0,13	0,00	0,18	0,47	0,19	0,00	0,07	0,02	0,26	0,42	-	-	0,00
Сумма	98,19	99,94	98,83	100,56	99,04	100,04	99,02	101,37	98,75	101,14	98,99	-	-	101,15
St, г/т	51	1660	67	1560	1150	2200	788	1970	820	1020	635	-	-	980
Rb, г/т	Н/обн	Н/обн	5	Н/обн	Н/обн	Н/обн	4	Н/обн	16	43	3	-	-	Н/обн
f, ат %	36,9	33,0	50,8	46,0	44,3	46,9	47,8	45,7	48,0	43,7	47,0	-	-	36,1

Примечание. Для каждого образца "Пор" - геологическая категория (1 - пироксенитовая, горнблендитовая или габровая матрица, 2 - платноклазитовая жила, секущая матрицу), п - количество проанализированных зерен роговой обманки

субдукции проник водный флюид; возникли линейные зоны и ареалы водного метаморфизма, фиксируемые парагенезисами с роговой обманкой. Ареал именно такого типа приурочен к месту стыка Гусевогорского и Качканарского блоков; зоной проницаемости для водного флюида служил древний горячий шов, соединяющий блоки. Широкое распространение «амфиболитизации» в Гусевогорском рудном поле отмечалось давно; в частности, было показано, что этот процесс, выражающийся в образовании роговобманковых пироксенитов, горнблендитов и т.д., сопровождался уменьшением содержания TiO_2 в магнетите [10, 11]. Поскольку область плагиоплитового штокверка целиком находится внутри ареала водного метаморфизма, установленное сходство роговых обманок может означать лишь одно: их состав фиксирует режим некоей эквипотенциальной области, где интенсивные параметры метаморфизма были выравнены. Иными словами, все присутствующие горные породы - как габбро-пироксенитовая матрица, так и жильный штокверк - находятся в равновесии и составляют единую равновесную метаморфическую систему матрица-жилы. Однако констатация этого факта не снимает вопроса о том, что представляло собой жильное вещество до метаморфизма.

Богатые кварцем разности в качканарской серии довольно редки, но в Кытлымском массиве олигоклаз-андезиновые плагиоплиты тесно связаны с интрузивными плагиогранитами и количественно им подчинены [4]. Л. Дюпарк [12] 95 лет тому назад указывал, что кварц «обилен в массивных плагиоплитах... до равных с полевым шпатом количеством», подразумевая под «массивными плагиоплитами» плагиограниты; по существу, он уже выделил некую особую, более позднюю, чем гипербазиты и габбро, плагиоплит-плагиогранитную серию. Геологические и химические данные, в том числе факт обогащенности стронцием (выше 1000 г/т), указывают на то, что бескварцевые плагиоплиты, магматическое происхождение которых невероятно (хотя морфология жильного штокверка и позволяет сделать такое предположение - см. выше), неразрывно связаны с другим крайним, определенно ортомагматическим членом серии - плагиогранитами. Плагиоплиты приурочены к ареалам водного метаморфизма, вне которых не встречаются, плагиограниты же прорывают все без исключения породы Платиноносного пояса. В то же время нет оснований говорить о одновременности тех и других: возможны случаи пересечения плагиоплитовых жил плагиогранитными, однако нет никаких намеков на обратные соотношения. Все это позволяет считать, что плагиоплитовое вещество не было способно к внедрению и представляет собой продукт преобразования (в первом приближении - десиликации) плагиогранитов в ареалах водного метаморфизма.

Взаимодействие безводной и твердой габбро-гипербазитовой матрицы, водного флюида и плагиогранитной жидкости можно описать тремя предельными случаями: 1) внедрение плагиогранитной жидкости в сухую горячую матрицу, находящуюся в условиях амфиболитовой фации, но в силу тектонических причин непроницаемую для водного флюида: десиликация даек отсутствует, химический обмен и гидратация на контактах ничтожны; 2) внедрение в область, где водный флюид к моменту внедрения был израсходован на образование равновесного количества роговой обманки: десиликация отсутствует, дайки секут уже метаморфизованные породы; 3) плагиогранитная жидкость внедряется при избытке водного флюида, во время метаморфизма и непосредственно в ареал метаморфизма, связанный с зоной тектонического растяжения: дайки десилицуются вплоть до появления нормативного нефелина, плагиоклаз обогащается Са, мигрирующим из матрицы, последняя, наоборот, частично гранитизируется; жилы и матрица изофациальны и равновесны, имеют бластические структуры. Пироксенитовая матрица, в силу устойчивости фемических парагенезисов в присутствии воды, часто может производить впечатление неметаморфизованной. Именно такой случай реализуется в Качканарском массиве. Таким образом, плагиоплиты Гусевогорского рудного поля образовались по жильному плагиогранитному субстрату в процессе химического обмена с веществом резко недосыщенной SiO_2 габбро-гипербазитовой матрицы, но сохранили реликтовую морфологию магматического штокверка. Можно сформулировать главный петрогенетический тезис: жильные плагиоплиты Качканарского массива, обращавшие на себя внимание всех исследователей, суть в первом приближении десилицированные плагиограниты.. Это предположение, впервые высказанное в довольно общей форме А.Н. Заварицким [7, с.6], разрешает то, на первый взгляд, неразрешимое противоречие, о котором говорилось в самом начале. Предлагаемая модель непротиворечива, объясняет всю совокупность имеющихся фактов и подтверждается уже описанными случаями десиликации высокостронциевых плагиогранитов в гипербазитах Полярного Урала [6].

Список литературы

1. Борисенко Л.Ф. Редкие и малые элементы в гипербазитах Урала. М.: Наука, 1966. 224 с.
2. Высоцкий Н.К. Месторождения платины Исковского и Нижне-Тагильского районов на Урале. С-Пб., 1913. 694 с.

3. *Ефимов А.А.* Высокотемпературный водный метаморфизм в платиноносном поясе Урала: тектонический режим и метаморфические реакции // Актуальные проблемы магматической геологии, петрологии и рудообразования. Екатеринбург, 1995. С.150-156.
4. *Ефимов А.А., Ефимова Л.П.* Кытлымский платиноносный массив. М.: Недра, 1967. 336 с.
5. *Ефимов А.А., Ефимова Л.П., Магзов В.И.* Тектоника платиноносного пояса Урала: соотношение вещественных комплексов и механизм формирования структуры // Геотектоника. 1993. N 3. С.34-46.
6. *Ефимов А.А., Потапова Т.А.* О первичном веществе жадеитовых пород Полярного Урала // Метаморфогенная металлогения Урала. Сбор. науч. трудов. Свердловск, 1992. С.128-136.
7. *Заварицкий А.Н.* Коренные месторождения платины на Урале // Матер. по общей и прикл. геологии. Вып.108. Л.: Изд. Геол. ком, 1928. 56 с.
8. *Решитько В.А.* О значении жильных пород для определения уровней эрозионных срезов массивов платиноносного пояса Урала // Докл.АН СССР. 1962. Т.142, N 4. С. 906-908.
9. *Фоминых В.Г., Волченко Ю.А.* Жильные породы Гусевогорского массива и их генетическое значение // Геология и полезн. ископ. Урала. Материалы к II Урал. конф. молодых геологов и геофизиков. Свердловск, 1969. Т. 1. С.142-144.
10. *Фоминых В.Г., Краева Ю.П., Ларина Н.В.* Петрология и рудогенезис Качканарского массива. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1987. 181 с. [Для служебного пользования]
11. *Фоминых В.Г., Самойлов П.И., Максимов Г.С., Макаров В.А.* Пироксениты Качканара. Свердловск: УФАН СССР, 1967. 84 с.
12. *Duparc L., Jerchoff S.* Sur les plagiaplites du Koswinsky // Compt. Rend. Acad. Sc. Paris. 1902.