

Первые результаты изучения микроминеральных фаз на поверхности и включений в пепловых частицах эксплозивных извержений вулканов Камчатки
К.В. Тарасов, С.В. Полушин, Т.М. Философова, Г.А. Карпов

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006, belfast@kscnet.ru

Введение

С целью выявления предполагаемых микроминеральных фаз, отлагающихся на поверхности обломков пепловых частиц непосредственно из газовой фазы, изучены образцы пепла вулканов Шивелуч, Карымский, Безымянный и Алаид. Описаны состав и форма микроминеральных образований выявленных на поверхности пепловых частиц и в виде включений в них. На поверхности пепловых частиц обнаружены многочисленные минеральные фазы: халькопирит, пирит, титаномагнетит, самородное железо, апатит, гипс. Пирит, халькопирит, халькозин, ильменит и сплав Fe, Al, Mg присутствуют в виде включений в обломках породообразующих минералов. В титаномагнетите выявлен сплав Zr, Fe, Ti.

Методы исследования

Из проб пепла вулканов Шивелуч, Карымский, Безымянный и Алаид под бинокляром стальной иглой отбирались зерна вулканического стекла и породообразующих минералов. Отобранные частицы были изучены с помощью сканирующего микроскопа Tescan VEGA 3. Исследовались как отдельные зерна, помещённые на токопроводящий скотч (без напыления углеродом), так и зерна в полированной шашке, напыленной углеродом.

Результаты исследования состава микроминеральных фаз

Частицы пепла во всех пробах представлены обломками вулканического стекла, плагиоклаза, пироксена, амфибола, титаномагнетита, реже оливина, размерами <0.1-1.3 мм.

Микроминеральные фазы обнаружены на поверхности и в качестве включений в плагиоклазе, пироксене, титаномагнетите и амфиболе. На поверхности обломков вулканического стекла новообразованные фазы не наблюдались. Титаномагнетит присутствует в виде включений повсеместно и в больших количествах, поэтому мы не заостряем на нём внимание, однако титаномагнетит часто сам является носителем включений.

Вулкан Шивелуч

Изучен пепел извержений 17.11.2014 г. и 30.12.2018 г. Частицы имеют размер 0.1-1 мм. На поверхности пепловых частиц вулкана Шивелуч были обнаружены кристаллы халькопирита (размером до 20 μm) и апатита (размером до 50 μm). Кристаллы халькопирита имеют неправильную, как бы оплавленную, форму.

Вскрытые в шашке пепловые частицы также показали наличие в них микроминеральных фаз. Пирит и халькопирит – наиболее часто встречающиеся минералы. Они присутствуют внутри кристаллов оливина, плагиоклаза, пироксена и титаномагнетита. Включения пирита имеют размер $\sim 10\text{-}25$ μm , халькопирита $\sim 3\text{-}8$ μm . Для них характерна преимущественно округлая форма, реже угловатая. Также встречаются халькозин, апатит, циркон, ильменит. Отмечены включения сплавов железа, алюминия и магния в плагиоклазе (рисунок) и окисла циркония, железа и титана в титаномагнетите.

Вулкан Безымянный

Изучался пепел извержения 20.01.2019 г. Размер зёрен варьирует от <0.1 мм до 0.6 мм. Анализ показал большое количество включений халькопирита (размером ~ 5-45 $\mu\text{м}$) внутри кристаллов титаномагнетита и, реже, плагиоклаза. В кристаллах пироксена также встречается пирит. Халькопирит и пирит имеют преимущественно правильную округлую форму.

Вулкан Карымский

Изучался пепел извержений 15.4.2004 г., 27.04.2008 г. и 21.08.2011 г. Зерна имеют размеры <0.1-1.3 мм. На поверхности частиц пепла вулкана Карымский обнаружены кристаллы гипса (размером до 30 $\mu\text{м}$), пирита (размерами 1-55 $\mu\text{м}$) и самородного железа (размером ~ 6 $\mu\text{м}$).

Вулкан Алаид

Изучался образец пепла извержения 21.05.1981 г. Зерна имеют размер 0.2-0.8 мм. В образце отмечено самородное железо (размером ~ 10 $\mu\text{м}$) в ассоциации с оливином и пироксеном.

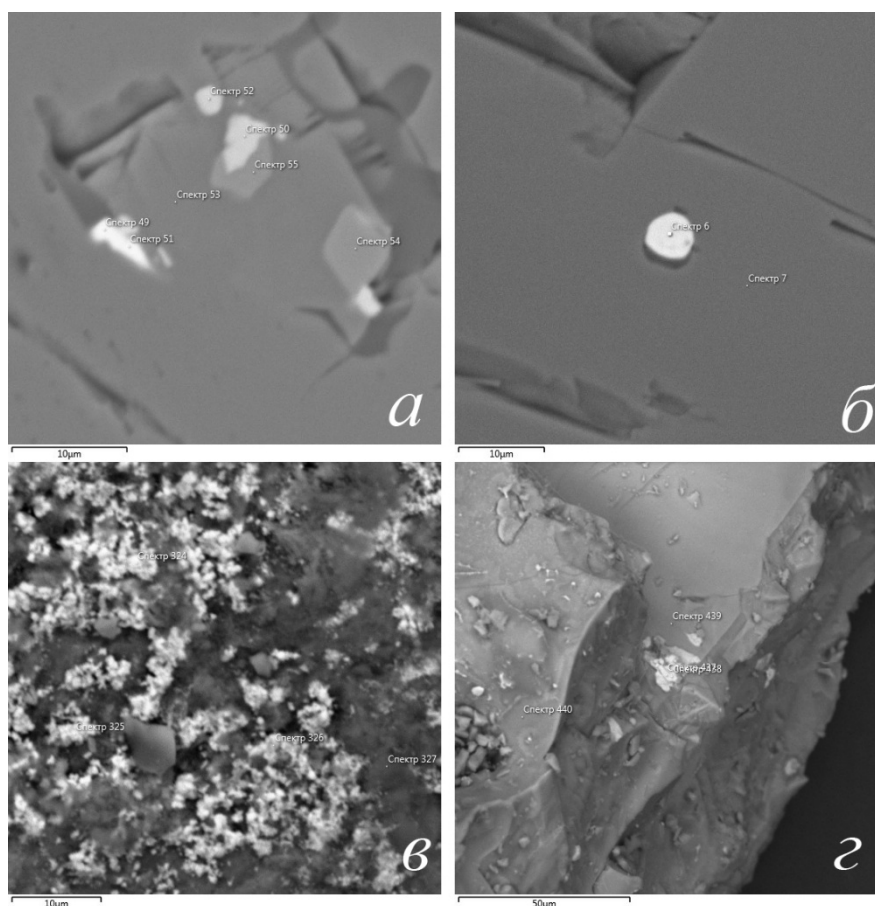


Рисунок. Микроскопические изображения: *а* - включения сплава Fe, Al, Mg вплагиоклазе (влк. Шивелуч); *б* - включение халькопирита втитаномагнетите в пепле вулкана Безымянный; *в* - фрагмент поверхности частицы пепла вулкана Карымский с кристаллами пирита (яркие); *г* - самородное железо (светлое) на поверхностичастицы пепла вулкана Алаид

Заключение

Наши исследования подтвердили предположение [1, 2, 3] о возможной адгезии поверхностью пепловых частиц микроминеральных фаз, образовавшихся непосредственно в среде газовой-пепловых выбросов взрывных извержений вулканов. Нами среди образований, отложившихся непосредственно на поверхности

пепловых частиц, обнаружен ряд рудных минералов, преимущественно сульфидов железа и меди. Практически во всех пробах пепла присутствуют частицы самородного железа. Обращает на себя внимание достаточно высокое содержание циркония в интерметаллических соединениях (сплавах). В минералогическом плане, интерес вызывает обнаружение включений халькопирита в зернах титаномагнетита. Нахождение в одной ассоциации разновалентных компонентов может свидетельствовать о сложной окислительно-восстановительной обстановке в зоне флюидного транспорта и, по-видимому, о чрезвычайной гетерогенности условий прохождения газотранспортных реакций в газовой-пепловой колонне в процессе извержения.

По данным наших исследований, частицы адгезированных минералов на поверхности пепловых зёрен дифференцированы по размеру: рудные фазы имеют размер 1-55 мкм; нерудные – 7-30 мкм. Размерность включений варьирует от 3 мкм до 45 мкм. Исследования показали, что состав и количество включений в пепловых частицах не зависят от размерности носителей.

По нашему мнению, необходимо продолжение проведенных исследований, с использованием более чувствительных методов анализа.

Список литературы

1. 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.
2. Карпов Г.А., Силаев В.И., Аникин Л.П. и др. Эксплозивная минерализация // Толбачинское трещинное извержение 2012 – 2013 гг. Новосибирск: СО РАН, 2017. С. 241 – 255.
3. Карпов Г.А., Аникин Л.П., Николаева А.Г. Самородные металлы и интерметаллиды в пеплах вулканов Камчатки и Исландии // Вулканизм и связанные с ним процессы. Материалы конференции, посвященной Дню вулканолога. Петропавловск- Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2012. С. 183 – 187.