

наблюдениям в эндробитах пос. Вокнаволок выделяются двупироксеновые (Нур + Срх + Р1 + Qtz) безамфиболовые парагенезисы и незначительная локальная их амфиболизация [6]. Приведенный В. А. Коншиным расчет подтверждает описанные выше для ГЭЧ комплексов оз. Нотозеро – оз. Ковдозеро и оз. Керчуг закономерности и условия гранулитовой амфиболизации в породах среднего состава (Р1 = 40% An). Данные исследований свидетельствуют о формировании Hbl в эндробитах пос. Вокнаволок действительно после становления их магматических парагенезисов, при завершении процессов изогральной амфиболизации, и с участием остаточных водных флюидов [6].

Двупироксен-амфиболовые кристаллические сланцы являются главной составной частью основных гранулитов практически всех районов исследований [7]. Амфиболиты гранулитовой фации, образованные по ним, как известно, также наблюдаются в ГЭЧ комплексах: губы Поньгомы – п-ов Поньгомнаволок Белого моря {4}, пос. Вокнаволок {6}, оз. Тулос {7}, ЮВ части Онежского озера {9}, где широко распространены эндроби-

ты мигматитовых субкомплексов и образующие поля и массивы.

Очень незначительная амфиболизация характерна для двупироксеновых кристаллических сланцев по метабазальтам на п-ове Вичаны оз. Кереть {3}. Жилы и небольшие тела эндробитов развиты только на п-ове Мундиннаволок этого озера {3}. Здесь, кроме двупироксеновых, наблюдаются двупироксен-амфиболовые кристаллические сланцы. В перекристаллизованных метаандезитах – двупироксен-плаггиоклазовых кристаллических сланцах этого же района наблюдается слабая амфиболизация. Незначительно присутствует наложенная Hbl (каймы по ромбическому и моноклинному пироксенам) в средних гранулитах губы Поньгомы {4}.

Описанная выше гранулитовая амфиболизация в районах оз. Нотозеро – оз. Ковдозеро, оз. Керчуг, пос. Вокнаволок является определяющим и несомненно очень значимым процессом в метаморфической эволюции ГЭЧ комплексов и требует дополнительного детального изучения в других районах их развития.

1. *Король Н. Е.* Гранулиты и эндробиты района оз. Керчуг // Операт.-информ. материалы «Вопросы геологии и петрологии докембрийских комплексов Карелии». Петрозаводск, 1979. С. 17–26.

2. *Володичев О. И., Коншин В. А., Король Н. Е.* Геология и петрология гранулитовых и интрузивных эндробит-чарнокитовых комплексов архея // Гранулитовые и мигматитовые комплексы Карелии и их роль в формировании земной коры Балтийского щита. Отчет по теме 67. Т. I. Фонды КарНЦ РАН. Петрозаводск, 1985. 206 с.

3. *Володичев О. И.* Беломорский комплекс Карелии (петрология и геология). Л., 1990. 245 с.

4. *Король Н. Е.* Метаморфическая эволюция гранулитового комплекса Северной Карелии: Дис. ... канд. геол.-минер. наук. М., 1990. 346 с.

5. *Володичев О. И., Король Н. Е.* Гранулит-эндробит-чарнокитовые комплексы Карелии // Тез. докл. между-

нар. совещ. «Докембрий Северной Евразии». СПб., 1997. С. 22–23.

6. *Король Н. Е.* Метаморфическая эволюция архейских гранулит-эндробит-чарнокитовых комплексов Карелии и Центральной Финляндии // Автономный раздел отчета по теме 158 «Эндогенные режимы метаморфизма в различных геодинамических обстановках докембрия Карелии». Фонды КарНЦ РАН. Петрозаводск, 2003. 364 с.

7. *Король Н. Е.* Основные гранулиты Карелии и Центральной Финляндии // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып. 8. Петрозаводск, 2005. С. 18–28.

8. *Коншин В. А.* Геология и метаморфизм района оз. Верхнее Куйто – Тоухтуриньярви (Вокнаволоцкий блок, Зап. Карелия) // Ранний докембрий Карелии. Петрозаводск, 1987. С. 70–89.

ОБ АМФИБОЛАХ ЭКЛОГИТОВЫХ ПОРОД РАЙОНА с. ГРИДИНО

Т. И. Кузенко

Институт геологии Карельского НЦ РАН, Петрозаводск; volod@krc.karelia.ru

Эклогитовые породы включают собственно эклогиты и продукты их ретроградного преобразования.

В районе с. Гридино, охватывающем побережье Белого моря и прилегающие острова, в структуре Беломорского подвижного пояса (БПП) выявлены эклогиты и их преобразованные разновидности трех возрастных групп. Это архейские (AR) эклогиты с установленным U-Pb методом по цирконам из симплектитовых апоэклогитов возраст-

том 2720 ± 8 млн лет [1, 2], эклогиты архей-протерозойского (AR-PR) возраста (2,7–2,45 млрд лет) и палеопротерозойские (PR) – с изотопным возрастом $2416,1 \pm 1,3$ млн лет [3]. В статье приводится обзор составов амфиболов эклогитовых пород этих возрастных групп по данным 63 микронзондовых определений (табл. 1).

Архейские эклогитовые породы обнаружены в Гридинской тектонической зоне, где являются обломочной составляющей мигматизированного

Таблица 1

Химические анализы амфиболов AR эколгитовых пород (1–25), эколгитизированных габбро-норитов AR-PR возраста (26–33) и PR эколгитизированных габбро-норитов (34–63)

№ обр.	22а	20	В-145	В-2-3	В-10-1	В-10-1				В-7-8				
	№ т.	12	5	6	15	5	12 ц	13 кр	18	26	3	8	12 ц	13 кр
№ п.п.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
SiO ₂	44,10	48,84	45,14	44,23	48,75	50,10	45,74	43,20	49,17	43,07	43,09	42,05	41,86	43,31
TiO ₂	1,05	0,68	1,32	2,20	0,72	0,21	0,30	0,36	0,27	1,45	1,36	0,99	0,79	0,47
Al ₂ O ₃	13,42	8,87	9,27	9,77	8,76	8,29	12,15	15,07	8,41	12,01	11,49	13,07	14,21	12,53
Cr ₂ O ₃	0,18	0,49	1,37	0,16	Не опр.	0,21	0,02	–	0,06	0,04				
FeO*	13,37	9,78	13,98	15,35	12,52	11,56	12,47	12,78	11,51	13,19	13,82	14,03	13,32	13,57
MnO	0,06	0,13	0,05	0,04	0,19	0,08	0,02	0,19	0,25	0	0,15	0,13	0	0
MgO	12,62	16,23	12,72	11,90	14,71	16,21	14,30	12,78	16,57	13,16	12,61	12,31	12,54	12,89
CaO	11,85	12,65	11,31	11,14	12,23	11,21	11,70	11,66	11,17	10,72	10,86	10,90	10,78	10,82
Na ₂ O	1,94	1,65	2,31	2,45	1,47	1,75	2,42	2,55	1,93	2,86	2,38	2,83	2,71	2,51
K ₂ O	0,66	0,63	0,53	0,77	0,60	0,55	0,85	1,41	0,66	0,95	0,74	0,88	0,79	0,76
Сумма	99,25	99,95	98,00	98,01	99,95	99,96	99,95	100,00	99,94	97,62	96,52	97,19	97,06	96,90

Продолжение табл. 1

№ обр.	В-3-2			В-2-3		В-6-2		В-7-2		22	В-3-2
	№ т.	4	6	11	5 ц	4 кр	7	14	4	7	5
№ п.п.	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
SiO ₂	43,21	45,06	44,09	42,11	41,98	43,08	42,54	43,98	46,38	47,53	45,19
TiO ₂	1,71	1,61	1,71	1,88	1,86	0,79	0,70	1,22	1,05	0,41	1,72
Al ₂ O ₃	11,69	10,31	11,15	12,43	12,49	13,44	13,74	12,48	10,30	11,29	11,29
Cr ₂ O ₃	0,03	0,16	0,15	0,06	0,09	0,17	0,03	0,12	0,07	0,18	0,20
FeO*	14,37	13,62	14,27	16,11	15,64	12,60	13,00	13,15	12,11	10,33	11,24
MnO	0,19	–	–	–	0,06	0,03	0,06	–	0,13	0,08	0,10
MgO	11,94	12,91	12,11	10,98	10,89	13,14	13,11	13,49	14,53	15,25	13,83
CaO	11,14	11,49	11,17	10,77	10,87	11,15	11,16	11,37	11,54	12,42	11,34
Na ₂ O	2,00	1,65	1,99	2,69	2,64	2,44	2,38	2,35	1,88	2,17	1,98
K ₂ O	1,20	0,87	1,00	1,01	1,00	1,18	1,28	1,24	0,75	0,32	0,85
Сумма	97,48	97,68	97,64	98,04	97,52	98,02	98,00	99,40	98,74	99,98	97,74

Продолжение табл. 1

№ обр.	В-35	В-35		В-53		В-134		В-135	В-30	В-32	В-30			В-32
	№ т.	8	11 ц	10 кр	7	17	5	13	8	3а	7	14	16	17
№ п.п.	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
SiO ₂	46,61	44,43	43,11	41,37	42,19	43,46	42,28	40,77	46,20	45,26	46,75	45,71	46,52	46,33
TiO ₂	1,18	1,06	0,97	1,98	1,03	1,47	1,94	1,45	1,65	2,07	1,45	1,44	0,92	2,99
Al ₂ O ₃	9,69	11,48	12,57	12,19	12,55	9,99	9,34	12,84	12,39	12,19	13,79	14,02	13,84	11,47
Cr ₂ O ₃	0,10	0	0,08	0,16	–	0,19	0,31	0,13	1,31	2,11	0,59	0,48	0,37	0,30
FeO*	15,60	16,44	16,66	16,53	15,28	17,39	17,54	19,60	5,93	6,51	5,95	5,89	5,88	7,35
MnO	0,07	–	0,12	0,07	0,06	0,12	–	0,02	0,10	0,02	–	0,13	0,17	–
MgO	11,18	11,42	11,07	10,42	11,56	10,90	9,98	8,26	16,62	15,45	16,37	16,87	17,09	16,20
CaO	13,22	12,45	12,55	11,57	11,85	10,68	10,52	11,24	11,83	11,62	10,02	10,47	9,96	11,64
Na ₂ O	1,55	1,78	1,75	1,96	1,88	2,17	2,22	2,38	3,39	3,53	4,16	3,95	4,28	2,98
K ₂ O	0,65	0,76	0,90	1,28	1,15	0,89	0,86	1,31	0,59	1,14	0,84	0,84	0,79	0,74
Сумма	99,85	99,82	99,78	97,53	97,55	97,26	94,99	98,00	100,01	99,90	99,92	99,80	99,82	100,00

Продолжение табл. 1

№ обр.	В-33			В-39а		В-49		В-16-51		1-3		1-2		2910-4	
	№ т.	7	9	15 ц	14 кр	2	8	4	5 ц	6 кр	2	8	11	13	11
№ п.п.	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
SiO ₂	51,82	53,92	52,49	43,96	54,32	53,22	52,83	53,37	44,21	45,78	44,94	48,77	48,77	48,49	48,40
TiO ₂	1,10	0,58	0,89	1,98	0,59	0,42	0,48	0,49	1,23	1,06	1,73	0,75	0,77	0,37	0,40
Al ₂ O ₃	7,18	5,50	6,73	14,44	4,77	6,05	6,12	5,52	13,99	14,86	12,72	9,81	9,75	8,50	9,44
Cr ₂ O ₃	0,28	0,10	0,31	0,69	0,17	0,36	0,24	0,27	0,53	0,19	0,11	0,31	0,62	0,30	0,44
FeO*	5,99	6,10	6,00	7,55	7,19	5,60	7,39	7,53	9,95	5,61	9,47	8,89	8,26	7,17	7,18
MnO	0,05	0,02	–	0,14	–	–	0,01	–	0,04	0,06	0,21	–	0,09	0,19	0,01
MgO	19,32	19,99	19,32	15,13	20,62	20,52	19,40	19,51	14,09	16,37	15,51	16,38	16,99	17,37	17,50
CaO	12,36	12,53	12,57	12,65	11,08	12,12	11,49	11,48	12,19	10,67	12,44	12,83	12,79	11,62	11,76
Na ₂ O	1,40	0,91	1,26	2,36	0,93	1,43	1,64	1,45	2,55	3,74	1,83	1,66	1,41	1,32	1,41
K ₂ O	0,47	0,36	0,40	1,11	0,34	0,30	0,41	0,38	1,23	0,65	1,01	0,56	0,48	0,52	0,56
Сумма	99,97	100,01	99,97	100,01	100,01	100,02	100,01	100,00	100,01	98,99	99,97	99,96	99,93	95,85	97,10

№ обр.	1-2		39в		1-3	2910-4			
№ т.	5	7	2	5	3	4	5	14	28
№ п.п.	55	56	57	58	59	60	61	62	63
SiO ₂	47,10	48,18	46,19	46,40	44,02	43,89	46,95	45,81	45,44
TiO ₂	1,17	0,70	1,30	1,14	1,91	0,40	0,48	0,44	0,56
Al ₂ O ₃	12,51	11,26	12,25	12,86	13,63	14,17	11,01	12,40	12,47
Cr ₂ O ₃	0,31	0,51	0,81	0,74	0,59	0,10	0,09	0,12	0,06
FeO*	8,07	7,80	7,65	7,21	9,77	7,74	7,64	7,74	6,79
MnO	—	0,07	0,03	0,10	0,09	0,13	—	—	0,05
MgO	15,65	16,36	16,69	16,32	14,17	15,50	16,78	16,39	16,63
CaO	12,71	12,84	12,23	12,08	12,58	11,40	11,51	11,24	11,54
Na ₂ O	1,76	1,56	2,16	2,35	2,18	1,92	1,82	1,78	1,80
K ₂ O	0,71	0,63	0,70	0,81	1,02	1,03	0,71	0,69	0,79
Сумма	99,99	99,91	100,01	100,01	99,96	96,28	96,99	96,61	96,13

Примечание. Химические анализы выполнялись на сканирующих электронных микроскопах CamScan 4DV с полупроводниковым детектором Link AN 10000 (кафедра петрографии МГУ, аналитик О. В. Парфенова), CamScan MV 2300 и рентгеноспектральном микроанализаторе Camebax с полупроводниковым детектором Link AN 10000 (ИЭМ РАН, аналитики А. Н. Конилов, К. В. Ван). FeO* – все железо в форме FeO; ц – центр, кр – край; № п.п. – порядковые номера анализов совпадают с порядковыми номерами в табл. 2. Ссылки в тексте на порядковые номера анализов.

тектонического меланжа [2]. Эклогиты сохранились в виде реликтов среди гранат-клинопироксен-плагиоклазовых с амфиболом и кварцем пород. Их протолитами являются базиты, сопоставимые по петрогеохимическим характеристикам с офиолитоподобным комплексом БПП, а также интрузивные габбро-нориты и пироксениты.

Собственно эклогитовые ассоциации представлены биминеральным парагенезисом граната с 21–32% *Prp*¹ и 22–30% *Gr*s с омфацитом с 28–42% *Jd*. Этот парагенезис свидетельствует об условиях эклогитовой фации метаморфизма (P = 14,0–17,5 кбар, T = 740–865 °C²).

При изменении температур и давлений минеральные парагенезисы становятся неустойчивыми, и в результате интенсивных декомпрессионных преобразований образуются симплектитовые структуры распада. Образование амфиболов приурочено к заключительным этапам процесса трансформации симплектитов. В симплектитовых эклогитах амфибол представлен *Ed*, *Ed-Hbl* и *Prg-Hbl* (табл. 2; 1–5). Новообразованные *Ed* и *Ed-Hbl* участвуют в симплектитовых срастаниях с *Cpx* (6–8% *Jd*) и *Pl* (19–24% *An*). Термодинамические параметры соответствуют условиям высокобарической гранулитовой фации (давление снижается до 8,5 кбар, температура – до 710 °C).

Главным породообразующим минералом амфибол становится на следующей стадии дальнейшего преобразования симплектитов в гранат-клинопироксеновые и гранатовые амфиболиты. Основная масса представлена *Prg-Hbl* и *Ed-Hbl*, а также *Prg* и *Ed* (табл. 2; 6–24). Амфибол имеет буровато-зеленую окраску, в

виде относительно гомогенных неправильных, субидiomорфных и идиоморфных зерен развивается по симплектитовой *Cpx-Pl* основной массе породы или, предпочтительно, на ее границе с зернами граната с постепенным его замещением (рис. 1). Амфибол – *Ed-Hbl* – наблюдается во включениях в гранате состава *Gr*t₂₃ (табл. 2; 25). В минеральных парагенезисах с амфиболами могут быть *Gr*t_{17–21} – *Pl*_{19–25} ± *Di*_{<5}.

Параметры метаморфизма соответствуют пограничным высокобарической амфиболитовой – гранулитовой фациям (P снижается до 6,5 кбар, T до 630 °C). В зональных амфиболах от центра к краю зерна состав может варьировать: *Ed* → *Ed-Hbl* (табл. 2; 6–7), *Prg-Hbl* → *Prg* (табл. 2; 12–13), либо оставаться практически неизменным – *Prg-Hbl* → *Prg-Hbl* (табл. 2; 18–19). Увеличение содержания паргаситового компонента от центра к краю отражает общую тенденцию изменения состава амфиболов архейских эклогитовых пород от эденита к эденитовой и паргаситовой рогавым обманкам.

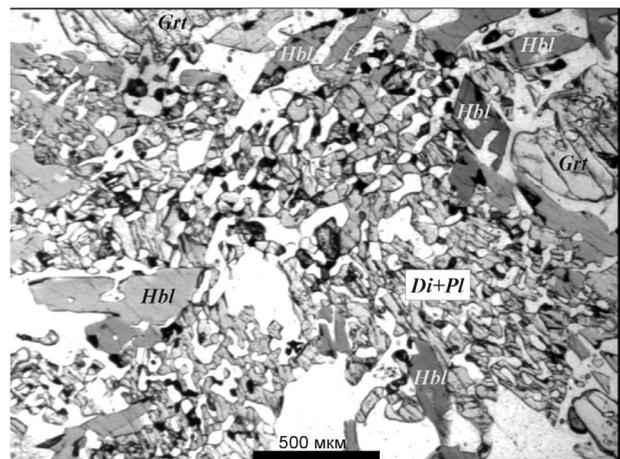


Рис. 1. В AR симплектитовых эклогитах амфибол, преимущественно *Prg-Hbl*, как наиболее поздний минерал, образуется в виде относительно крупных гомогенных субидiomорфных и идиоморфных кристаллов на границе граната и симплектитовой *Cpx-Pl* основной массы и в пределах последней Шлиф В-3^а. Без анализатора

¹ Символы минералов: *Act-Hbl* – актинолитовая роговая обманка, *Am* – амфибол, *An* – анортит, *Cpx* – клинопироксен, *Di* – диопсид, *Ed* – эденит, *Ed-Hbl* – эденитовая роговая обманка, *Gr*t – гранат, *Gr*s – гроссуляр, *Mg-Hbl* – магнизиальная роговая обманка, *Jd* – жадеит, *Ol* – оливин, *Omp* – омфацит, *Opx* – ортопироксен, *Pl* – плагиоклаз, *Prg* – паргасит, *Prg-Hbl* – паргаситовая роговая обманка, *Prp* – пироп. Числа внизу у *Omp* и *Di* обозначают содержание *Jd*, у *Pl* – содержание *An*, у *Gr*t – содержание *Prp*.

² При определении T были использованы геотермометры [4, 5, 6]; при определении P – геобарометры [7, 8, 9].

Таблица 2

Кристаллохимические формулы (на 23 O) и номенклатура [13] амфиболов AR эцлогитовых пород (1–25), эцлогитизированных габбро-норитов AR-PR возраста (26–33) и PR эцлогитизированных габбро-норитов (34–63)

№ п.п.	Na	K	ΣA	Fe ²⁺	Mn	Ca	Na	ΣB	Al (VI)	Ti	Mg	Fe ²⁺	Mn	ΣC	Si	Al (IV)	ΣT	O	OH	F	ΣAl	Mg/Mg+Fe ²⁺	Номенклатура
Амфиболы AR симплектитовых эцлогитов																							
1	0,54	0,12	0,66	0,16	0,01	1,84		2,01	0,70	0,11	2,73	1,46		5,00	6,40	1,60	8,00	22,0	2,00	37,2	2,30	0,63	<i>Prg-Hbl</i>
2	0,45	0,12	0,57	0,05	0,02	1,92	0,01	2,00	0,39	0,08	3,42	1,11		5,00	6,91	1,09	8,00	22,0	2,00	25,3	1,48	0,75	<i>Ed</i>
3	0,58	0,11	0,69	0,10	0,01	1,81	0,08	2,00	0,37	0,15	2,83	1,65		5,00	6,74	1,26	8,00	22,0	2,00	38,2	1,63	0,62	<i>Ed-Hbl</i>
4	0,60	0,14	0,74	0,10	0,01	1,78	0,11	2,00	0,30	0,25	2,64	1,81		5,00	6,58	1,42	8,00	22,0	2,00	42,0	1,72	0,58	<i>Ed-Hbl</i>
5	0,40	0,10	0,50	0,10	0,03	1,86	0,01	2,00	0,41	0,08	3,12	1,39		5,00	6,94	1,06	8,00	22,0	2,00	32,3	1,47	0,68	<i>Ed</i>
Амфиболы AR эцлогитовых пород амфиболитовой стадии преобразования																							
6ц	0,41	0,10	0,51	0,24	0,01	1,69	0,06	2,00	0,44	0,03	3,41	1,12		5,00	7,07	0,93	8,00	22,0	2,00	28,5	1,37	0,71	<i>Ed</i>
7кр	0,66	0,15	0,81	0,19		1,80	0,01	2,00	0,60	0,03	3,06	1,31		5,00	6,55	1,45	8,00	22,0	2,00	32,9	2,05	0,67	<i>Ed-Hbl</i>
8	0,66	0,26	0,92	0,12	0,03	1,80	0,05	2,00	0,79	0,04	2,75	1,42		5,00	6,23	1,77	8,00	22,0	2,00	35,9	2,56	0,64	<i>Prg</i>
9	0,52	0,12	0,64	0,26	0,03	1,70	0,01	2,00	0,37	0,03	3,50	1,10		5,00	6,97	1,03	8,00	22,0	2,00	28,0	1,40	0,72	<i>Ed</i>
10	0,72	0,18	0,90	0,20		1,70	0,10	2,00	0,49	0,16	2,91	1,44		5,00	6,39	1,61	8,00	22,0	2,00	36,0	2,10	0,64	<i>Prg-Hbl</i>
11	0,65	0,14	0,79	0,20	0,02	1,75	0,03	2,00	0,50	0,15	2,82	1,53		5,00	6,46	1,54	8,00	22,0	2,00	38,0	2,04	0,62	<i>Prg-Hbl</i>
12ц	0,78	0,16	0,94	0,19	0,02	1,74	0,05	2,00	0,59	0,11	2,74	1,56		5,00	6,29	1,71	8,00	22,0	2,00	39,0	2,30	0,61	<i>Prg-Hbl</i>
13кр	0,75	0,14	0,89	0,24		1,72	0,04	2,00	0,72	0,09	2,78	1,41		5,00	6,23	1,77	8,00	22,0	2,00	37,2	2,49	0,63	<i>Prg</i>
14	0,67	0,14	0,81	0,24		1,72	0,04	2,00	0,64	0,05	2,86	1,45		5,00	6,44	1,56	8,00	22,0	2,00	37,1	2,20	0,63	<i>Prg-Hbl</i>
15	0,51	0,23	0,74	0,13	0,03	1,78	0,06	2,00	0,50	0,19	2,65	1,66		5,00	6,44	1,56	8,00	22,0	2,00	40,3	2,06	0,60	<i>Prg-Hbl</i>
16	0,44	0,16	0,60	0,14		1,82	0,04	2,00	0,44	0,18	2,84	1,54		5,00	6,65	1,35	8,00	22,0	2,00	37,2	1,79	0,63	<i>Ed-Hbl</i>
17	0,49	0,20	0,69	0,14		1,78	0,08	2,00	0,49	0,19	2,68	1,64		5,00	6,55	1,45	8,00	22,0	2,00	39,9	1,94	0,60	<i>Ed-Hbl</i>
18ц	0,67	0,20	0,87	0,17		1,73	0,10	2,00	0,49	0,22	2,45	1,84		5,00	6,30	1,70	8,00	22,0	2,00	45,1	2,19	0,55	<i>Prg-Hbl</i>
19кр	0,67	0,20	0,87	0,13	0,01	1,75	0,11	2,00	0,51	0,21	2,44	1,84		5,00	6,31	1,69	8,00	22,0	2,00	44,7	2,20	0,55	<i>Prg-Hbl</i>
20	0,64	0,23	0,87	0,19		1,76	0,05	2,00	0,67	0,09	2,88	1,36		5,00	6,34	1,66	8,00	22,0	2,00	35,0	2,33	0,65	<i>Prg-Hbl</i>
21	0,66	0,25	0,91	0,22	0,01	1,76	0,01	2,00	0,66	0,08	2,88	1,38		5,00	6,27	1,73	8,00	22,0	2,00	35,7	2,39	0,64	<i>Prg-Hbl</i>
22	0,62	0,23	0,85	0,19		1,77	0,04	2,00	0,53	0,13	2,93	1,41		5,00	6,40	1,6	8,00	22,0	2,00	35,3	2,13	0,65	<i>Prg-Hbl</i>
23	0,50	0,14	0,64	0,17	0,02	1,79	0,02	2,00	0,46	0,11	3,13	1,30		5,00	6,71	1,29	8,00	22,0	2,00	32,0	1,75	0,68	<i>Ed-Hbl</i>
24	0,56	0,05	0,61	0,08	0,01	1,88	0,03	2,00	0,61	0,04	3,21	1,14		5,00	6,72	1,28	8,00	22,0	2,00	28,0	1,89	0,72	<i>Ed-Hbl</i>
Включение амфибола в гранате																							
25	0,45	0,16	0,61	0,11	0,01	1,77	0,11	2,00	0,54	0,19	3,01	1,26		5,00	6,59	1,41	8,00	22,0	2,00	31,3	1,95	0,69	<i>Ed-Hbl</i>
Амфиболы AR-PR симплектитовых эцлогитов																							
26	0,44	0,12	0,56			2,06		2,06	0,45	0,13	2,42	1,90		4,91	6,79	1,21	8,00	22,0	2,00	44,0	1,66	0,56	<i>Ed</i>
Амфиболы AR-PR эцлогитовых пород амфиболитовой стадии преобразования																							
27ц	0,51	0,14	0,65	0,10		1,95		2,05	0,49	0,11	2,49	1,91		5,00	6,50	1,50	8,00	22,0	2,00	44,7	1,99	0,55	<i>Ed-Hbl</i>
28кр	0,50	0,18	0,68	0,12	0,02	1,98		2,12	0,53	0,11	2,43	1,93		5,00	6,35	1,65	8,00	22,0	2,00	45,8	2,18	0,54	<i>Prg-Hbl</i>
29	0,57	0,25	0,82	0,11	0,01	1,87	0,01	2,00	0,44	0,23	2,35	1,98		5,00	6,26	1,74	8,00	22,0	2,00	47,1	2,17	0,53	<i>Prg-Hbl</i>
30	0,54	0,22	0,76	0,16	0,01	1,9		2,07	0,54	0,12	2,58	1,76		5,00	6,32	1,68	8,00	22,0	2,00	42,6	2,22	0,57	<i>Prg-Hbl</i>
31	0,59	0,18	0,77	0,20	0,02	1,73	0,05	2,00	0,37	0,17	2,46	2,00		5,00	6,58	1,42	8,00	22,0	2,00	47,2	1,79	0,53	<i>Ed-Hbl</i>
32	0,56	0,17	0,73	0,13		1,76	0,11	2,00	0,31	0,22	2,32	2,15		5,00	6,59	1,41	8,00	22,0	2,00	49,7	1,71	0,5	<i>Ed-Hbl</i>
33	0,67	0,26	0,93	0,13		1,84	0,03	2,00	0,56	0,17	1,89	2,38		5,00	6,24	1,76	8,00	22,0	2,00	57,0	2,32	0,43	<i>Prg</i>
Ламеллиевые вроски амфиболов																							
34	0,72	0,10	0,82			1,79	0,21	2,00	0,59	0,18	3,49	0,70	0,01	4,97	6,52	1,48	8,00	22,0	2,00	16,7	2,07	0,82	<i>Ed-Hbl</i>
35	0,76	0,21	0,97			1,78	0,22	2,00	0,56	0,22	3,30	0,78		4,86	6,49	1,51	8,00	22,0	2,00	19,1	2,07	0,81	<i>Prg-Hbl</i>
Амфиболы из среднерезистных и мелкозернистых PR эцлогитов																							
36	0,68	0,15	0,83	0,06		1,50	0,44	2,00	0,80	0,15	3,41	0,64		5,00	6,53	1,47	8,00	22,0	2,00	17,0	2,27	0,83	<i>Ed-Hbl</i>
37	0,75	0,15	0,9	0,08	0,02	1,57	0,33	2,00	0,72	0,15	3,52	0,61		5,00	6,40	1,60	8,00	22,0	2,00	16,4	2,32	0,84	<i>Prg-Hbl</i>
38	0,78	0,13	0,91	0,11	0,02	1,49	0,38	2,00	0,77	0,10	3,55	0,58		5,00	6,49	1,51	8,00	22,0	2,00	16,3	2,28	0,84	<i>Prg-Hbl</i>
39	0,57	0,14	0,71			1,76	0,24	2,00	0,41	0,31	3,40	0,86		4,98	6,52	1,48	8,00	22,0	2,00	20,2	1,89	0,80	<i>Ed-Hbl</i>
40	0,30	0,08	0,39	0,09	0,01	1,82	0,08	2,00	0,31	0,12	3,97	0,60		5,00	7,15	0,85	8,00	22,0	2,00	14,8	1,16	0,85	<i>Mg-Hbl</i>
41	0,22	0,07	0,29	0,13		1,84	0,03	2,00	0,28	0,06	4,09	0,57		5,00	7,39	0,61	8,00	22,0	2,00	14,6	0,89	0,85	<i>Act-Hbl</i>
42ц	0,27	0,07	0,34	0,09		1,85	0,06	2,00	0,33	0,09	3,97	0,61		5,00	7,24	0,76	8,00	22,0	2,00	15,0	1,09	0,85	<i>Mg-Hbl</i>
43кр	0,58	0,20	0,78			1,93	0,07	2,00	0,66	0,21	3,20	0,90	0,02	4,99	6,24	1,76	8,00	22,0	2,00	22,0	2,42	0,78	<i>Prg</i>
44	0,19	0,07	0,26	0,31		1,63	0,06	2,00	0,22	0,06	4,21	0,51		5,00	7,45	0,55	8,00	22,0	2,00	16,3	0,77	0,84	<i>Act-Hbl</i>
45	0,32	0,05	0,37	0,16		1,78	0,06	2,00	0,28	0,04	4,20	0,48		5,00	7,31	0,69	8,00	22,0	2,00	13,2	0,97	0,87	<i>Act-Hbl</i>
46	0,34	0,07	0,41	0,21		1,70	0,09	2,00	0,30	0,05	4,00	0,65		5,00	7,30	0,70	8,00	22,0	2,00	17,6	1,00	0,82	<i>Act-Hbl</i>
47ц	0,29	0,07	0,36	0,21		1,70	0,09	2,00	0,27	0,05	4,02	0,66		5,00	7,37	0,63	8,00	22,0	2,00	17,8	0,90	0,82	<i>Act-Hbl</i>
48кр	0,60	0,22	0,82	0,01	0,01	1,87	0,11	2,00	0,69	0,13	3,00	1,18		5,00	6,33	1,67	8,00	22,0	2,00	28,4	2,36	0,72	<i>Prg-Hbl</i>
Амфиболы PR симплектитовых эцлогитов																							
49	0,69	0,12	0,81	0,07	0,01	1,60	0,32	2,00	0,88	0,11	3,42	0,59		5,00	6,42	1,58	8,00	22,0	2,00	16,1	2,45	0,82	<i>Prg-Hbl</i>
50	0,51	0,19	0,70	0,11	0,03	1,89		2,03	0,51	0,19	3,28	1,02		5,00	6,38	1,62	8,00	22,0	2,00	25,6	2,13	0,74	<i>Prg-Hbl</i>
51	0,44	0,10	0,54	0,04		1,94	0,02	2,00	0,48	0,08	3,43	1,01		5,00	6,86	1,14	8,00	22,0	2,00	23,4	1,62	0,77	<i>Ed</i>
52	0,39	0,08	0,47	0,07	0,01	1,92		2,00	0,47	0,08	3,55	0,90		5,00	6,85	1,15	8,00	22,0	2,00	21,5	1,62	0,79	<i>Mg-Hbl</i>
53	0,34	0,10	0,44	0,14	0,03	1,80	0,03	2,00	0,48	0,04	3,75	0,73		5,00	7,03	0,97	8,00	22,0	2,00	18,8	1,45	0,81	<i>Mg-Hbl</i>
54	0,37	0,10	0,47	0,16		1,81	0,03	2,00	0,53	0,04	3,73	0,70		5,00	6,93	1,07	8,00	22,0	2,00</				

Эклогитовые породы AR-PR возрастной группы развиваются по дайкам габбро-норитов ферротолейтового состава, секущих архейский интенсивно мигматизированный эклогитсодержащий комплекс [10]. Радиологический возраст пока не определен, геологический соответствует интервалу 2,7–2,45 млрд лет. По минеральному составу они представлены либо среднезернистыми гранат-плаггиоклаз-клинопироксеновыми с амфиболом и биотитом породами, либо гранат-клинопироксеновыми амфиболитами. В первых клинопироксен соответствует омфациту (22–23% *Jd*) в участках гомогенного строения и диопсиду (7–8% *Jd*) – в симплектитовых сростаниях с плаггиоклазом (31–34% *An*). Амфибол в симплектитовых образованиях представлен *Ed* в ассоциации с *Pl*₂₁ (табл. 2; 26). Гранат (21–22% *Prp*) имеет относительно гомогенный состав.

Развивающийся позднее амфибол определяет следующую стадию преобразования этих пород в амфиболиты, которые сложены зональным гранатом (*Grt*₂₀^h → *Grt*₁₇^k), диопсидом (6–9% *Jd*) в симплектитовых сростаниях с плаггиоклазом (27% *An*) и амфиболом – *Prg-Hbl*, *Ed-Hbl* и *Prg* (табл. 2; 27–33) в ассоциации с *Pl*_{12–23}. Зональный амфибол (табл. 2; 27–28) в центре имеет состав *Ed-Hbl*, меняющийся к периферии до *Prg-Hbl*.

Эти данные свидетельствуют о реликтах в этих породах эклогитовой ассоциации *Grt*₂₂–*Omp*₂₃ (P = 15–16 кбар, T = 890 °C), по которым при ретроградных преобразованиях образуются сначала симплектитовые эклогиты (*Grt*₂₁–*Di*_{8–9}–*Pl*₃₃, P = 10 кбар, T = 760 °C), а затем гранат-диопсидовые амфиболиты (*Grt*₁₇–*Di*₇–*Pl*₂₃–*Am*, P = 7,5–8,0 кбар, T = 700 °C) [11].

Палеопротерозойские эклогиты образовались по дайкам магнезиальных габбро-норитов комплекса лерцолитов – габбро-норитов, секущих эклогитизированные дайки Fe-толеитов. На восточной окраине с. Гридино детально изучена зональная дайка эклогитизированных оливинных габбро-норитов, в максимальной степени затронутая процессом эклогитизации [11, 12]. Особый интерес представляет центральная зона друзитовых эклогитов – среднезернистых пород, в которых наряду с метаморфическими компонентами сохранились магматические минералы, представленные оливинами, ортопироксенами и клинопироксенами. Эклогитовые ассоциации *Grt*_{48–49}–*Omp*_{30–41}, *Grt*_{48–51}–*Omp*_{38–48}–корунд образовались при P = 15–19 кбар и T = 765–930 °C.

Интересно, что кумулусные пироксены имеют состав и строение, не характерные для магматических. Исследованный клинопироксен представлен диопсидом с высоким содержанием жадеита, повышающимся от центра к краю (12–26% *Jd*) и повышенными содержаниями окиси хрома (0,63–1,24 мас. %), снижающимися к периферии. В этом хром-диопсиде кроме многочисленных бесформенных вrostков ортопироксена (энстатита) встречен амфибол в виде многочисленных тонень-

ких ламеллиевых вrostков *Ed-Hbl* (табл. 2; 34; рис. 2). По кристаллу преобразованного ортопироксена с многочисленными очень мелкими субориентированными включениями шпинели, что характерно для субсолидусной стадии кристаллизации базитов, развивается диопсид (17% *Jd*, 1,42–2,43 мас. % Cr₂O₃) с многочисленными субориентированными удлиненными вrostками линзочек-ламелл *Prg-Hbl* (табл. 2; 35). Характерно, что ламеллиевые вrostки *Ed-Hbl* и *Prg-Hbl* также выделяются повышенными содержаниями окиси хрома (1,31 и 2,11 мас. % соответственно). Такая картина позволяет предполагать, что уже на субсолидусной стадии процесс кристаллизации габбро-норитов происходил в прогрессирующих высокобарических условиях с участием флюидов (амфиболовые ламелли) с последующей метаморфической стадией эклогитизации породы.

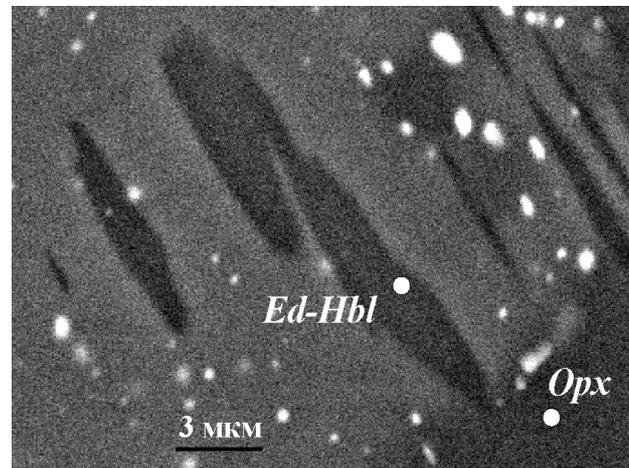


Рис. 2. Ламеллиевые вrostки *Ed-Hbl* в магматическом клинопироксене. Шл. В-30. Изображение в отраженных электронах

Промежуточная зона представлена гранат-ортопироксен-омфацитовыми эклогитами, содержащими в различной степени преобразованные магматические минералы (*Opx*, *Cpx*) в виде порфирокластов. Ассоциации *Grt*_{44–48}–*Omp*_{19–22}–*Opx* свидетельствуют об образовании их при P = 12,5–14,0 кбар и T = 715–785 °C. В этих породах уже постоянно присутствует амфибол и биотит. Амфиболы представлены *Prg-Hbl* и *Ed-Hbl* (табл. 2; 37–39).

Внешняя зона представлена мелкозернистыми равномерно зернистыми эклогитами, состоящими из граната (42–46% *Prp*), омфацита (18–24% *Jd*), ортопироксена с редкими порфирокластами ортопироксена. Эклогитовая ассоциация в этой зоне образовалась при P = 11,5–13,5 кбар и T = 685–780 °C. В варьирующем количестве (до 20–25%) присутствует амфибол (табл. 2; 40–48). В этой зоне наряду с *Prg*, *Prg-Hbl*, *Ed-Hbl* и *Mg-Hbl* образуется *Act-Hbl*, наиболее близкая по

составу омфациту, по которому, вероятно, и развивается на первой стадии амфиболитизации. В богатых амфиболом породах омфациит практически исчезает, ортопироксен при этом оказывается более устойчивым минералом. Большая часть амфиболов имеет более позднее происхождение. В этих породах заметно проявлены ретроградные преобразования, которые заключаются в снижении содержания пирропа в краевых частях зерен граната, появлении зональных клинопироксенов с омфацитовым ядром и диопсидовой (6–7% *Jd*) краевой частью, в образовании плагиоклаза (29–34% *An*) на границах граната и омфациита, обычно вместе с *Prg-Hbl*, которая к тому же развивается по краям кристаллов *Act-Hbl* и *Mg-Hbl* (рис. 3). В зональных кристаллах амфиболов состав меняется от центра к краю: *Mg-Hbl* → *Prg* (табл. 2; 42–43), *Act-Hbl* → *Prg-Hbl* (табл. 2; 47–48). Условия ретроградного преобразования соответствуют *P* = 9–9,5 кбар и *T* = 700–710 °С.

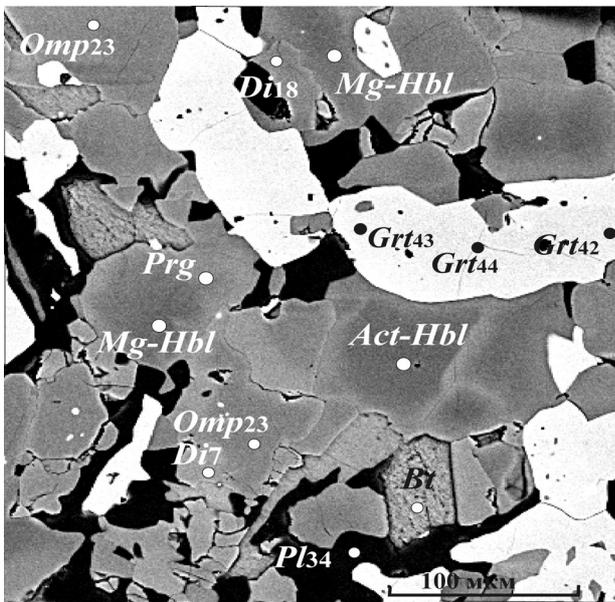


Рис. 3. В мелкозернистых эклогитах в процессе амфиболитизации развиваются *Mg-Hbl*, *Act-Hbl*, а также зональные амфиболы, изменяющиеся по составу от *Mg-Hbl* в центре до *Prg* в краевой части. Шл. В-33. Изображение в отраженных электронах

В симплектитовых эклогитах о. Эклогитового амфибол – *Prg-Hbl*, *Mg-Hbl* и *Ed* находятся в симплектитовых сростаниях в ассоциации с *Grt*₃₇–*Di*_{7–11}–*Opx*–*Pl*_{27–31} (табл. 2; 50–52). Кианитовые симплектитовые эклогиты на о. Высоком в губе Великой состоят из *Grt*₃₉, *Di*_{5–10} в симплектитовых сростаниях с плагиоклазом (25–30% *An*), кианита, образовавшегося по *Pl* (87% *An*), амфибола и биотита. Амфибол, представленный *Mg-Hbl* (табл. 2; 53–54), образует симплектитовые сростания с *Pl*_{27–30} и кварцем. Условия метаморфизма – *P* = 9,5–10 кбар, *T* = 710–750 °С.

На амфиболитовой стадии преобразования в соответствии со схемой *Grt*+*Cpx*→*Am*+*Pl* на границах граната и клинопироксена появляются более крупные выделения *Prg-Hbl*, *Ed-Hbl* и *Ed* в ассоциации с *Pl*_{31–34} (табл. 2; 55–63). Условия преобразования этой стадии соответствуют *P* 7–8 кбар и *T* 625–715 °С.

По номенклатуре Международной минералогической ассоциации [13] амфиболы эклогитовых пород трех возрастных групп относятся к группе кальциевых амфиболов с параметрами *Ca*_B ≥ 1,34, *Na*_B ≤ 0,67 ряда магнезиальная роговая обманка – актинолит (*Ti* < 0,5, (*Na*+*K*)_A < 0,5) и ряда эденит – паргасит (*Ti* < 0,5, (*Na*+*K*)_A ≥ 0,5). Содержание *Si* находится в интервале 7,45–6,23 (ф. е.), *Al* – 0,77–2,56 (ф. е.) с резким преобладанием тетраэдрического алюминия над октаэдрическим, *Mg*/*Mg* + *Fe*²⁺ – от 0,43 до 0,87, железистость (*F* = *Fe*/(*Fe*+*Mg*) × 100) – 13,2–57%. На диаграмме *Si* (ф. е.) – *F* (рис. 4) четко обособляются поля составов амфиболов разных по возрасту пород: амфиболы PR эклогитизированных габбро-норитов образуют поле с самыми низкими значениями железистости 13,2–28,4%, со средними величинами *F* = 25,3–45,1% обособляются амфиболы AR эклогитовых пород, максимальные значения *F* от 42,6 до 57% у амфиболов эклогитизированных габбро-норитов AR-PR возраста. Отчетливое различие в составах амфиболов по железистости (и, соответственно, магнезиальности) происходит вследствие того, что содержания этих элементов являются функцией химизма амфиболсодержащих эклогитовых пород.

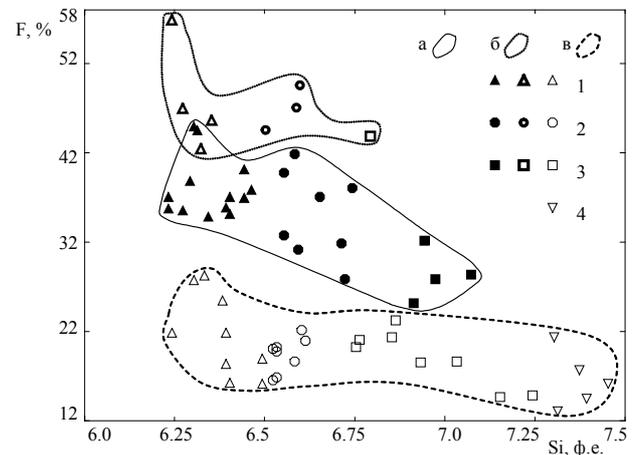


Рис. 4. Диаграмма *Si* (ф.е.) – *F* для амфиболов эклогитовых пород с. Гридино

Поля составов амфиболов: а – AR эклогитовых пород; б – AR-PR эклогитизированных габбро-норитов; в – PR эклогитизированных габбро-норитов. 1 – *Prg* и *Prg-Hbl*; 2 – *Ed-Hbl*; 3 – *Ed* и *Mg-Hbl*; 4 – *Act-Hbl*

Среди проанализированных амфиболов как из симплектитовых эклогитов, так и из пород, испытавших более позднюю амфиболитовую

стадию преобразования, есть зональные кристаллы. Центральная часть может быть сложена амфиболами различного состава — от *Prg-Hbl* до *Act-Hbl*, периферическая часть — *Mg-Hbl*, *Ed-Hbl*, *Prg-Hbl* и *Prg*. На диаграмме Al(IV) — Al(VI) (рис. 5) линиями помечено направление изменения состава зональных зерен от центра к краю. Зональность может быть четко выраженной, как, например, в амфиболах амфиболитовой стадии изменения AR эклогитов (табл. 2; 6–7) или в генерации амфиболов симплектитовой стадии преобразования (табл. 2; 42–43 и 47–48) PR средне- и мелкозернистых симплектитовых эклогитов: от центра к краю резко уменьшается доля кремния, соответственно, более чем вдвое увеличивается содержание алюминия в тетраэдрической позиции, одновременно увеличивается и содержание октаэдрического алюминия. Количество щелочных элементов Na и K и железистость также возрастает в краевых частях зерен, магния — уменьшается. Есть зональные амфиболы, для которых изменение состава проявлено слабее: так, в амфиболе из AR измененного эклогита (табл. 2; 12–13) при очень небольшом возрастании количества тетраэдрического алюминия содержание алюминия в шестерной координации растет гораздо заметнее, содержание Na, K, Fe в краевых частях незначительно уменьшается; в другом зерне (табл. 2; 18–19) состав амфибола *Prg-Hbl* практически не меняется.

Итак, в эклогитовых породах района с. Гридино амфибол, в основном, образуется на поздних стадиях декомпрессионного преобразования эклогитов в симплектитовые разновидности. Главным пороодообразующим минералом амфибол становится на амфиболитовой стадии преобразования эклогитов в *Grt-Cpx* и *Grt*-амфиболиты.

В PR друзитовых эклогитах амфибол образуется в виде ориентированных ламеллиевых вростков *Ed-Hbl* и *Prg-Hbl* в кумулюсных пироксенах, имеющих нехарактерный для магматических пироксенов состав (повышенное содержание жадеита). Новообразованные клинопироксены и амфиболы

1. Бибилова Е. В., Слабунов А. И., Володичев О. И. и др. Изотопно-геохимическая характеристика архейских эклогитов и глиноземистых гнейсов Гридинской зоны тектонического меланжа Беломорского подвижного пояса (Балтийский щит) // Материалы II Рос. конф. по изотопной геохронологии «Изотопная геохронология в решении проблем геодинамики и рудогенеза». СПб., 2003. С. 68–71.

2. Володичев О. И., Слабунов А. И., Бибилова Е. В. и др. Архейские эклогиты Беломорского подвижного пояса (Балтийский щит) // Петрология. 2004. Т. 12, № 6. С. 609–631.

3. Слабунов А. И., Володичев О. И., Бибилова Е. В. U-Pb геохронология, Nd систематика и петрология раннепротерозойских эклогитов Беломорского подвижного пояса (Балтийский щит) // Материалы II Рос. конф. по изотопной геохронологии «Изотопная геохронология в

обогатены хромом. По-видимому, образование этих минералов шло на стадии, переходной от магматической к метаморфической.

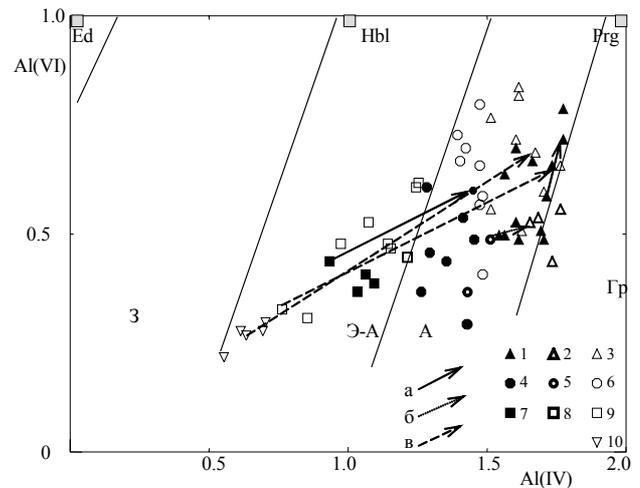


Рис. 5. Состав Са-амфиболов из эклогитовых пород с. Гридино:

1–3 — паргаситы и паргаситовые роговые обманки: 1 — AR, 2 — AR-PR, 3 — PR возраста; 4–6 — эденитовые роговые обманки: 4 — AR, 5 — AR-PR, 6 — PR возраста; 7–9 — эдениты и магниезольные роговые обманки: 7 — AR, 8 — AR-PR, 9 — PR возраста; 10 — актинолитовые роговые обманки из PR эклогитизированных габбро-норитов. Стрелками показано направление изменения состава в зональных амфиболах от центра к краю: а — AR, б — AR-PR, в — PR пород. Поля фаций даны по [14]: 3 — зеленосланцевая, Э-А — эпидот-амфиболитовая, А — амфиболитовая, Гр — гранулитовая

Изменение термодинамических условий среды приводит к появлению разных генераций амфиболов, а также зональных кристаллов. Образование симплектитовых эклогитов, в основном, происходило при $P = 8,5–13,5$ кбар и $T = 685–780$ °С, а условия метаморфизма амфиболитовой стадии преобразования соответствуют $P = 6,5–9,5$, $T = 630–710$ °С. Очевидно, генерационный состав амфиболов в большей степени определялся вариациями барической составляющей термодинамических параметров.

решении проблем геодинамики и рудогенеза». СПб., 2003. С. 465–467.

4. Powell R. Regression diagnostics and robust regression in geothermometer/geobarometer calibration: the garnet-clinopyroxene geothermometer revised // J. Metamorph. Geol. 1985. V. 3, N 3. P. 231–243.

5. Holland T. J. B., Blundy J. D. Non-ideal interactions in calcic amphiboles and their bearing on amphibole-plagioclase thermometry // Contrib. to Mineral. and Petrol. 1994. V. 116. P. 433–447.

6. Лаврентьева И. В., Перчук Л. Л. Экспериментальное изучение амфибол-гранатового равновесия (бескальциевая система) // ДАН. 1989. Т. 306, № 1. С. 173–175.

7. Holland T. J. B. The reaction albite=jadeite+quartz determined experimentally in the range 600–1200 grad. C // Amer. Mineral. 1980. V. 65. P. 129–134.

8. Perkins D. III, Newton R. C. Charnockite geobarometers based on coexisting garnet-pyroxene-plagioclase-quartz // Nature. 1981. V. 292, N 9. P. 144–146.

9. Blundy J. D., Holland T. J. B. Calcic amphibole equilibria and a new amphibole-plagioclase geothermometer // Contrib. to Mineral. and Petrol. 1990. V. 104, N 2. P. 208–224.

10. Володичев О. И. Беломорский комплекс Карелии (геология и петрология). Л., 1990. 248 с.

11. Володичев О. И., Слабунов А. И., Степанов В. С. и др. Архейские и палеопротерозойские эклогиты и палеопротерозойские друзиты района с. Гридино (Белое море) // Беломорский подвижный пояс и его аналоги: геология, геохронология, геодинамика, минерагения.

Материалы науч. конф. и путеводитель экскурсии. Петрозаводск, 2005. С. 60–74.

12. Володичев О. И., Слабунов А. И., Парфенова О. В. и др. Об эклогитизации габбро в дайках комплекса лерцолитов – габброноритов – палеопротерозойские эклогиты Беломорского подвижного пояса, Балтийский щит // Там же. С. 133–135.

13. Leak B. E. Nomenclature of amphiboles // Amer. Mineral. 1978. V. 63, N 11–12. P. 1023–1053.

14. Mattana A., Edgar A. D. The significance of amphibole compositions in the genesis of eclogites // Lithos. 1969. V. 3. P. 37–49.

ЗОЛОТОЕ ОРУДЕНЕНИЕ В ДОКЕМБРИИ КАРЕЛИИ

Л. В. Кулешевич

Институт геологии Карельского НЦ РАН, Петрозаводск; kuleshev@krc.karelia.ru

Кадастр месторождений и проявлений золота Республики Карелия, составленный А. Г. Леонтьевым и др. в 1997 г., объединяет около сотни рудных объектов, среди которых лишь 6 относится к собственно золоторудным, 9 – к комплексным и остальные представляют собой проявления, требующие изучения [1]. В архейских зеленокаменных поясах локализуется более трети рудных объектов, среди них 4 небольших месторождения – Педролампи, Лобаш-1, Рыбозеро, Таловейс. В протерозойских толщах размещаются остальные рудопроявления, большинство комплексных месторождений и два собственно золоторудных – Майское (Северная Карелия) и Воицкое.

Золоторудные проявления (рис.) в докембрии Карелии (3,1–1,65 млрд лет) связаны преимущественно с островодужными и окраинно-континентальными обстановками и с зонами сдвиговых деформаций и метасоматоза коллизионного этапа развития. Сдвиговые зоны обычно сопряжены или оперяют более крупные региональные смещения и являются каналами для проникновения глубинных и метаморфических флюидов. Для формирования месторождений и проявлений золота наиболее благоприятными оказались поздние стадии лопийского и свекофеннского орогенических циклов. С рифтогенным режимом сумийского, ятулийского и людикийского этапов связаны комплексные руды МПГ с примесью золота либо комплексные благороднометалльные-уран-ванадиевые месторождения в углеродистых толщах. Некоторые перспективы представляют орогенные области сумийского этапа развития и континентальные осадочные формации в наложенных ятулийских прогибах.

1. Золоторудные проявления в лопийских зеленокаменных поясах. Позднеархейские зеленокаменные пояса (3,1–2,55 млрд лет) объединяют линей-

ные вытянутые структуры трех возрастных групп с повторяющимися рядами гранитоидов известково-щелочного и Na-K-ряда в верхних частях разрезов и ассоциациями колчеданных, молибденовых, золото-полиметаллических, золото-сульфидных и золото-кварцевых руд. С вулканогенно-осадочными комплексами ранних стадий развития зеленокаменных поясов связаны колчеданы с низкими концентрациями полиметаллов и золота (рудопроявления Ведлозерское, Нялмозерское, Северо- и Верхне-Вожминское и некоторые другие). С вулканизмом кислого – среднего состава ассоциируют наиболее известные вкрапленно-прожилковые, брекчиевидные и массивные золото-колчеданно-полиметаллические рудопроявления: Северо-Вожминское (Au до 2,8 г/т, ср. 0,9 г/т, P₁ – 0,6 т) и Верхне-Вожминское (до 20 г/т) [2]. Минерализация этих рудных объектов представлена пиритом, халькопиритом, сфалеритом, галенитом, пирротинном, борнитом, халькозином, ковеллином с незначительным количеством арсенопирита и кобальтина. На раннеорогенной стадии внедрились плагиограниты шилосского комплекса (2,86 млрд лет), порфиновые тела и дайки (2,81 млрд лет). Они сопровождалась пропилидами, березитами, листовнитами и золото-сульфидно-кварцевой минерализацией.

Проявления Заломаяевского, Тайгиницкого и Рыбозерского рудных полей образовались в СВ, субширотных и СЗ зонах расланцевания на контактах с порфировыми дайками в ореоле Шилосского массива [3, 4]. Они содержат 1–25 г/т Au (ср. 1,82–10 г/т, ресурсы каждого из объектов категории P₂ составляют 10–15 т). Оруденение наиболее изученного месторождения Рыбозеро представлено пиритом, арсенопиритом, халькопиритом, галенитом, сфалеритом, бурнонитом, стибио-висмутотеллуридами, тетраэдритом, алтаитом, само-