

ПЕТРОЛОГИЯ, ФЛЮИДНЫЙ РЕЖИМ И ОРУДЕНЕНИЕ ХАРЛОВСКОГО РАССЛОЕННОГО МАССИВА

О. В. Нечина, А. И. Гусев

ФГУП «Горно-Алтайская поисково-съёмочная экспедиция», с. Малоенисейское

Харловский расслоенный интрузив располагается в зоне разлома на границе Чарышского и Талицкого тектонических блоков Горного Алтая. Он сложен в основном рудными оливиновыми меланократовыми габбро, составляющими почти 50% вскрытой части массива. Развиты также лейкократовые габбро, реже рудные габбро-пироксениты, троктолиты, габбро-нориты, анортозиты. Наиболее характерны для габброидных пород полосчатая и трахитоидная текстуры, реже встречается массивная. Трахитоидность подчёркивается субпараллельной ориентировкой призматических индивидов плагиоклаза. Структура пород среднезернистая, офитовая. Плагиоклаз по химизму и оптическим

показателям относится к битовниту (№ 74-83). Пироксен и оливин ксеноморфны по отношению к плагиоклазу. Ильменит и титаномагнетит резко ксеноморфны и приурочены к интерстициям зёрен плагиоклаза, оливина и пироксена. В титаномагнетите присутствует значительное количество вростков ильменита и шпинели (герцинита). Расслоенность массива подчёркивается не только чередованием лейко-меланократовых и различных по щёлочности разностей пород, но и зональным распределением шпинели в титаномагнетите. Пластичные вростки шпинели в титаномагнетите на верхних горизонтах массива составляют до 20-30% по объёму, а с глубиной их количество заметно уменьшается (до 10%). Расслоенность интрузива и вертикальная зональность проявляется также в изменении содержаний валового железа, титана и ванадия в титаномагнетитовых концентратах по вертикали (Шабалин, 1976). Содержание валового железа в этом направлении возрастает с 58 до 62-64%. Пентоксид ванадия вначале возрастает от 0,63% до 0,94%, а затем уменьшается до 0,55-0,71%, а в самой нижней части разреза вновь возрастает до 0,83%, подчёркивая повторяющуюся циклическую зональность. Содержание оксида титана в концентратах уменьшается от 11% до 5, а затем вновь возрастает до 6,2%. Такой же характер изменения содержаний железа, титана и ванадия отмечен по монофракциям титаномагнетита, проанализированным В.А. Вахрушевым из штуфов по скважинам (Вахрушев, 1965).

Породы расслоенного массива закономерно меняют минеральный и химический составы от наиболее меланократовых разностей к лейкократовым (табл. 1).

1. Химические составы пород Харловского массива

Породы	Параметры	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
1 (18)	X, %	37,95	4,97	13,13	10,67	10,35	0,23	7,35	11,35	1,36	0,16	0,17
	S	3,23	0,75	2,27	2,0	1,58	0,12	1,62	1,96	0,38	0,12	0,14
2 (7)	X, %	42,42	3,62	18,7	7,42	7,15	0,14	4,67	12,1	1,8	0,16	0,05
	S	0,51	0,64	0,93	1,2	0,43	0,02	0,75	1,35	0,18	0,11	0,04
3 (7)	X, %	47,06	2,41	19,46	4,76	6,15	0,16	3,24	10,4	3,01	0,44	0,62
	S	1,1	0,11	3,24	0,66	1,6	0,06	1,05	2,53	0,22	0,16	0,42
4 (1)	X, %	58,88	1,7	16,39	3,80	4,01	0,2	2,47	4,76	4,58	2,54	0,53
5 (7)	X, %	59,18	1,62	15,57	3,47	4,53	0,17	2,28	4,69	4,18	2,43	0,5
	S	0,32	0,45	0,36	0,53	0,41	0,02	0,17	0,36	0,41	0,34	0,14
6 (6)	X, %	55,3	1,76	16,4	4,84	4,57	0,18	2,39	5,8	4,69	2,31	0,8
	S	2,62	0,36	0,33	0,68	0,73	0,03	0,73	0,69	0,76	0,45	0,2
7 (8)	X, %	66,64	0,64	15,42	1,87	2,48	0,11	0,77	2,51	5,06	3,54	0,19
	S	1,36	0,18	0,15	0,61	0,29	0,03	0,29	0,69	0,24	0,23	0,06
8 (1)	X, %	68,92	0,43	15,68	1,35	1,53	0,11	0,64	1,65	4,49	3,72	0,14
9 (6)	X, %	46,22	2,41	22,89	4,28	4,63	0,11	2,3	12,63	3,01	0,36	0,18
	S	0,39	0,064	0,51	0,16	0,26	0,008	0,25	0,15	0,05	0,06	0,09

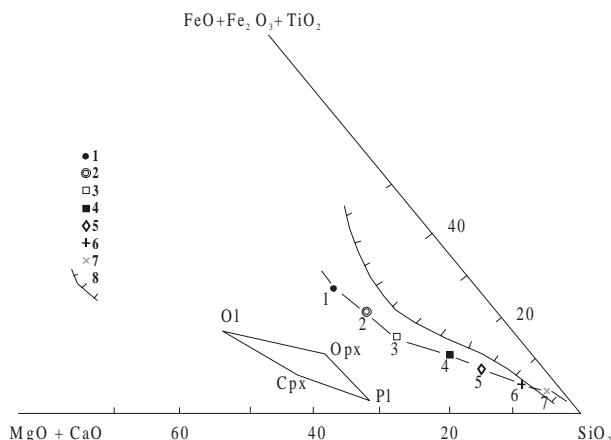
Примечание: в скобках — объём выборок; X, % — средние содержания элементов в массивах процентах; S — стандартное отклонение; породы: 1 — рудные пироксениты, 2 — габбро, 3 — лейкогаббро, 4 — кварцевые монцониты, 5 — кварцевые монцодиориты, 6 — сиенодиориты, 7 — плагиограносиениты, 8 — граносиениты, 9 — аортозиты.

Составы пород Харловского массива от «рудных» пироксенитов с титаномагнетитом к граносиенитам закономерно и однократно меняются. При этом выделяются две ветви: 1- от пироксенитов к аортозитам и лейкогаббро, отражающая дифференциацию в магматической камере и 2- от сиенодиорита к граносиениту, отвечающей дифференциации в магматическом очаге. При этом в наиболее меланократовых породах (пироксенитах и габбро) отмечается нормативный нефелин и отсутствие гиперстена. От пироксенитов к лейкогаббро происходит снижение нормативного оливина от 26,95 до 7,56%. В последующих дифференциатах оливин не отмечается, а появляется кварц. В граносиенитах резко увеличивается количество глинозёма с появлением нормативного корунда. Состав граносиенита не показывает нормативного диопсида. В ряду пород от меланогаббро к граносиениту снижается количество нормативного ильменита от 9,44 до 0,82%. Пироксениты по составу относятся к феррогаббро с суммарным содержанием железа более 21 мас.%. В ряду дифференциаторов от рудных пироксенитов к граносиениту происходит увеличение отношения суммарного железа к магнию от 2,85 до 4,5. Изменение химизма и минерального составов пород в этом направлении генетически связано с кристаллизационным фракционированием компонентов (оливина, пироксена, плагиоклаза, титаномагнетита). Вкрашенные титаномагнетитовые руды генетически связаны с остаточными основными магмами (феррогаббровыми). Они образуются в

результате проявления в таких магмах жидкостной несмесимости лейкократовых и меланократовых составляющих процесса ликвации. Наглядно этот процесс дифференциации просматривается на диаграмме (рис. 1).

Рис. 1. Петрохимическая диаграмма $(\text{MgO} + \text{CaO}) - (\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2) - \text{SiO}_2$ (мас.%) магматической дифференциации Харловского магматического очага.

Породы Харловского массива: 1- меланократовые габбро с титаномагнетитом, 2- габбро, 3- лейкогаббро, 4- сиенодиориты, 5- кварцевые монцониты, 6- плагиограносиениты, 7- граносиениты; 8- контур области магматического расщепления ферробазальтовой магмы по А.А. Маракушеву (1988). Минералы: Ol-оливин, Opx-ортопироксен, Cpx-клинопироксен, Pl-плагиоклаз



Тренд дифференциации имеет заметный перегиб на отрезке между лейкогаббро и сиенодиоритами, обусловленный тем, что на первом этапе происходила внутрикамерная ликвация, а на втором этапе — дифференциация глубинного магматического очага. Это подтверждается геологическими данными. Породы существенно габбрового массива пересечены и интрудированы штоками, дайками и малыми телами кварцевых монцодиоритов, сиенодиоритов, граносиенитов. Единый ряд пород, производных магматического очага, подтверждается не только геологическими данными, но и изменением их химизма, минерального состава. Кроме того, все породы, несмотря на варьирование содержаний титана в них, относятся к группе высокотитанистых разностей. По сути дела Харловский расслоенный массив отвечает классическому феннеровскому ряду дифференциации.

Принципиальная схема флюидно-магматического разделения железа и магния в расплавах рассмотрена А.А. Маракушевым (1988). При этом выделены флюиды различного состава: 1- компоненты флюида, экстрагирующие магний (F_2 , CO_2 , H_2O , SO_2 , усиливающие эффект кристаллизационной дифференциации в части значений отношений Fe/Mg) и 2- компоненты, препятствующие накоплению в расплаве железа (Cl_2 , H_2S , S_2). Отделение от расплава флюидов богатых компонентами, подобными фтору (с высоким химическим сродством к магнию), должно способствовать повышению железистости расплавов и эволюции их в сторону гортонолитовых дунитов, ферробазальтов и феррогаббро, исландитов. В нашем случае, на диаграмме чётко прослеживается тренд дифференциации Харловского магматического глубинного очага, направленный от феррогаббро в сторону исландитов (угол SiO_2 диаграммы). Следовательно, процесс дифференциации расплава в Харловском глубинном магматическом очаге осуществлялся при активной роли флюидов, содержащих фтор, углекислоту, воду и другие компоненты. Тонкая полосчатость, измеряемая несколькими сантиметрами, которая часто встречается в Харловском массиве, по мнению А. А. Маракушева (1985), обусловлена активной ролью флюидов при ликвации в магматической камере. По составу летучих компонентов и обилию углекислоты флюиды имели мантийное происхождение. Это флюидно-магматическое взаимодействие в магматическом очаге проходило под воздействием потоков фильтрующихся флюидов (трансмагматических в понимании Д. С. Коржинского).

Расшифровка некоторых параметров флюидного режима при кристаллизации пород Харловского массива проведена на основе изучения состава биотита и содержаний летучих в нём. Следует указать, что биотиты габброидов, кварцевых монцонитов и граносиенитов массива характеризуются довольно высокими концентрациями таких летучих компонентов, как фтор (1,3—1,1%), триоксид бора (0,7—0,5%), вода (3,2—3,4%).

Высокие концентрации фтора и бора в расплавах, вероятно, ответственны за относительно низкие температуры кристаллизации пород (табл. 2). Эти летучие компоненты, как известно, значительно снижают солидус магматических расплавов. Следует отметить, что реальные фугитивности кислорода во флюидах были не велики, что также подтверждается аномально высокими коэффициентами восстановленности флюидов и в габброидах, и в более поздних монцонитах и граносиенитах. Экспериментальные и теоретические выкладки о долженствующих высоких концентрациях и активностях во флюидах фтора, углекислоты и воды, подтверждаются расчётыми данными (табл. 2).

2. Некоторые параметры флюидного режима дифференциатов Харловского массива

Параметры флюидного режима	Биотитовое габбро	Кварцевый монцонит	Граносиенит
T°C	820	680	690
fO ₂	-10,4	-12,6	-12,3
fH ₂ O	6525	5416	4272
pH ₂ O	6820	6610	5550
pCO ₂	3950	2390	3728
lgfHF/lgfHCl	-1,45	-2,14	-1,55
K _{вос}	0,88	0,87	0,85
у	187,4	190,4	190,7

Примечание: T °C — температура кристаллизации пород; fO₂, fH₂O — фугитивности кислорода и воды, соответственно, в барах; pH₂O, pCO₂ — парциальные давления воды и углекислоты, соответственно, в барах; K_{вос} — коэффициент восстановленности флюидов; у — условный потенциал ионизации биотита (по В. А. Жарикову, 1967).

Литература

1. Вахрушев В.А. Минералогия, геохимия и генетические группы kontaktово-метасоматических железорудных месторождений Алта-Саянской области. М., Наука, 1965, 235 с.
 2. Маракушев А.А. Природа и металлогеническая роль глубинных флюидов // Закономерности размещения полезных ископаемых. Т. 14, М., Наука, 1985, С. 211-221.
 3. Маракушев А.А. Петрогенезис. М., Недра, 1988, 293 с.
-