

УДК 549; 551.21

Е. И. Сандиминова

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский, 683 006;
e-mail: sand@kscnet.ru

Минералы и минеральные ассоциации отложений почвенно-пирокластического чехла Западно-Кошелевского вулкана (Южная Камчатка)

Проведено минералогическое исследование шлиховых проб из отложений почвенно-пирокластического чехла Западно-Кошелевского вулкана. Изучен состав породообразующих и аксессуарных минералов. Показано распределение минеральных ассоциаций в вертикальном разрезе отложений.

В ходе проведения комплексных полевых работ в районе Нижне-Кошелевских парогидротерм шлиховым методом были опробованы отложения почвенно-пирокластического чехла западных склонов Кошелевского вулканического массива (Западно-Кошелевский вулкан).

Характерный и наиболее интересный разрез вскрыт шурфом между ручьями Прямой и Гремучий (абс. отм. 540 м, $51^{\circ}21'454''$ с. ш., $156^{\circ}36'931''$ в. д.). В основании разреза (рис. 13) залегает относительно древняя кора выветривания, которая представлена обломками пород андезитового, андезибазальтового состава размером до 30 см, пространство между которыми заполнено почвой бурого цвета, состоящей из супеси и органики. На коре выветривания залегает пачка пемзовых отложений мощностью от 40 до 50 см. Пачка состоит из чередующихся слоёв рыхлых пемз желтовато-бежевого цвета (ла-

пилли размером до 3 см) с прослоями вулканического песка светло-серого цвета мощностью 3–10 см. Слои имеют слабо выраженную стратификацию, границы прослоев не чёткие. В пачке прослеживается, как минимум, четыре слоя пемз с изменчивой мощностью от 5–15 до 20–23 см, между которыми фиксируются слабогумусированные почвы коричневого цвета мощностью до 1 см. Как отмечают другие исследователи [1], горизонты погребённых почв соответствуют периодам ослабления или полного прекращения вулканической активности. Состав пирокластического материала в пемзовой пачке в целом андезит-дациандезитовый (SiO_2 60,08–64,06%), обломки пемз имеют дацитовый состав (SiO_2 66,01%) (табл. 1). Прослой светло-серых песков — основной — андезитовый (SiO_2 60,78–62,23%). Перекрывается пачка пемз слоем бурых суглинков мощностью от 20 до 50 см и, выше по разрезу, совре-

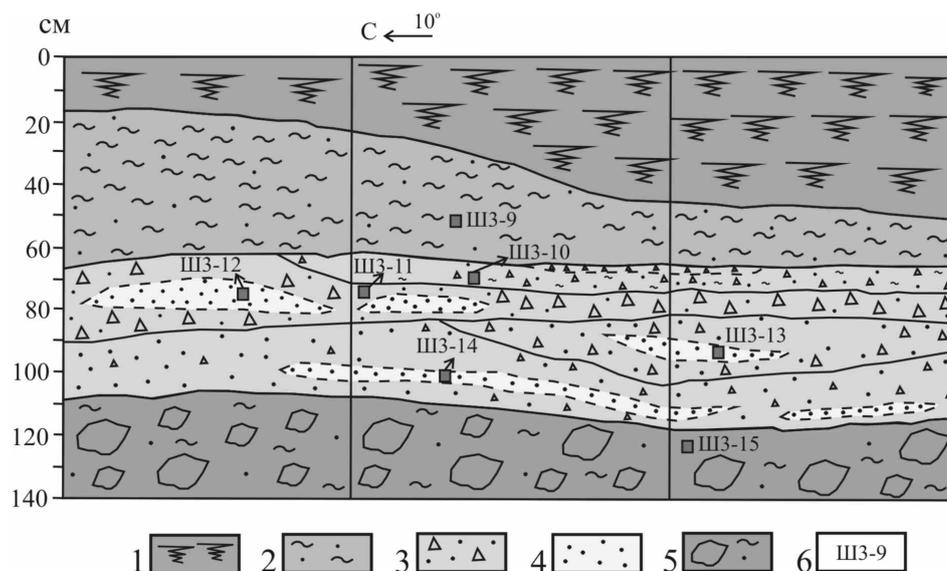


Рис. 1. Зарисовка шурфа №3. 1 — современный почвенный слой, 2 — суглинки, 3 — слои пемз, 4 — прослой вулканического песка, 5 — погребённая кора выветривания, 6 — номер пробы.

Таблица 1. Химический состав отложений почвенно-пирокластического чехла Западно-Кошелевского вулкана, мас. %

Проба	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	ппп*	Σ	S%	F%
ШЗ-9	59,77	0,37	18,04	<0,01	4,89	0,08	3,78	0,72	3,42	1,13	0,11	7,60	99,92	0,06	0,02
ШЗ-10	60,08	0,38	17,94	<0,01	4,32	0,09	3,63	0,69	3,39	1,17	0,12	8,43	100,24	0,07	0,03
ШЗ-11	64,06	0,35	16,02	<0,01	3,46	0,08	2,09	0,47	3,26	1,55	0,10	8,48	99,93	0,04	0,03
ШЗ-12	60,78	0,46	19,29	0,01	4,32	0,10	5,77	1,14	3,98	0,83	0,09	3,42	100,19	0,03	0,02
ШЗ-13	62,23	0,44	18,13	0,35	3,45	0,09	4,90	0,97	3,77	1,02	0,08	4,10	99,54	0,04	0,03
ШЗ-14	61,85	0,52	18,42	0,22	4,46	0,11	5,01	1,04	3,87	1,01	0,09	3,35	99,95	0,02	0,02
Обломки пемз	66,10	0,37	14,30	0,42	3,67	0,08	2,10	0,48	3,68	1,68	0,05	5,92	98,84	0,05	0,04
ШЗ-15	33,27	1,27	22,24	10,24		0,19	2,01	1,88	0,74	0,54	0,30	23,52	96,19	0,38	<0,01

* потери при прокаливании

Примечание. Анализы выполнены на рентгенофлуоресцентном спектрометре «S4 PIONEER» (ИВУС ДВО РАН). Исполнители: М. А. Назарова, Н. И. Чеброва, В. М. Разулина.

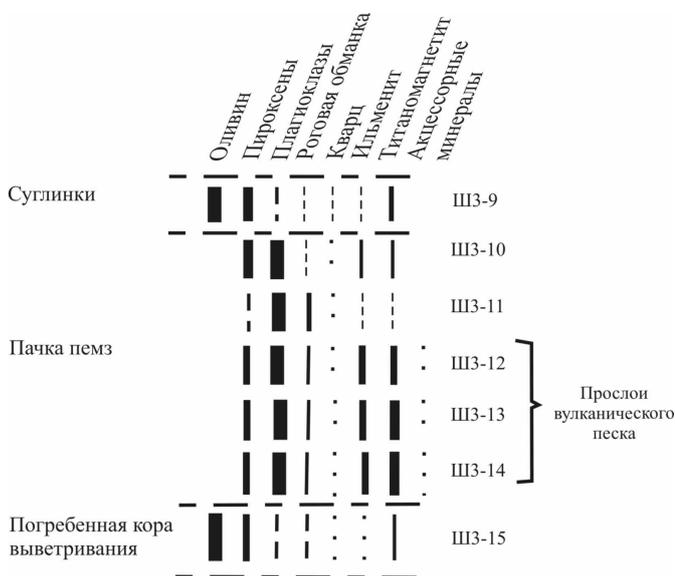


Рис. 2. Относительная распространённость минералов в отложениях почвенно-пирокластического чехла Западно-Кошелевского вулкана. Чем толще линия, тем больше минерала содержится в шликсе в процентном отношении.

менной почвой темно-коричневого цвета мощностью от 17 до 50 см. Неровные границы и изменчивая мощность слоёв в разрезе указывают на то, что каждый последующий слой ложился на частично размыйтый предыдущий слой, заполняя неровности рельефа. Общая мощность вскрытых отложений 140 см. Строение разреза показывает, что на фоне относительно спокойной обстановки накопления осадков произошла вспышка кислого вулканизма, в результате которой и сформировалась пачка пемз. Извержение имело пульсационный характер — периоды активизации сменялись периодами покоя.

Минералогический фон почвенно-пирокластических отложений не отличается большим разнообразием и представлен такими порообразующими ми-

Таблица 2. Химический состав титаномagnetита и ильменита, мас. %

Проба	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	MnO	Σ
Титаномagnetит							
ШЗ-9	6,80	5,25	52,73	32,79	3,81	0,00	101,38
ШЗ-10	8,01	1,40	52,26	36,72	1,02	0,36	99,77
ШЗ-11	8,31	1,42	52,94	37,81	0,87	0,40	101,75
ШЗ-12	8,17	1,59	51,85	37,13	0,95	0,31	100,00
ШЗ-13	8,40	1,46	52,83	38,04	0,83	0,38	101,94
ШЗ-14	7,96	1,43	51,81	36,25	1,04	0,53	99,02
ШЗ-15	7,35	5,46	50,89	32,13	4,33	0,00	100,16
Ильменит							
ШЗ-9	39,67	0,25	25,92	31,28	2,30	0,46	99,88
ШЗ-10	42,82	0,05	19,94	34,04	2,19	0,60	99,64
ШЗ-11	43,61	0,08	19,25	34,63	2,31	0,52	100,40
ШЗ-12	42,68	0,20	20,06	34,15	2,10	0,62	99,81
ШЗ-13	43,59	0,24	18,07	35,39	1,88	0,62	99,79
ШЗ-14	42,26	0,04	21,17	33,72	1,99	0,74	99,92

Примечание. Анализы выполнены в ИВУС ДВО РАН на приборе «Сатеваx-246», аналитики: В. М. Чубаров, Т. М. Философова, С. В. Москалева, Е. И. Сандиминова. Fe₂O₃ рассчитано, исходя из FeO.

нералами как оливин (Fo 63–82), ромбический и моноклинный пироксены (гиперстен, диопсид-геденбергит), плагиоклаз (An 31–53), роговая обманка паргасит-эденитового ряда, ильменит, титаномagnetит (TiO₂ 4–11,5 мас. %), кварц. В пироксенах и рудных минералах часто в виде твердофазных включений присутствует апатит. В прослоях вулканического песка установлена группа акцессорных минералов. Она представлена оливином (Fo 64–82), гранатом андрадитового ряда, эпидотом и рутилом. Оливин обычно имеет неправильную форму, замутнён, окрашен в красновато-бурый цвет. Некоторые из оливинов покрыты «рубашкой» из кислого стекла (SiO₂ 74 мас. %). Такое же по составу стекло встречается на титаномagnetитах, ильменитах, плагиоклазах,

Таблица 3. Характерные составы породообразующих и акцессорных минералов, мас. %

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	H ₂ O	Σ	F/FM	Fo
Оливины													
36,48	—	—		29,98	31,57	0,23	—	—	0,33		98,59	0,35	0,65
40,65	—	—		17,25	43,16	0,16	—	—	—		101,22	0,18	0,82
Амфиболы													
42,33	1,99	11,56		14,32	12,65	10,88	2,21	1,16	0,22	2,00	99,32		
49,31	0,38	6,74		6,55	13,48	21,47	—	—	—	2,08	100,01		
46,66	1,49	7,72		14,81	12,98	10,19	1,86	0,26	0,25	2,00	98,22		
40,35	1,60	15,74		10,16	13,55	11,79	1,98	1,16	—	2,01	98,34		
Пироксены													
53,65	—	0,66		22,44	21,32	0,96	—	—	1,00		100,03	0,37	
53,85	—	0,67		22,21	21,18	1,00	—	—	0,93		99,84	0,37	
53,09	—	0,74		10,16	13,95	20,99	0,48	—	0,52		99,93	0,30	
53,75	—	0,56		9,70	14,07	21,35	0,17	—	0,53		100,13	0,28	
Плагиоклазы													
57,45	—	26,88		0,24	—	8,81	5,74	0,14	—		99,26		An 0,46
57,21	—	27,20		0,26	—	8,63	6,22	0,14	—		99,66		0,43
55,29	—	27,63		0,20	—	9,44	5,52	0,10	—		98,18		0,48
Эпидот													
38,55	—	23,40		12,64	—	22,55	—	—	—	3,53	100,67		
38,02	—	21,54		15,08	—	22,17	—	—	0,23	3,47	100,51		
37,75	—	24,95		11,46	—	21,52	—	—	0,69	3,52	99,89		
Сросток рутила со сфеном													
2,80	92,92	0,64		0,22	—	3,43	—	—	—		100,01		
7,10	83,38	1,66		0,42	—	7,43	—	—	—		99,99		
31,40	34,78	3,71		0,22	—	29,89	—	—	—		100,00		
30,94	32,62	7,45		0,67	—	28,32	—	—	—		100,00		
Гранаты													
35,95	—	3,44	26,69	2,07	—	31,39	—	—	0,49		100,03	0,10	0,84
34,84	—	—	32,93	—	—	32,96	—	—	—		100,73		1,00

Примечание. Анализы выполнены в ИВиС ДВО РАН на приборе «Сателла-246», аналитики: В. М. Чубаров, Т. М. Философова, С. В. Москалева, Е. И. Сандиминова. Fe₂O₃ рассчитано, исходя из FeO. Прочерк — содержание элемента ниже предела чувствительности метода.

пироксенах и роговой обманке. Рутил встречается в виде самостоятельных зёрен, включений в эпидоте или в сростании с кварцем и сфеном. Сюда же, к группе акцессорных минералов можно отнести микросферулы — минеральные образования шарообразной формы размером 0,1–0,3 мм. На сегодняшний день обнаружено и проанализировано три микросферулы. Одна из них рудная, её состав близок к составу ильменита. Две другие — силикатные, их составы близки к роговой обманке и плагиоклазу. Характерные составы минералов приведены в табл. 1, 2.

При этом в разрезе наблюдается чёткая смена минеральных ассоциаций (рис. 2). Титаномагнетит-пироксен-оливиновая ассоциация из погребённой коры выветривания сменяется ильменит-титаномагнетит-пироксен-плагиоклазовой (+ акцессорные минералы) из пачки пемз и, затем, титаномагнетит-пироксен-оливиновой из слоя бурых суглинков. Такая

последовательность смены минеральных ассоциаций наблюдается даже в тех разрезах, где визуально пемзовая пачка практически не выделяется. Вероятнее всего, подстилающие и перекрывающие пемзовую пачку слои формировались в результате разрушения окружающих пород, которые представлены преимущественно эффузивами андезибазальтового-андезитового состава. Наиболее информативным минералом в ассоциациях является титаномагнетит. Он хорошо различается по содержанию и уровню концентрации основных элементов и элементов-примесей (табл. 2). Титаномагнетиты из погребённой коры выветривания и слоя бурых суглинков близки по составу. Титаномагнетиты из пачки пемз, по сравнению с ними, имеют более высокое содержание FeO и TiO₂ и более низкое — Al₂O₃ и MgO. Кроме того, в титаномагнетитах из пемз присутствует примесь MnO.

Предполагается, что обширные, но сравнительно маломощные покровы пемз и шлака, облекающие рельеф на юге Камчатки, возникли в позднеголоценовое и нынешнее время в результате направленных одноактных и многоактных взрывов активных воронок вулканов Опала, Ксудач, Ходутка, Ильинский, Желтовский, Кошелевский и др. [2, 3]. Пока недостаточно данных, чтобы точно сказать извержение какого вулкана сформировало пачку пемз на склонах Западно-Кошелевского вулкана. Но уже в общих чертах можно говорить о том, что ассоциации минералов отражают изменение характера вулканизма в регионе в голоценовое время. Дальнейшее изучение минеральных ассоциаций и выделение индикаторных минералов (таких как титаномагнетит) поможет не только коррелировать разрезы почвенно-пирокластических отложений в районе исследований, но и определить источники поступле-

ния вещества в эти отложения, а также установить центр извержения кислой пирокластики.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 10-05-00009а).

Список литературы

1. *Брайцева О. А., Егорова И. А., Несмачный И. А. и др.* Тефрохронологические исследования как метод изучения закономерностей циклического развития вулкана // Бюллетень вулканологических станций. 1978. № 54. С. 41–52.
2. *Кожемяка Н. Н., Огородов Н. В., Литасов Н. Е.* Геологический эффект и некоторые особенности четвертичного вулканизма Южной Камчатки // Бюллетень вулканологических станций. 1973. № 49. С. 65–69.
3. *Кожемяка Н. Н., Литасов Н. Е.* Четвертичные пемзовые, туфо-игнимбритовые поля и центры извержений. Долгоживущий центр эндогенной активности Южной Камчатки. М.: Наука, 1980. С. 116–128.