

Пегматиты Ошурковского апатитоносного плутона

М.О.РАМПИЛОВ, Е.И.ЛАСТОЧКИН, Г.С.РИПП (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Геологический институт Сибирского отделения Российской академии наук (ГИН СО РАН); 670047, г.Улан-Удэ, ул.Сахьяновой, д.6а)

Представлены результаты геохронологического, минералогического и изотопно-кислородного изучения гранитных, сиенитовых и габбровых пегматитов, распространенных на площади Ошурковского массива. Рассматриваются источники пород, характер их связи и проблемы генезиса.

Ключевые слова: габбро-пегматит, гранитный пегматит.

Рампилов Михаил Олегович, mrampilov@mail.ru

Ласточкин Евгений Иванович, gin-buryatia-07@yandex.ru

Рипп Герман Самуилович, rip@ggin.bscnet.ru

Pegmatites of the Oshurkovo apatite-bearing massif

M.O.RAMPILOV, E.I.LASTOCHKIN, G.S.RIPP

Results of geochronological, mineralogical and oxygen isotopic studying of granitic, syenitic and gabbro pegmatites are given. Also we consider a source of the rocks, their relationships and emplacement features.

Key words: gabbro-pegmatite, granite pegmatite.

Породы, распространенные на площади Ошурковского массива в Западном Забайкалье, длительное время привлекают внимание исследователей. Первое описание их проведено А.Е.Ферсманом [13], выделившим здесь пегматиты чистой линии и линии скрещения. В.А.Дворкин-Самарский [1] гранитные пегматиты отнес к ортитовому редкоземельному типу. На принадлежность их к редкоземельному типу указано также в работе [16]. Минеральный состав пегматитов был изучен М.О.Рампиловым [6, 7]. По данным М.Г.Шадаева с соавторами [14] пегматиты сформировались в позднем мезозое (113—121 млн.лет) и синхронизированы с образованием базитовых пород. Проблеме генезиса гранитных пегматитов посвящена работа [3], в которой они подразделены на стандартные и пегматиты с меланократовыми зонами. Происхождение и тех и других связывается с проявлением анатексиса в результате воздействия на вмещающие породы базитовой магмы. Различие в составах выделенных пегматитов объяснялось разной удаленностью от контактов плутона. В работе приведены петрографическая и геохимическая (в т.ч. изотопная Sr-Nd) характеристика этих пород. Исследованиями авторов публикации установлено, что данные пегматиты генетически связаны с базитами. Их существенно полевошпатовая матрица и валовый химический состав больше всего соответствуют сиениту, поэтому в настоящей статье они характеризуются как сиенитовые пегматиты.

Методика исследований. Состав и микроструктурные особенности минералов изучены на сканирующем электронном микроскопе LEO-1430 VP с энергодисперсионным анализатором INCA Energy 300 и

модернизированном микроанализаторе MAP-3 в лаборатории физических методов анализа Геологического института СО РАН (аналитики С.В.Канакин, Е.В.Ходырева). Анализ проводился при ускоряющем напряжении 20 кВ, токе зонда 40 нА, времени измерения 20 с и диаметре зонда 2—3 мкм.

Определение U-Pb возраста (SHRIMP II, циркон) выполнено во Всероссийском научно-исследовательском геологическом институте им.А.П.Карпинского. Методика анализа многократно описана в публикациях, например в работе [11]. Ar-Ar датирование проведено в Институте геологии и минералогии им.В.С.Соболева СО РАН (г.Новосибирск) А.В.Травиным по технологии описанной в работе [12].

Изотопный состав кислорода в минералах проанализирован в Аналитическом Центре ДВНЦ РАН (г.Владивосток) и Геологическом институте СО РАН (аналитик В.Ф.Посохов). Кислород определен методом лазерного фторирования, измерения проведены на масс-спектрометре Finigan MAT 253 в режиме двойной системы напуска. Калибровка осуществлялась по международным NBS-28 (кварц), NBS-30 (биотит) и лабораторным стандартам. Погрешность полученных значений составила не более 0,2—0,3% при 95% доверительном уровне.

Геологическое строение площади Ошурковского плутона. Ошурковский плутон находится в 15 км от г.Улан-Удэ, занимает площадь около 12 км² (рис. 1). Он расположен в 7 км к северу от позднемезозойской Иволгино-Удинской рифтогенной впадины, выполненной существенно терригенными осадочными породами. По данным геолого-съёмочных работ [5] вмещающие породы представлены ультра-

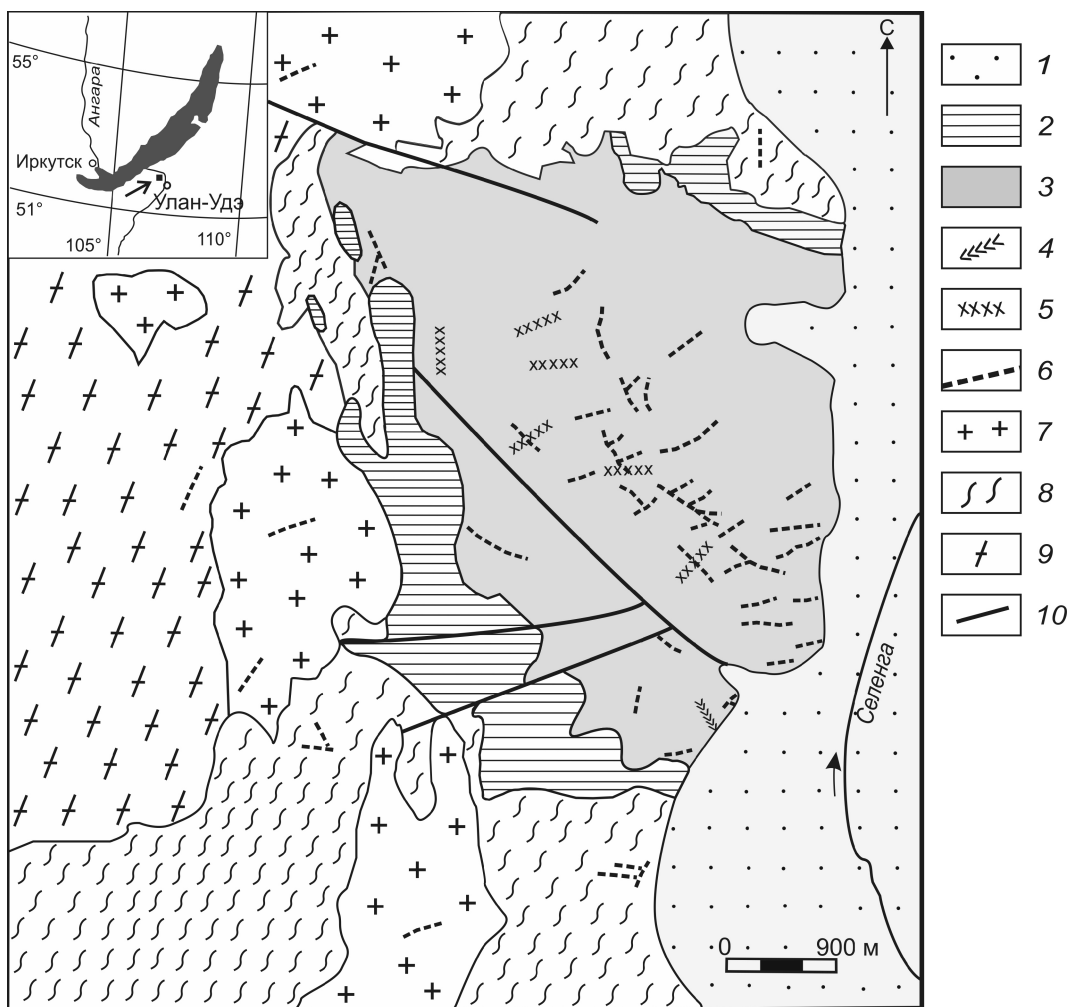


Рис. 1. Геологическая схема распределения пегматитов на площади Ошурковского массива. Составлена по материалам геологоразведочных работ с дополнениями авторов:

1 — четвертичные отложения; 2 — сиениты (биотитовые и щелочно-полевошпатовые); 3 — монцогаббро; 4 — габбро-пегматиты; пегматиты: 5 — сиенитовые, 6 — гранитные; 7 — граниты; 8 — кристаллические сланцы; 9 — гнейсовидные граниты, гранито-гнейсы; 10 — тектонические нарушения

метаморфическим комплексом, сложенным метатектит-гранитами, гнейсовидными гранитами, биотитовыми, амфибол-биотитовыми гнейсами, мигматизированными кристаллосланцами. Время образования гнейсов 282,8–2,9 и гнейсовидных кварцевых сиенитов 281,5–2,9 млн.лет [10].

Ошурковский плутон — это пока единственный в Западном Забайкалье базитовый массив, связанный с этапом внутриплитного позднемезозойского рифтогенеза. На его площади и прилегающей к нему территории распространены плутонические и жильные базиты, разнообразные по составу сиениты, карбонаты, граниты и гранитные пегматиты. По данным геохронологических исследований весь этот комплекс пород сформировался в течение 20 млн.лет, что позволило выделить здесь габбро-сиенит-гранитную ассоциацию, подобную бимодальным вулканическим сериям [9, 10].

Петрохимический состав плутона согласно работе [4] соответствует щелочному габбро (содержание SiO_2 42–50%, $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 5–8%). Породы обогащены фосфором, в связи с чем массив представляет достаточно крупное месторождение апатитовых руд. Процессы фракционной кристаллизации плутонических пород сопровождались образованием кумулатов, обогащенных меланократовыми минералами и появлением сиенитов [2]. Массив сечется лампрофитами, аплитами, гранитными и сиенитовыми пегматитами, редко встречаются жилы габбро-пегматитов, кальцитовых карбонатитов. Среди пегматитов представлено три типа: гранитные, сиенитовые и габбровые. Наиболее распространены гранитные, меньше сиенитовые и редко встречаются габбро-пегматиты (см. рис. 1).

Возраст пегматитов. Первое определение возраста для габбро-пегматита, которое показало значение

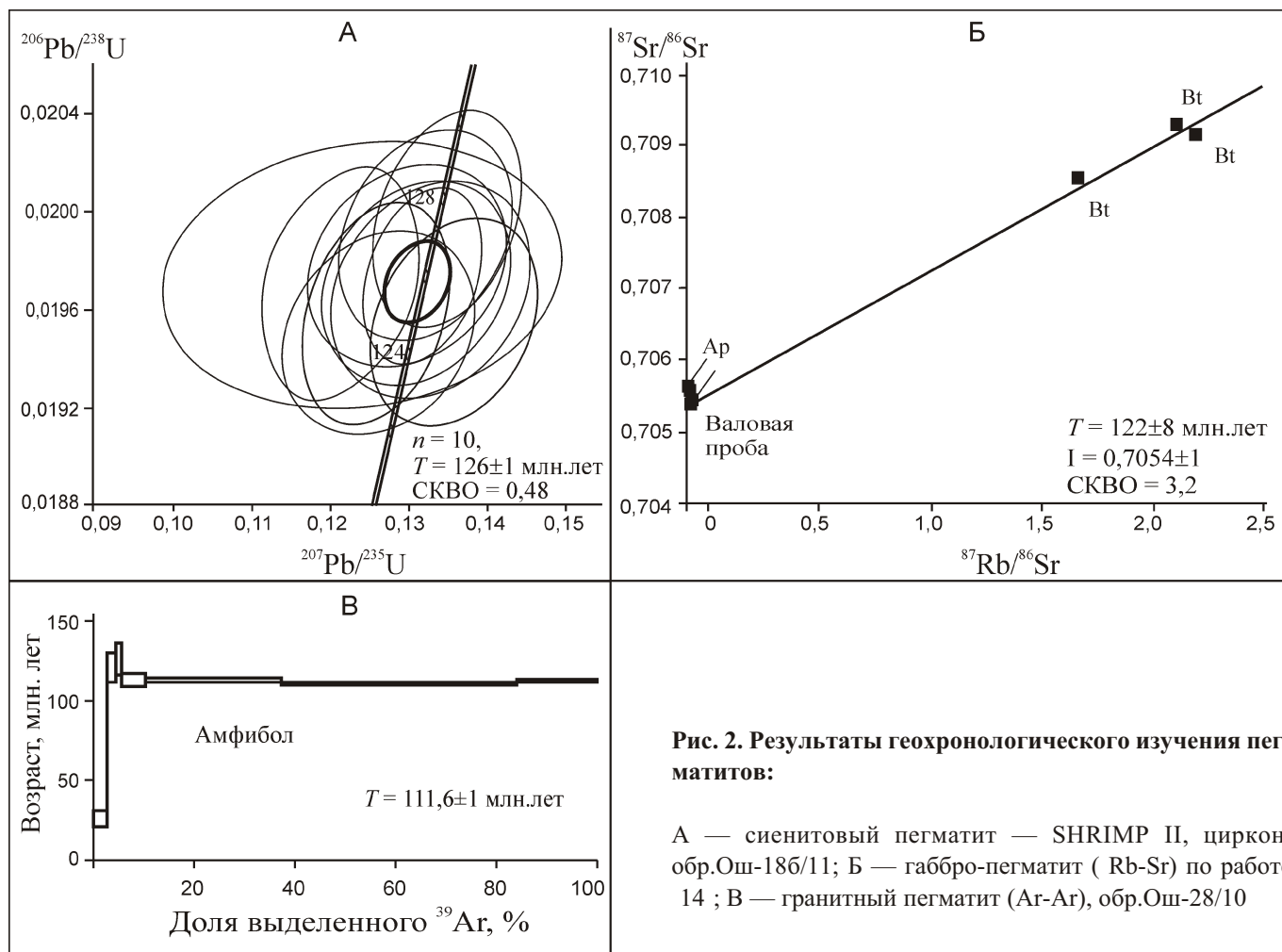


Рис. 2. Результаты геохронологического изучения пегматитов:

А — сиенитовый пегматит — SHRIMP II, циркон, обр.Ош-186/11; Б — габбро-пегматит (Rb-Sr) по работе 14 ; В — гранитный пегматит (Ar-Ar), обр.Ош-28/10

80 млн.лет, было проведено К-Аг методом (по амфиболу) [16]. Позднее были получены результаты Rb-Sr геохронологического изучения пегматитов, представленные в работе [14]. Для гранитных пегматитов эти значения изменялись от 113 до 121 млн.лет, для габбро-пегматитов — 122,9 млн.лет (рис. 2, Б). В цитируемой работе предположено образование гранитных пегматитов в два этапа — 113 2 и 120 2,4 млн.лет. Полученный возраст гранитного пегматита (Ar-Ag метод, амфибол) составил 111,6 млн.лет (см. рис. 2, В), а конкордантное значение для сиенитового пегматита (SHRIMP II, циркон) — 126 1 млн.лет (см. рис. 2, А), совпало с возрастом плутонических габброидов (125—127 млн.лет).

Геохронологические данные корректируются с геологическими наблюдениями. Так сиенитовые пегматиты пересекаются жилами аплитов, содержатся в последних в виде ксенолитов. Пока не встречено случаев пересечения гранитных пегматитов дайками лампрофиров, образовавшихся в интервале 117—122 млн.лет (Ar-Ag метод). В то же время отмечается обратное соотношение между гранитным пегматитом и жилой карбонатита, имеющей возраст (Rb-Sr) 118 млн.лет. В связи с этим более реальным представляется период образования гранитных пегматитов в интервале между 115 и 111,6 млн.лет.

Особенности минерального состава пегматитов.

Среди габбро-пегматитов присутствуют жильные и шлировые габбро-пегматиты. Жильные габбро-пегматиты представлены короткими (5—7 м) телами мощностью до 0,5 м и шлироподобными образованиями. Макроскопически это крупно- и гигантозернистые породы такситовой текстуры. Контактные зоны их обогащены диопсидом (кристаллы размером до 7—10 см), содержащим до 10—12% эгиринового минала (табл. 1). В центре жилы состоят из Na-K барийсодержащего (массовая доля BaO до 2,3%) криптопертитового полевого шпата с составом подобным анортотлазу и гнездами гигантозернистого апатита. Здесь же распространен плагиоклаз (An_{20—28}). Массовое содержание BaO в крупночешуйчатом биотите 1,2—1,4%, TiO₂ 4,5% и Mg около 1,5 ф.е. Апатит слагает включения идиоморфных зерен в пироксене и гнездообразные скопления в центральной части пегматитовых тел. Состав его (табл. 2) соответствует фтороapatиту, содержащему в среднем SrO около 1%, SO₃ 0,4—1,0% и существенно легких лантаноидов 0,4—0,6%.

Магнетит, слагающий рассеянную вкрапленность, отличается высоким и неравномерным содержанием титана (массовая доля TiO₂ до 24%), включает небольшие количества марганца (табл. 3). В нем фиксируются структуры распада с ильменитом. Нередко с

1. Химический состав пироксенов из пегматитов Ошурковского массива (в массовых долях %)

Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO _{общ}	MgO	CaO	Na ₂ O	Сумма
<i>Габбро-пегматиты</i>								
3б/1	51,14	0,53	2,98	10,64	12,46	21,03	1,48	100,26
3г/2	53,51	0,44	1,41	8,82	12,75	21,45	1,51	99,89
(10)	52,2	0,48	2,39	9,44	12,8	21,23	1,30	
<i>Сиенитовые пегматиты</i>								
17/1	54,06	—	1,27	12,97	11,23	20,22	2,14	101,89
17/2	51,67	—	1,13	17,91	7,41	16,1	4,42	98,64
(4)	53,13		1,16	14,72	9,71	18,48	3,07	

Примечание. Здесь и далее: числа в скобках — среднее число анализов, «—» — элемент не обнаружен.

2. Химический состав апатита из пегматитов Ошурковского массива (в массовых долях %)

Номер образца	SiO ₂	CaO	SrO	P ₂ O ₅	Ce ₂ O ₃	SO ₃	F	Сумма
<i>Габбро-пегматиты</i>								
1	0,48	55,11	1,11	40,37	0,39	0,52	2,04	100,02
2	0,26	54,50	0,99	41,0	0,61	0,39	2,67	100,42
(6)	0,31	53,89	1,22	40,83	0,53	0,61	2,75	
<i>Сиенитовые пегматиты</i>								
18/1	—	53,3	0,86	40,31	0,7	1	3,41	99,58
2	0,35	51,97	0,74	41,30	0,71	0,75	3,66	101,11
(2)		52,63	0,8	40,80	0,70	0,87	3,53	

магнетитом ассоциируют мелкие неправильной формы зерна ильменита. Обычным для пород является титанит, а в качестве аксессуарного минерала присутствует алланит. Составы этих минералов показаны в таблицах 4, 5.

Шлировый пегматит изучен в поле диопсидового габбро. В нем присутствуют гнездообразные выделения крупнозернистого апатита (размером до 10—15 см), кристаллы титанита (до 5—7 см), пироксена. Плагноклаз, как и во вмещающем габбро, характеризуется высоким содержанием анортитового минала (до An₆₀). Массовая доля P₂O₅ в породе до 4,5%, TiO₂ 3—3,7%, натрий преобладает над калием.

Участками в пегматитах отмечаются постмагматические скаполитизация, эпидотизация, хлоритизация, карбонатизация. Пироксен и гастингсит замещаются обыкновенной железомagneзиальной роговой обманкой, скаполитом, эпидотом. В составе скаполита — 50—60% мейонитового и 35—50% мариалитового миналов, SO₃ до 2,31% и хлора до 1,67%.

Сиенитовый пегматит ранее в работе [3] был описан под названием гранитный пегматит с меланократовыми зонами. Такие жилы встречены среди монцогаббро в основном на южном фланге массива. Они имеют мощность обычно не более 1 м, прослеживаются на расстоянии нескольких десятков метров. Это грубозернистые породы, такситовой структуры с неравномерным распределением кристаллов пироксена, вкрапленностью магнетита и аксессуарными цирконом, пирохлором, титанитом. Контактная зона висячего бока некоторых жил обогащена пироксеном, а для осевой части характерны миароловые пустоты, с небольшими выделениями кварца, таблитчатыми зернами и скоплениями биотита. Биотит характеризуется повышенными магнезиальностью и титанистостью (соответственно MgO от 17,31 до 18,4% и TiO₂ от 2,68 до 3,37%).

Порода на 90—95% состоит из калиевого полевого шпата, в разной степени замещенного альбитом, остальная часть — из пироксена. Кристаллы пирок-

3. Химический состав оксидов из пегматитов Ошурковского массива (в массовых долях %)

Номер образца	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	V ₂ O ₅	Nb ₂ O ₅	Сумма
<i>Гранитный пегматит</i>								
<i>Колумбит</i>								
3/1	3,71	—	7,49	11,96	—	—	75,25	100
3/2	1,84	—	7,13	12,43	—	—	72,41	100,4
(2)	2,77		7,31	12,19			73,83	
<i>Ильменит</i>								
4/1	50,09	—	31,49	15,21	—	—	0,9	98,36
4/2	49,39	—	31,87	14,59	—	—	0,8	97,69
(2)	49,74		31,68	14,9			0,85	
<i>Магнетит</i>								
5/1	12,56	—	81,3	1,91	—	—	—	95,78
5/2	6,37	—	86,22	0,62	—	—	—	93,21
(5)	3,93		84,45					
<i>Габбро-пегматит</i>								
<i>Ильменит</i>								
3/1	47,78	—	49,97	0,8	—	0,78	—	99,34
3/2	47,14	—	50,7	1,03	—	—	—	98,87
(7)	45,77		50,24	0,78				

4. Химический состав титанита из пегматитов Ошурковского массива (в массовых долях %)

Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	CaO	La ₂ O ₃	Ce ₂ O ₃	Y ₂ O ₃	SnO ₂	Nb ₂ O ₅	F	Сумма
<i>Габбро-пегматит</i>												
1а/08	29,61	36,14	1,76	1,27	26,62	—	—	—	—	—	1,55	96,94
8в/1	29,34	37,56	0,87	1,66	27,66	—	—	—	—	—	—	97,2
(11)	29,4	35,3	1,31	2,1	26,32							
<i>Сиенитовый пегматит</i>												
1	29,01	33,38	1,38	3,36	25,55	—	2,41	—	—	—	1,98	97,07
5/1	30,91	33,98	1,08	3,31	26,05	0,70	2,09	—	—	—	—	98,75
(5)	29,81	34,19	1,21	3,43	25,87		2,07					
<i>Гранитный пегматит</i>												
2/1	29,84	27,37	4,40	2,75	25,71	—	—	1,67	1,54	2,95	2,46	98,69
2/3	30,77	29,20	4,46	2,70	26,30	—	—	1,27	—	2,91	2,37	99,98
(5)	30,14	31,18	3,1	2,91	26,18		1,95	1,47	1,11	1,87	2,31	

Примечание. В титаните из гранитного пегматита массовая доля HfO, Sm₂O₃ до 0,3% и MnO 0,85—1,15%.

5. Химический состав алланита из пегматитов Ошурковского массива (в массовых долях %)

Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	SrO	La ₂ O ₃	Ce ₂ O ₃	Nd ₂ O ₅	ThO ₂	Сумма
<i>Гранитный пегматит</i>													
7/1	31,43	0,75	12,98	15,55	3,94	0,73	11,04	Не опр.	3,99	9,05	2,87	3,39	96,45
7/3	31,79	0,68	13,69	16,36	3,24	0,65	12,48	Не опр.	3,08	7,36	2,58	4,45	96,73
(12)	31,59	0,70	13,32	16,11	3,33	0,67	11,98		3,42	8,05	2,64	3,92	
<i>Габбро-пегматит</i>													
1/1	29,44	1,55	10,84	17,02	0,44	1,53	9,59	0,97	9,31	13,63	2,39	—	98,93
1/2	29,55	1,63	10,56	17,20	0,46	1,48	9,53	0,95	9,46	13,02	2,33	—	98,48
(8)	34,16	1,42	10,39	17,88	0,46	1,47	9,86	0,99	9,55	12,67	2,02		

сена с составом близким к диопсид-геденбергиту ориентированы часто перпендикулярно контакту. В лежачем боку они имеют различную ориентировку и значительно большие размеры (до 5—7 см). Пироксен содержит до 20—35% эгиринового минала (см. табл. 1). В нем встречаются включения апатита, призматические кристаллы циркона. Апатит как и в габброидах характеризуется повышенными содержаниями стронция, серы и редкоземельных элементов (см. табл. 2). Особенность титанита — присутствие до 3% легких лантаноидов (см. табл. 4).

Спорадически в полевошпатовой матрице встречается уран-бетафит. Минерал изменен более поздними процессами, которые обусловили резкое уменьшение содержаний натрия, кальция, появление (до 4,7%) стронция.

Гранитные пегматиты относятся к наиболее поздним породам. Они распространены в контурах плутона и в 1—3 км за его пределами. Наибольшее количество их сосредоточено в пределах массива и уменьшается при удалении от него (см. рис. 1). Это плитообразные тела мощностью до 5 м и протяженностью до сотен метров, отнесенные к редкоземельному (ортитовому) типу [1, 15].

Большая часть жил имеет хорошо выраженное зональное строение. В них развиты графические, субграфические структуры, а в центральной части присутствуют зоны блокового строения и кварцевое ядро. В небольших масштабах отмечен альбитовый замещающий комплекс с мусковитом, бериллом, турмалином, алланитом, пироксолом, марганецсодержащим гранатом, а так же амазонит, образовавшийся по первичному калиевому полевошпату.

В калиевом шпате присутствуют жилковатые и ленточные пертиты альбита. По полевым шпатам отмечаются слабая пелитизация, серицитизация. Состав полевых шпатов стандартный без значимых коли-

честв примесных элементов. Иногда в калиевом полевошпате в пределах сотых долей процента присутствует барий.

В *гранате*, слагающем одиночные зерна и кристаллы, около 2/3 приходится на спессартиновый и 1/3 на альмандиновый миналы (табл. 6). Редкой вкрапленностью представлен также *амфибол*, состав которого (см. табл. 6) соответствует обыкновенной железомagneзиальной роговой обманке. Минерал характеризуется повышенным содержанием калия, марганца, высокой железистостью, пониженной магнезиальностью и титанистостью.

Мусковит наиболее характерен для контактовых зон, присутствует также в альбитовом замещающем комплексе, где содержание его достигает 5—6%. Повышенные количества железа и магния приближают его к фенгиту (см. табл. 6). Уровень содержаний кремнезема в тетраэдрической позиции свидетельствует о давлении 400—500 МПа при образовании минерала.

Спорадически в пегматитах встречается *биотит*. Это разрозненные пластинки и лейстоподобные (до 5—8 см) образования в участках блоковой и пегматоидной структур. На границе их выделений фиксируются мелкие зерна титанита. В минерале (см. табл. 6) повышены железистость и марганценосность (массовая доля MnO в среднем около 2,5%). Содержание титана в нем изменяется от 1,5 до 2%, в небольших количествах присутствует фтор (1—3,5%).

Пироксолом характерен для блоковой зоны и участков проявления альбитового замещающего комплекса. Он слагает одиночные зерна неправильной и идиоморфной формы, имеющие состав близкий к уран-бетафиту (табл. 7). До первых процентов в нем присутствуют марганец, стронций, торий, натрий, содержание Ta₂O₅ — в пределах 2—5,5%. Высокая концентрация урана, обусловила метамиктизацию

6. Химический состав силикатных минералов из гранитных пегматитов Ошурковского массива (в массовых долях %)

Номер образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO _{общ}	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	F	Сумма
<i>Биотит</i>											
4/08-1	37,97	2,15	12,82	18,15	1,92	11,58	0,16	0,25	9,22	2,99	97,21
4/08-2	38,84	1,43	12,45	18,39	1,97	13,02	0,03	0,18	9,43	1,86	97,6
(13)	37,14	1,97	15,18	21,57	2,05	5,95	0,04	0,11	9,14	1,36	
<i>Мусковит</i>											
4/08	46,46	0,34	26,35	8,54	0,87	0,88	—	—	10,58	2,22	96,24
9/08	45,57	1,04	26,67	9,76	0,7	1,09	—	—	10,37	2,35	97,55
(9)	46,33	0,62	26,82	8,19	0,67	1,01			10,55	2,09	
<i>Гранат</i>											
4/08	36,76	0,09	19,77	14,08	26,85	0,36	1,19	—	—	—	99,09
9/08	36,25	0,15	19,66	15	27,09	0,47	1,19	—	—	—	99,84
(8)	36,33	0,27	19,06	13,47	27,01	0,42	2,91				
<i>Амфибол</i>											
4/08	41,89	0,37	9,56	21,30	2,83	7,77	9,74	2,40	1,60	1,19	98,64
9/08	47,93	0,36	4,87	17,91	0,5	12,62	11,18	1,65	0,79	0,55	98,36
(5)	45,09	0,37	7,13	19,25	1,53	10,59	10,53	1,9	1,15	0,78	

минерала. В результате вторичных процессов минерал частично превращен в агрегат колумбита, уранинита, ильменита, составы, которых представлены в табл. 3.

Титанит встречается в зоне графического и блокового пегматита, где слагает зерна размером до 2 см. Он ассоциирует с калиевым полевым шпатом, кварцем, магнетитом, иногда с биотитом. Особенность минерала — повышенные концентрации ниобия, марганца иттрия и фтора (см. табл. 4). В переменных количествах (от 1 до 3%) в нем установлены также легкие лантаноиды.

Флюорит встречен в блоковых зонах пегматита и участках распространения замещающего комплекса. Он слагает вкрапленность единичных зерен, иногда небольшие гнездообразные скопления.

Магнетит представлен двумя типами. Один из них характеризуется повышенным содержанием ти-

тана (см. табл. 3). Массовая доля MnO в минерале в обоих случаях от 0,6 до 1,9%.

Кристаллы *циркона* встречены в пегматоидной и блоковой зонах. Особенность его — неравномерное и часто высокое содержание гафния (HfO₂ до 9%).

Алланит в виде таблитчатых кристаллов и идиоморфных зерен размером до 1—1,5 см отмечен в блоковой зоне и альбитовом замещающем комплексе. Он характеризуется (см. табл. 5) повышенной марганценосностью (обычно MnO 3%) и ториевостью (ThO₂ 3—4%).

Изотопно-кислородная характеристика пегматитов. Результаты проведенных изотопных исследований приведены в табл. 8. Они показали, что состав кислорода в габбро-пегматитах лежит в интервале мантийного источника, близок к значениям во вмещающих габброидах [8]. Значения ¹⁸O в различных минералах согласуются с известными коэффициен-

7. Химический состав пироклора из гранитных пегматитов Ошурковского массива (в массовых долях %)

Номер образца	TiO ₂	FeO	MnO	CaO	Na ₂ O	UO ₂	Nb ₂ O ₅	Ta ₂ O ₅	Сумма
1/08	16,51	—	0,7	16,96	1,67	24,29	38,73	1,43	100,29
2/08	11,47	0,93	0,94	15,38	1,17	24,24	40,62	5,69	100,44
(15)	14,19	1,07	0,69	11,55	1,28	24,63	39,13	3,8	

тами фракционирования и свидетельствуют об изотопной равновесности, существовавшей в процессе образования пород. Порядок обогащенности минера-

8. Изотопный состав кислорода в минералах из пегматитов Ошурковского массива

Номер образца	Анализируемые породы		Минерал	$^{18}\text{O}\%$ SMOW	
Ош-1 5/09	Габбро-пегматит		Пироксен	4,6	
			Биотит	5,0	
			Апатит	5,2	
				5,3	
			К-Na полевой шпат	4,4	
				6,2	
3,3					
Ош-11	Сиенитовый пегматит		Пироксен	5,9	
			5,6		
Ош-11а			Калиевый полевой шпат	6,6	
			6,2		
Ош-29а	Гранитный пегматит	Не измененный	Магнетит	0,3	
Ош-3			Биотит	4,4	
57/11-3			Гранат	6,0	
57/11-1			Амфибол	6,2	
Ош-7				6,3	
Ош-7			Калиевый полевой шпат	7,4	
Ош-7а				7,7	
57/11-5				8,2	
57/11-2			Альбит	8,2	
Ош-29			Кварц	9,4	
57/11-4				9,8	
109/11-7			Участок альбитизации	Магнетит	2,5
109/11-9				Биотит	5,7
109/11-3				Гранат	6,6
109/11-8				Мусковит	7,9
109/11-1				Амазонит	8,3
109/11-6	Калиевый полевой шпат	8,6			
109/11-2	Альбит	9,0			
109/11-4	Берилл	9,0			
57/11-4	Кварц	9,8			
109/11-5		10,1			

лов тяжелым кислородом (пироксен—биотит—апатит—полевой шпат) согласуется с рядом указанным в работе [17]. И только в полевых шпатах отмечается существенная гетерогенность, обусловленная присутствием нескольких генераций этого минерала (плагиоклаз, анортоклаз, ортоклаз).

Кислород в сиенитовом пегматите также близок к составу в габброидах, хотя и несколько больше обогащен тяжелым изотопом.

В гранитном пегматите изучены минералы из неизмененных пород и участков, подвергшиеся более поздней амазонитизации и альбитизации. Кислород в обеих группах рассмотренных пегматитов подобен составу корового источника. В них значение ^{18}O возрастает в направлении от магнетита к полевым шпатам и кварцу, совпадает с рядом определенным коэффициентами фракционирования по работе [17]. Эта последовательность выглядит следующим образом: магнетит—биотит—(гранат, амфибол)—полевые шпаты (альбит, калиевый полевой шпат)—кварц. В минералах из альбитового замещающего комплекса фиксируется заметный изотопный сдвиг в сторону утяжеления кислорода.

Обсуждение результатов. Составы породообразующих и второстепенных минералов из габбро-пегматитов в целом мало отличаются от минералов плутонических базитов. Их апатиты обогащены стронцием, серой, редкоземельными элементами. Алланиты характеризуются повышенными магниальностью и титанистостью, содержаниями стронция и редкоземельных элементов. В пироксенах присутствует более 10—12% эгиринового минала.

Титаниты из сиенитового пегматита содержат повышенные количества легких лантаноидов. В пироксенах этих пород по сравнению с габброидами больше эгиринового минала (до 25—30%), они отличаются пониженной магниальностью и более высокой железистостью, определивших сдвиг состава этого минерала в поле геденбергита.

Одна из наиболее важных особенностей минералов из гранитного пегматита — их марганцовистость. В них присутствует гранат с содержанием 65% спессартинового минала, манганильменит (MnO до 15%), манганколумбит (MnO до 12,5%). Массовое содержание MnO в аланите до 4%, около 2% в биотите и до 3,3% в амфиболе. Среди ниобиевых минералов установлены пирохлор и колумбит. Ниобий присутствует также в титаните и ильмените, а алланит содержит в среднем около 4% ThO_2 .

Возраст, минералогические и изотопно-геохимические данные показывают, что сиенитовые пегматиты как и габбро-пегматиты генетически родственны базитам и являются результатом фракционной кристаллизации последних. Изотопный состав кислорода в пироксене, апатите, биотите и калинатровом полево шпате близок к значениям в плутонических габбро [8] и укладывается в интервал, типичный для мантийных

пород. Изотопно-геохимические данные по гранитным пегматитам свидетельствуют о их коровой природе и образовании в результате анатектического плавления вмещающих пород под действием базитового расплава. Величины ^{18}O их локализованы в автономном поле и лежат вне эволюционного тренда фракционной кристаллизации базитового расплава.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дворкин-Самарский В.А. Генезис и закономерности пространственного размещения редкоземельных пегматитов одного из районов Восточной Сибири // Геология и геофизика. 1962. № 4. С. 21—33.
2. Литвиновский Б.А., Занвилевич А.Н., Посохов В.Ф. и др. Новые данные о строении и времени формирования Ошурковского массива щелочных габбро и сиенитов (Забайкалье) // Геология и геофизика. 1998. Т. 39. № 6. С. 730—744.
3. Литвиновский Б.А., Ярмолюк В.В., Занвилевич А.Н. и др. Источники и условия формирования гранитных пегматитов Ошурковского щелочно-монцонитового массива, Забайкалье // Геохимия. 2005. № 12. С. 1251—1270.
4. Петрографический кодекс. Издание третье. —С-Пб: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009.
5. Платов В.С., Савченко А.А., Игнатов А.М., и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Алдано-Забайкальская серия. Лист М-48. Улан-Удэ. Объяснительная записка. —С-Пб: ВСЕГЕИ, 2009.
6. Рампилов М.О. Особенности минерального состава габбро-пегматитов Ошурковского габброидного массива // Рудоносность ультрамафит-мафитовых и карбонатитовых комплексов складчатых областей. Материалы международной молодежной школы-семинара. —Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РА. 2008. С. 60—61.
7. Рампилов М.О. Редкометалльные и редкоземельные минералы гранитных пегматитов Ошурковского месторождения // Вестник БГУ. 2011. Вып. 4. Ч. II. С. 20—25.
8. Рипп Г.С., Дорошкевич А.Г., Ласточкин Е.И., Избродин И.А. Изотопный состав кислорода в минералах силикатных пород Ошурковского апатитоносного массива щелочных габброидов (Западное Забайкалье) // XIX симпозиум по геохимии изотопов им.акад.А.П.Виноградова. —М., 2010. С. 337—339.
9. Рипп Г.С., Избродин И.А., Дорошкевич А.Г. и др. Площадь Ошурковского габбро-сиенитового массива как пример связи базитового и кислого магматизма // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту) / Мат-лы совещания. Вып. 9. —Иркутск, 2011.
10. Рипп Г.С., Избродин И.А., Дорошкевич А.Г. и др. Хронология формирования пород габбро-сиенит-гранитной серии Ошурковского Плутона, Западное Забайкалье // Петрология. 2013. Т. 21. № 3. С. 1—19.
11. Ронкин Ю.Л., Матуков Д.И., Пресняков С.Л. и др. «In situ» U-Pb SHRIMP датирование цирконов нефелиновых сиенитов Бердяшского массива (Южный Урал) // Литосфера. 2005. № 1. С. 132—142.
12. Травин В.А. Геохронологические этапы развития медно-молибден-порфировых рудно-магматических систем (Юг Сибири, Монголия) // Автореф. дис. ...канд. геол.-минер. наук. —Новосибирск, 1994.
13. Ферсман А.Е. Избранные труды. Т. VI. —М.: Изд-во Академии Наук СССР. 1960.
14. Шадаев М.Г., Посохов В.Ф., Рипп Г.С. Rb-Sr данные о раннемеловом возрасте пегматитов в Западном Забайкалье // Геология и геофизика. 2001. Т. 42. № 9. С. 1421—1424.
15. Шмакин Б.М., Загорский В.Е., Макагон В.М. Редкоземельные пегматиты. Пегматиты необычного состава // Гранитные пегматиты. Т. 4. —Новосибирск: Наука, 2007.
16. Яценко Т.М., Росихина А.И. О генетических особенностях Ошурковской апатитовой интрузии и о некоторых близких массивах Западного Забайкалья // Геология и полезные ископаемые Сибири. Т. II. Петрология. —Томск, 1974. С. 44—45.
17. Chacko T., Cole D.R., Horita J. Equilibrium oxygen, hydrogen and carbon isotope fractionation factors applicable to geologic systems // Stable Isotope Geochemistry. Ed. Valley J.M., Cole D.R. Reviews in Mineralogy Geochemistry. 2001. Vol. 43. Pp. 1—62.