

УДК 551.21

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ МИНЕРАЛОГО-ВЕЩЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ
СОСТАВА ПЕПЛОВ ВУЛКАНОВ ЖУПАНОВСКОГО (КАМЧАТКА)
И КОЛИМА (МЕКСИКА)

Тарасов К.В., Назарова М.А.

*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН
г. Петропавловск-Камчатский*

Научный руководитель д.г.-м.н. Карнов Г.А.

На базе различных методов проведен сравнительный анализ состава пеплов двух вулканов: Колима и Жупановского, расположенных в различных частях Тихоокеанского огненного пояса. Обращает на себя внимание большое сходство пеплов обоих вулканов по общему химическому, микроэлементному и минеральному составам. Определены такие минералы как плагиоклаз, пироксен, магнетит, галит, опал. Присутствие гипса в пепле вулкана Жупановского свидетельствует о гидротермальной проработке верхней зоны вулканической постройки.

Ключевые слова: пепел, андезит, влк. Жупановский, влк. Колима

ВВЕДЕНИЕ

Вулканы Жупановский на Камчатке и Колима в Мексике находятся в противоположных частях Тихоокеанского огненного кольца.

Вулкан Жупановский (высота 2958 метров) - сложный вулканический массив, образованный слившимися и наложенными друг на друга разнотипными и разновозрастными вулканическими сооружениями [1] (рис. 1). Он представляет собой восточную часть Дзендзур-Жупановского вулканического хребта и приурочен к разлому северо-западного простираения. Вулкан расположен в кальдере плиоцен-раннеплейстоценового возраста. Наиболее распространенными породами вулкана являются андезиты [2]. Исторические извержения связаны с третьим конусом (Приемыш). Они происходили в 1776, 1882, 1925, 1929, 1940, 1956 - 1957 гг. Текущее извержение началось в октябре 2013 г. [4]. Выброс пепла, который мы исследовали, произошёл 16 января 2015 года из молодого кратера Приемыш. Образец отобран Я.Д. Муравьевым в районе Налычевских источников.

Вулкан Колима (высота 3846 м) – андезитовый вулкан (см. рис. 1), расположенный в западной части Транс-мексиканского вулканического пояса. Он находится на сочленении трех разломов. Это молодой конус крупной постройки, включающей в себя потухший вулкан Невадо-де-Колима (4625 м). Вулкан Колима образовался в южной части древней кальдеры [7]. Это один из самых активных вулканов в Северной Америке. Первое задокументированное извержение произошло в 1560 году [6]. Последние крупные извержения произошли в 2001, 2005, 2014 и в январе 2015 гг. Изученный нами пепел был отобран в районе пос. Ла Йербабуэна 24 июня 2004 года Ю.А. Тараном.

В последнее время большое внимание уделяется изучению самородных металлов, интерметаллидов, сульфидов и других соединений в газо-пепловых выбросах современных извержений [3]. Данное направление исследований требует детального скрупулезного изучения пеплов комплексом современных аналитических методов и предполагается нами в дальнейшем. Настоящая работа посвящена результатам изучения общего химического, микроэлементного и минерального составов двух проб пепла вулканов Жупановского и Колима.



Рис. 1 Вулканы Жупановский (слева, фото А.В. Сокоренко) и Колима (справа, es.wikipedia.org)

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Гранулометрический метод разделения вещества на фракции и микроскопические исследования

Для подготовки материала к детальным исследованиям пробы пеплов были разделены на фракции с помощью сит с размером отверстий 0.2 мм и 0.08 мм. В каждой фракции, под биноклем, были описаны минеральный состав и рассчитаны процентные соотношения содержания минеральных компонентов.

Исходные массы пепла были разделены по плотности по следующей методике. Проба высыпалась в бюкс с дистиллированной водой. Взвесь с лёгкой фракцией сливалась в чашку Петри и высушивалась. На поверхности высохшей взвеси, слитой с пробы пепла вулкана Жупановского, в чашке образовались розетки игольчатых кристаллов гипса. В чашке с пеплом вулкана Колима видимых кристаллов не образовалось.

Анализ весового химического состава вещества

Материал пеплов был проанализирован методом рентгенофлуоресцентной спектроскопии на приборе S4 PIONEER.

Дифрактометрия и инфракрасная спектроскопия

Дифрактограммы получены на рентгеновском дифрактометре XRD-7000 MAXima, Shimadzu (Япония). Режим съёмки: излучение $\text{Cu}_{K\alpha}$, интервал углов 2θ $6-90^\circ$, $2^\circ/\text{мин}$, экспозиция в точке 3,0 секунд.

Инфракрасные спектры поглощения записывались с помощью инфракрасного Фурье-спектрофотометра IRAffinity-1, Shimadzu (Япония).

Препараты для съёмки инфракрасных (ИК) спектров готовили путём растирания образца с бромидом калия (спектрально чистым) в агатовой ступке и прессованием в таблетки ручным мини-прессом. ИК-спектры снимались в интервале волновых чисел $400-4000 \text{ см}^{-1}$, с разрешением 16 см^{-1} , число сканов 45.

Использовалось оборудование Аналитического центра ИВиС ДВО РАН.

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕПЛОВ

Вулкан Жупановский

Пепел вулкана Жупановского (табл. 1) имеет светло-серый цвет. Более 90% занимают тонкие фракции: < 0,08 мм - 49,8% и 0,2 – 0,08 мм - 41,5%. Во всех фракциях преобладают зёрна плагиоклаза (табл. 2), прозрачные, иногда с включениями, реже молочно-белые. Относительно крупные зёрна пироксена светло-зелёного цвета, без включений, занимают в обеих фракциях около 5%. Невысокое (до 2%) содержание магнетита отмечено, в основном, во фракции < 0,08 мм. Зёрна магнетита мелкие, некоторые сохранили кристаллическую форму. Содержание плотного стекла достигает 30%. Очень редко встречаются шлаковидные обломки.

Большинство зёрен раздроблены, имеют угловатую форму, лишь некоторые лейсты плагиоклаза и единичные зёрна магнетита сохранили грани.

Таблица 1. Распределение массы пеплов по фракциям

Название вулкана	Фракции, мм					
	> 0,2		0,2 – 0,08		< 0,08	
в. Жупановский	8,6 %	0,24 г	41,5 %	1,16 г	49,8 %	1,39 г
в. Колима	14,6 %	0,39 г	41,1 %	1,1 г	44,1 %	1,18 г

Таблица 2. Распределение минералов и стекла в пеплах

Название вулкана	Фракции, мм			
	> 0,2			
	Плагиоклаз	Стекло	Пироксен	
Жупановский	55%	40%	5%	
Колима	40%	50%	10%	
	0,2 – 0,08			
	Плагиоклаз	Стекло	Пироксен	
Жупановский	60%	35%	5%	
Колима	50%	40%	10%	
	< 0,08			
	Плагиоклаз	Стекло	Пироксен	Магнетит
Жупановский	90%	5%	3%	2%
Колима	80%	15%	5%	-

Вулкан Колима

Пепел вулкана Колима имеет светло-серый цвет. Состоит преимущественно из плагиоклаза, большинство зерен прозрачные, в некоторых присутствуют черные включения. Зерна стекла крупные, плотные, частично оглаженные, но сохранили следы дробления. Встречаются зерна стекла чёрного, коричневого и красного цветов. Пироксена не более 5%, зерна мелкие, светло-зеленого цвета. Шлак красный, плотный. Обнаруживаются следы магнетита.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЕПЛОВ

На графике (рис. 2) показан химический состав исследованных пеплов. Они относятся к андезитам. Прежде всего, обращает на себя внимание большое сходство как общего химического, так и микроэлементного составов пеплов вулканов Жупановского и Колима. Но в пепле вулкана Жупановского несколько больше содержание серы.

В обеих пробах пеплов наблюдается значительное содержание V, Sr, Ba (рис. 3). Но в пепле Жупановского вулкана особенно много As, а в пепле вулкана Колима – Pb, Th.

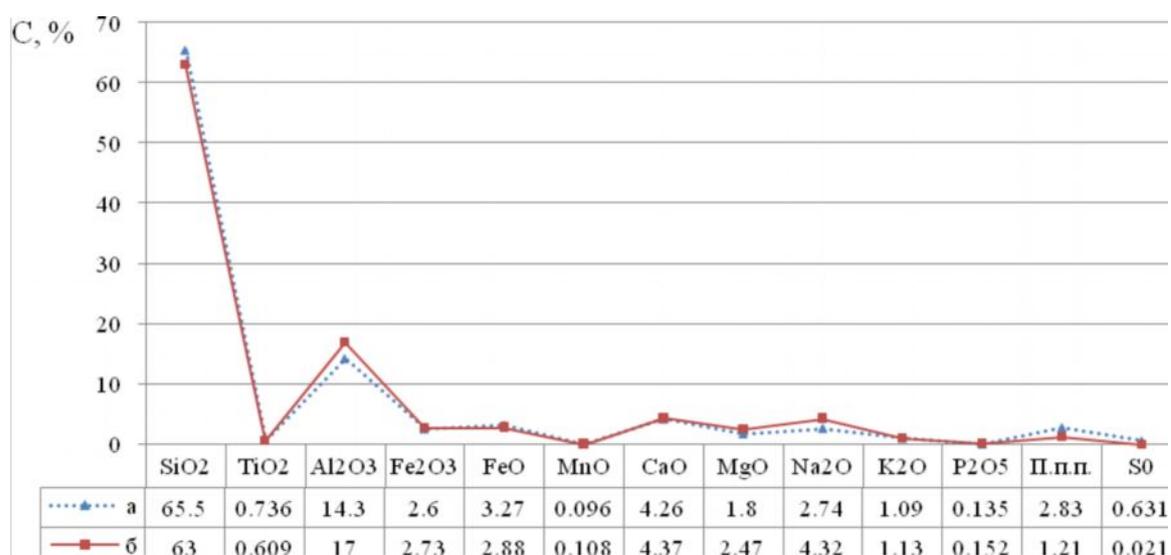


Рис. 2. Общий химический состав пеплов вулканов Жупановского (а) и Колима (б) Определения выполнены в ИВиС ДВО РАН, аналитики Н.Ю. Курносова и В.М. Рагулина.

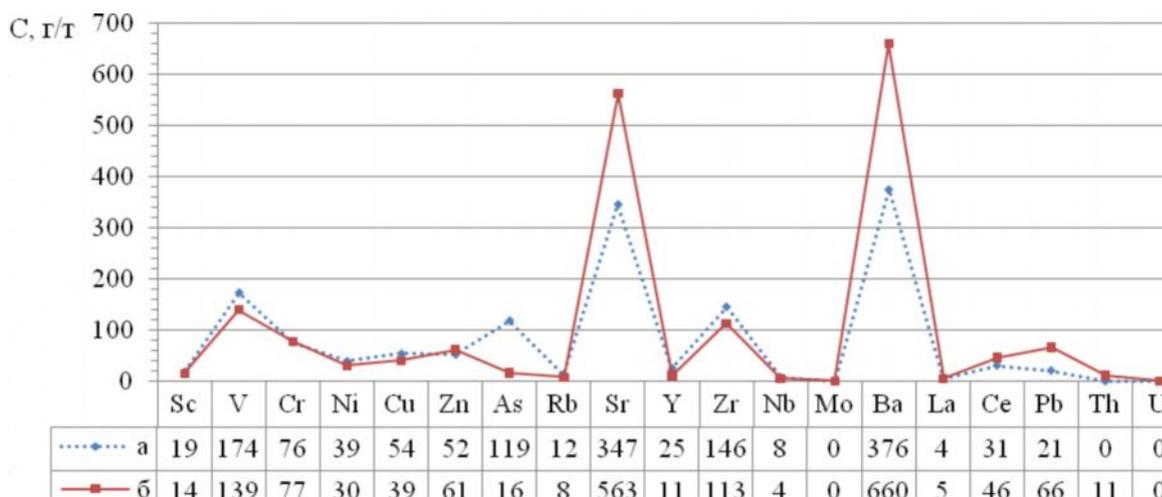


Рис. 3. Микроэлементный состав пеплов вулканов Жупановского (а) и Колима (б). Определения выполнены в ИВиС ДВО РАН, аналитики Н.Ю. Курносова и В.М. Рагулина.

МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕПЛОВ

Дифрактограммы (рис. 4) исследуемых пеплов оказались практически одинаковыми, что не противоречит химическому анализу. На фоне основной плагиоклазовой фазы определены опал, магнетит, галит. Гипс определен только в пепле вулкана Жупановского. Вулканическое стекло на дифрактограмме отмечается в виде рентгеноаморфного гало, что говорит о малом его содержании.

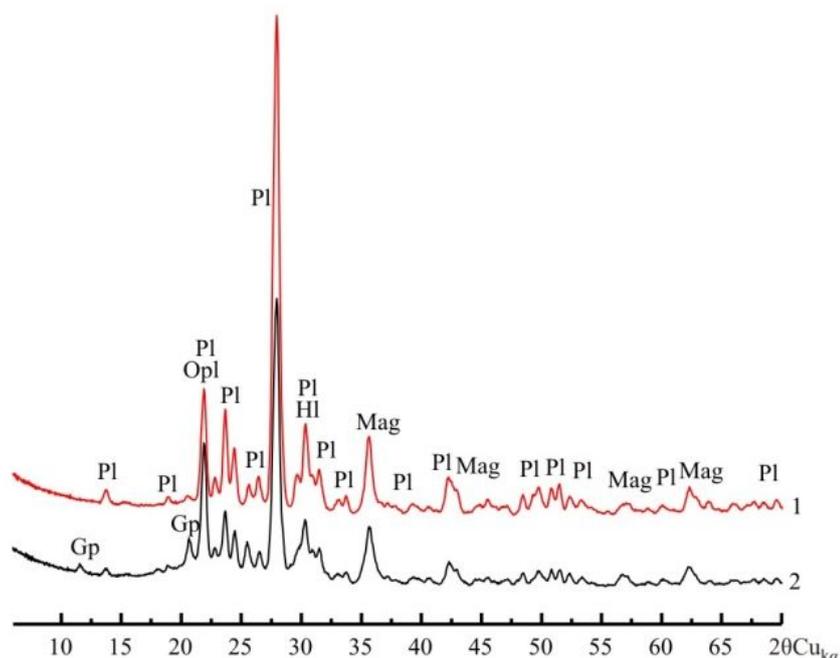


Рис. 4. Дифрактограммы образцов пеплов вулканов Колима (1) и Жупановского (2)

На ИК-спектрах пеплов показаны полосы поглощения, имеющие один набор характеристических частот (рис. 5). В низкочастотной области 500-600 см^{-1} проявляются деформационные колебания O-Si(Al)-O, в средней области 900-1100 см^{-1} находятся основные интенсивные полосы валентных колебаний Si(Al)-O и Si-O [5]. Самая высокочастотная область 3000-3700 см^{-1} отвечает валентным колебаниям OH-групп молекул воды и гидроксидов [5]. Наличие различий в спектрах пеплов по интенсивности, выраженному проявлению некоторых пиков свидетельствует о большем содержании породообразующих минералов в пепле вулкана Колима. Основная полоса в области валентных колебаний 900-1100 см^{-1} для полевых шпатов ряда плагиоклазов может иметь несколько максимумов. На ИК-спектре пепла вулкана Жупановского выявляются частоты (671; 1050; 1620; 3250; 3410; 3450; 3534 см^{-1}) в области валентных и деформационных колебаний, характерные для гипса.

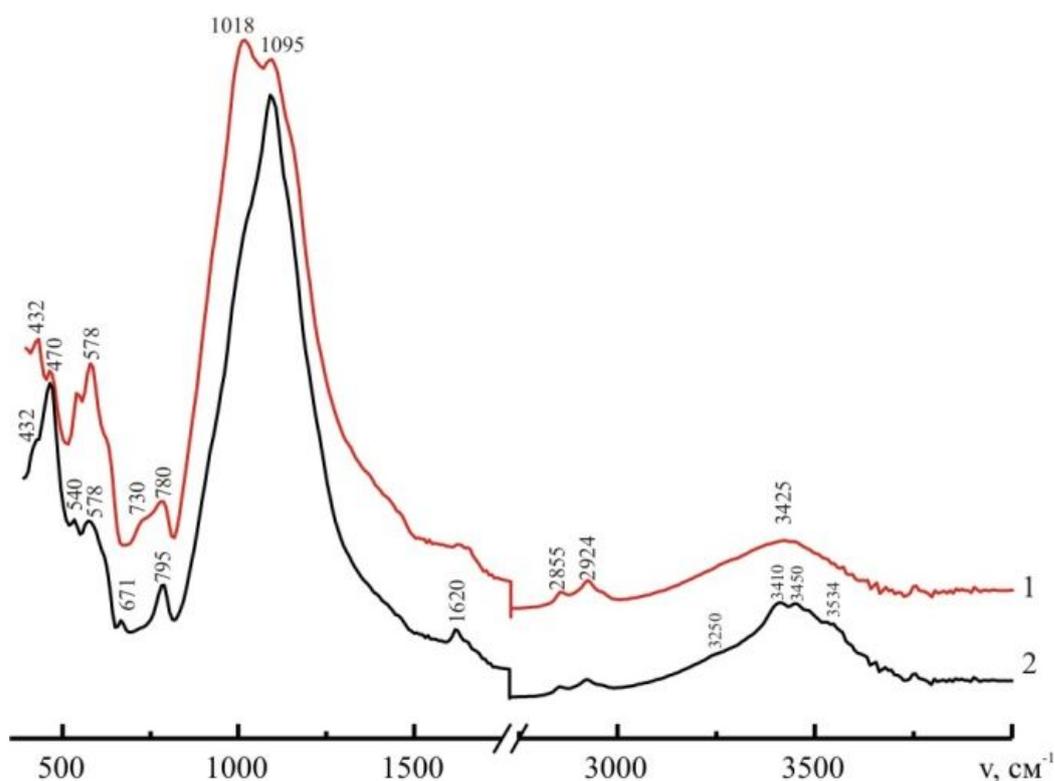


Рис 5. Инфракрасные спектры образцов пеплов вулканов Колима(1) и Жупановского (2)

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Вулканы Жупановский и Колима находятся на разных континентах. Несмотря на это, их пепел имеет схожий состав, что обусловлено близким (андезитовым) составом лав, формирующих постройки вулканов. Но обнаружены и некоторые различия в химическом и минеральном составе пеплов этих вулканов.

Пепел вулкана Жупановского содержит большее количество зерен измененного плагиоклаза, по сравнению с пеплом вулкана Колима. Так же для пробы пепла Жупановского установлены большие потери при прокаливании. Эти факторы могут свидетельствовать о гидротермальных изменениях, которыми затронуты породы вулкана Жупановского.

Различия в микроэлементном составе выражаются большими содержаниями As, V и Zr в пепле Жупановского и Sr, Ba, Pb и Th в пепле Колимы. Высокое содержание мышьяка подтверждает предположение о гидротермальных изменениях пород вулкана Жупановского.

Анализы, проведенные методами рентгеновской дифрактометрии и инфракрасной спектроскопии, выявили отличия в минеральном составе пеплов вулканов: более высокие содержания породообразующих минералов в пепле вулкана Колима и наличие гипса в пепле вулкана Жупановский.

ВЫВОДЫ

Исследования подтвердили сходство состава пеплов вулканов Жупановский и Колима. Пеплы имеют близкие размерность зерен и распределение минералов по фракциям, почти одинаковый химический состав и близкие содержания большинства микроэлементов. Дифрактограммы и инфракрасные спектры также очень схожи. Но пепел вулкана Жупановский содержит больше кристаллов магнетита, присутствует гипс; химический состав отличается повышенными концентрациями мышьяка, стронция и бария.

Наличие в пепле вулкана Жупановский вторичных минералов, а также высокие содержания As, S и Ba – всё это дает основание предполагать фреато-магматический характер извержения вулкана Жупановский.

Авторы предполагают продолжить изучение пепла названных вулканов, прежде всего, вулкана Жупановский. Одним из наиболее актуальных научных вопросов нам представляется выделение в составе пеплов рудных минеральных фаз и исследование процессов их миграции и аккумуляции при эксплозивных извержениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Базанова Л.И., Дирксен О.В., Кулиш Р.В., Карташова Е.В.* Эволюция новейшего вулканизма Жупанова хребта (Камчатка) // Материалы IV Всероссийского симпозиума по вулканологии и палеовулканологии. Петропавловск – Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2009. С. 265 -268.
2. *Действующие вулканы Камчатки.* М.: Наука, 1991. Т. 2. С. 218-225.
3. *Карпов Г.А., Мохов А.В.* Микрочастицы самородных металлов, сульфидов и оксидов в андезитовых пеплах Карымского вулкана // Вулканология и сейсмология. 2010. №3. С. 19-35.
4. *Маневич Т.М., Горбач Н.В., Самойленко С.Б.* Количественные характеристики и состав пеплов вулкана Жупановский, изверженных в 2013-2015 гг. // Материалы XVIII ежегодной конференции, посвященной Дню вулканолога. Петропавловск – Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2015. С. 73 – 75.
5. *Плюснина И.И.* Инфракрасные спектры минералов. М.: Изд-во Моск. Ун-та. 1977. С. 175.
6. *James F. Luhr, Ian S.E. Carmichael.* Petrological monitoring of cyclical eruptive activity at Volcan Colima, Mexico // Journal of Volcanology and Geothermal Research. 1990. № 42. P. 235-260.
7. *Varley N.R., Taran Y.* Degassing processes of Popocatepetl and Volcan de Colima, Mexico // Geological Society, London, Special Publications. 2003. V. 213. P. 263-280.

COMPARISON OF MINERAL AND MATTER COMPOSITION OF ASHES
FROM ZHUPANOVSKY VOLCANO (KAMCHATKA, RUSSIA)
AND KOLIMA VOLCANO (MEXICO)

Tarasov K.V., Nazarova M.A.

Various methods have been applied for carrying out comparative analysis of matter composition of ashes from two volcanoes, Kolima and Zhupanovsky, located in different parts of the Pacific Fire Rim. Notable is similarity of total chemical, microelement and mineral compositions of both volcanoes' ashes. Plagioclase, pyroxene, magnetite, halite, and opal have been reported. Gypsum in the composition of the Zhupanovsky ash could suggest the occurrence of hydrothermal processes in the upper part of the volcanic edifice.