

Термоаномалии в юго-западной части пирокластического потока 2005 г. вулкана Шивелуч

В.А. Дроздин, С.А. Чирков

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006; e-mail: dva@kscnet.ru

С 2008 г. в ИВиС ДВО РАН эксплуатируется тепловизор FLIR SC640 для регистрации тепломассовых процессов, происходящих на вулканах и геотермальных объектах. Тепловизор регистрирует энергию, излучаемую наблюдаемой поверхностью в спектральном диапазоне от 7,5 до 13 мкм. В статье рассматриваются термоаномалии, обнаруженные С. Чирковым в 2016 г.

Пирокластический поток

Движение пирокластического потока, состоящего из суспензии газов и раскаленного ювенильного вещества, а также из твердого материала разрушенной постройки вулкана (раздробленного взрывной волной), имеет высокую скорость и сопровождается газопепловыми облаками и пирокластическими волнами, его отложения выравнивают поверхности склонов и заполняют долины рек.

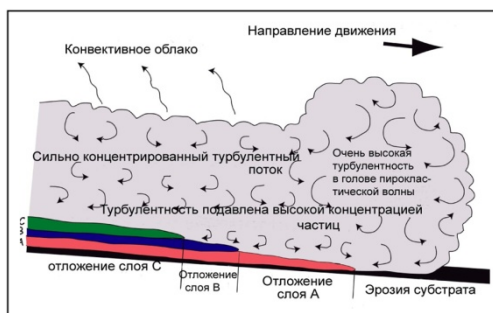


Рис. 1. Схема движения пирокластического потока

Схема движения пирокластического потока (рис. 1) показана в работе [1]. В этой работе автор доказывает, что извержение типа «направленный взрыв» может быть связано или с взрывом, или с оползнем, в зависимости от глубины залегания магмы. Схема позволяет обсуждать процессы тепломассообмена при движении потока по склону: генерация ювенильного газа, фрагментация вещества (в том числе при автоэксплозивности), подсос атмосферного воздуха с формированием пепловых шлейфов, палящих туч. Отложения потока могут

быть разнообразны. Так, например, судя по кадрам аэросъемки в кинофильме, снятом после извержения Шивелуча в 1964 г., отложений пирокластического потока нет на крутых склонах вулкана, отложения ньюардена в долине р. Байдарная состоит из крупных пемзовых окатышей размером 15-50 см.



Рис. 2. Виды пепловых туч

Пирокластический материал отлагается из пепловых туч разных форм и вида: например, стационарного течения извержения первого конуса БТТИ, облака Безымянного вулкана в 1956 г. и т.д. (рис. 2) выбросов, плюмов, пульсационном течении пирокластике и при движении пирокластических потоков по склону вулкана.

Отложение пироклаستيку в 2005 г. произошло во время пароксизмального извержения 27 февраля с разрушением части купола Молодого Шивелуча. Долина р. Байдарная была заполнена многометровой толщей раскаленных пирокластических отложений [3, 4, 6]. Весной 2005 г. в процессе разработки нового русла р. Байдарная размывание высокотемпературных газонасыщенных отложений непрерывно сопровождалось фреатическими взрывами. Измерения температуры отложений пирокластического потока в июле 2005 г. показали наибольшее значение (420°C) на глубине 4 м (мощность толщи 7 м) в борту реки Байдарной [6].

Термоаномалии

Термоаномалии на поверхности отложений пирокластического потока сразу после окончания извержения образуются как вторичные фумаролы над погребенной речной сетью или над крупными глыбами ювенильного материала. Термоаномалии на поверхности пирокластического потока 2005 г. в работе [4] были описаны как тепловые пятна (ТП) - воронки диаметром 0,5-1 м, из которых выходил пар (рис. 3). Согласно работе [5], мощность отложений пирокластического потока была неоднородной - от



Рис. 3. ТП по [5], фото С. Чирков 14.06.2017 г.

долей метра в краевых частях отложений потока до десятков метров (судя по рельефу) в крупной гряде размером $0,8 \times 2$ км с пологими склонами, которая расположена в пределах 300-400 м н.у.м. в поясе хвойного леса (рис. 4). В полосе длиной 1000 м и шириной 20 м выявлено 29 пятен, приуроченных к склонам и верхней части гряды. В работе [4] отмечено: на гряде 30 июля 2005 г. средняя температура на поверхности и на глубине 10 см составляла, соответственно, $21,6$ и $24,2^{\circ}\text{C}$, тогда как средняя температура 29 обмерянных ТП составляла, соответственно, $43,6$ и $64,4^{\circ}\text{C}$, а максимальная – $75,4$ и $98,1^{\circ}\text{C}$.

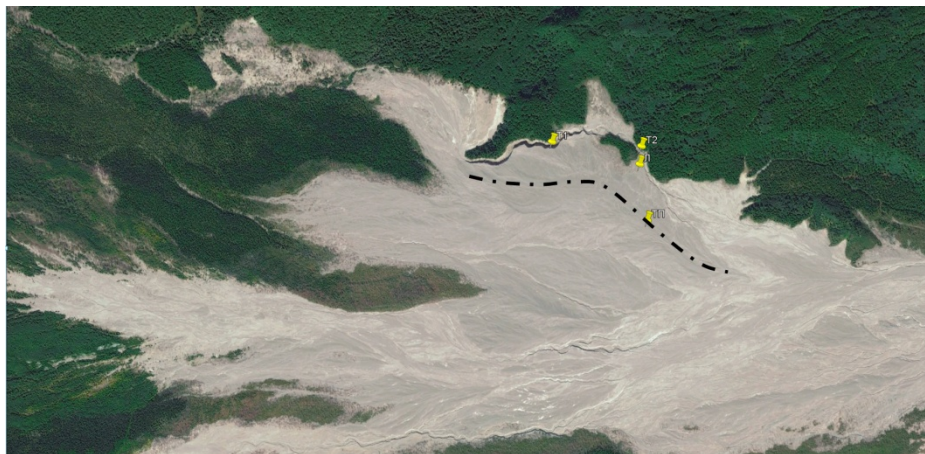


Рис. 4. Юго-западная граница отложений пирокластического потока 2005 г. вулкана Шивелуч. Обозначения: Т1, Т2 - обнаруженные термоаномалии, ТП - тепловое пятно, С – лагерь, пунктирная линия – гряда по [5].

Другие термоаномалии, обнаруженные в 2016 г, наблюдаются в левом борту древних отложений Шивелуча, размывтых при образовании новой долины р. Байдарная на границе их с отложениями пирокластического потока 2005 г. (рис. 5). Мощность отложений свежей пироклаستيку над древними толщами достигает 10 м. Аномалии выделяются визуально и по вертикальному профилю температуры. Отложения представляют собой слоистую толщу, сложенную переслаиванием грубого и тонкого

материала (рис. 5). Грубый материал малой мощности и проницаемый - через него фильтруется (просачивается) вода; тонкий материал практически непроницаемый. Нет данных для предположения о локальности и протяжности нагретых прослоев.

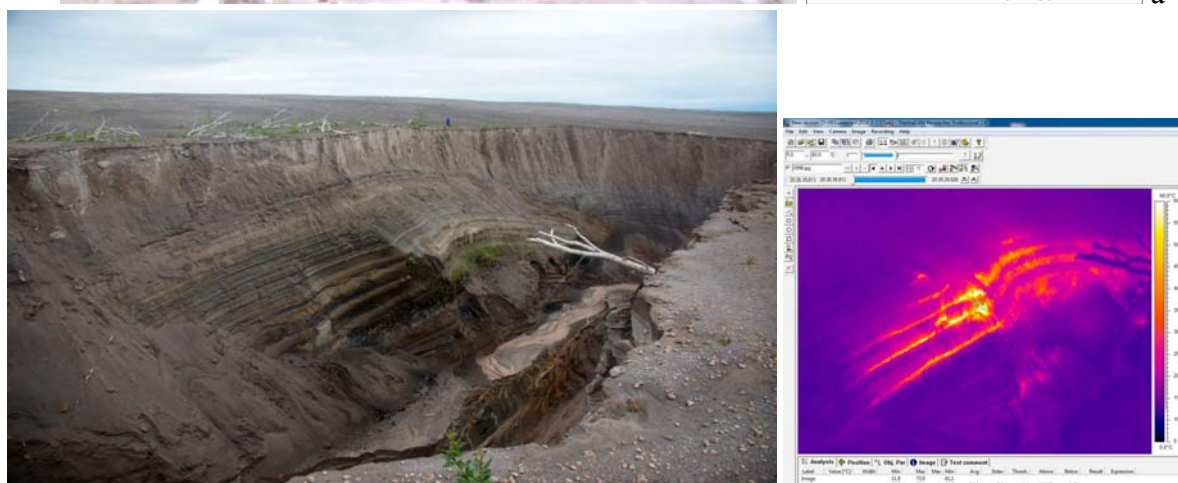
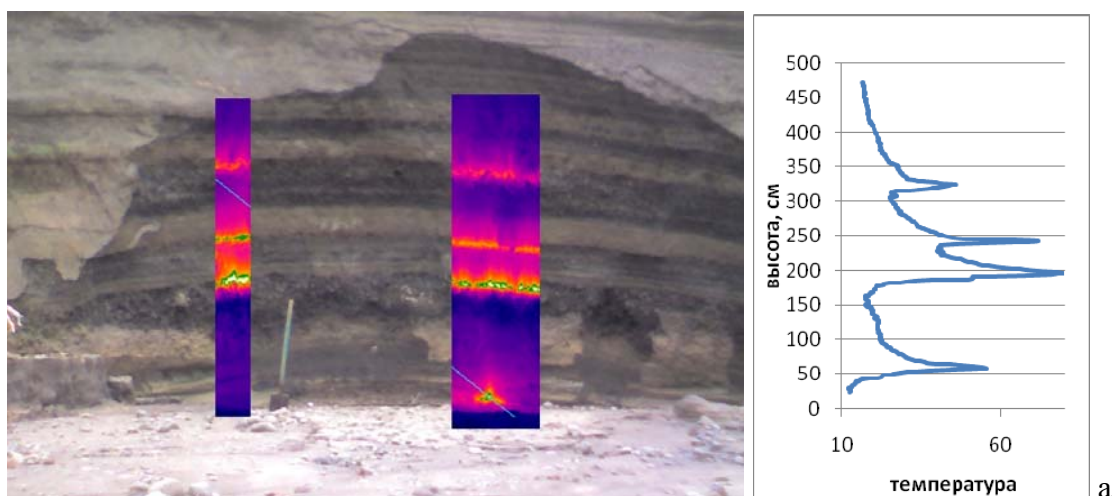


Рис. 5. Термоаномалии в борту новой долины р. Байдарная: у подножия толщ древних отложений вулкана Шивелуч (а), общий вид вскрытой рекой толщ отложений (б). Сверху залегают отложения пирокластического потока 2005 г. мощностью до 10 м.

Максимальные значения температуры отложений на рис. 5 соответствуют наиболее проницаемым породам. Возле максимумов график не выпуклый, что позволяет говорить, что теплообмен производится не чисто с теплопроводностью, а с массопереносом, т.е. порода не непроницаемая.

Внеплановый лахар

Полевые работы в июне 2017 г. проводились в ожидании активизации вулкана. 15.06.2017 первый снимок выброса пепла вулкана Молодой Шивелуч был сделан в 04:29:34 из полевого лагеря. Было видно, что пепловое облако поднимается, приближается, пирокластические потоки движутся по южному склону вулкана. В лагере начал выпадать мокрый пепел. В 5:11:36 было замечено, что в овраге ручей парит (рис. 6). Наибольшая температура отложений лахара в ручье соответствовала их заплескам и крупным обломкам в лахаре, например, на большом камне зарегистрирована температура 131° C (рис. 7).

Заключение

Обнаруженные новые термоаномалии и описанные выше тепловые пятна свидетельствуют о роли метеорных вод (не известной конфигурации), протекающих, в

глубинах малопроницаемых высокотемпературных отложений. Количественная оценка нестационарного процесса тепломассопереноса (в природе) требует не только начала процесса, но и геометрии (полей значений свойств проницаемости и теплофизических свойств) и граничных условий. Обнаруженный район может быть рекомендован как уникальный учебный полигон. В настоящее время недостаточно развиты [2] методы измерения распределённого тепло-массового потока.



Рис. 6. Пар над долиной р. Байдарная

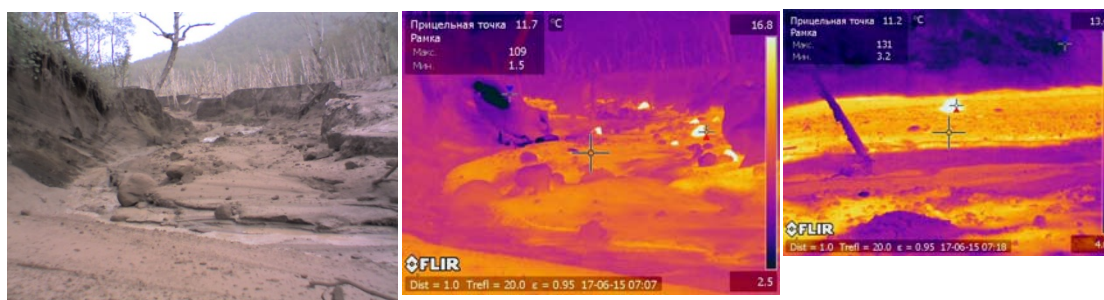


Рис. 7. Фото и ИК изображения ручья

Список литературы

1. Белоусов А.Б. Эксплозивные извержения вулканов Курило-Камчатского региона: механизм, динамика, закономерности образования отложений // Дисс. д.г.-м. н., незащищенная 2006. 300 с.
2. Дроздин В.А., Дубровская И.К., Чирков С.А. К расчёту выноса тепла по данным тепловизионных исследований (на примере вулкана Мутновский, Камчатка) // Вулканизм и связанные с ним процессы. Материалы региональной научной конференции, посвящённой Дню вулканолога, 27-28 марта 2014 г. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН. 2014. С. 63-68.
3. Гирина О.А., Нуждаев А.А. О некоторых особенностях извержения вулкана Молодой Шивелуч, Камчатка, 22 сентября 2005 г. // Вулканология и сейсмология. 2014. № 4. С. 20-30.
4. Гирина О.А., Демянчук Ю.В., Мельников Д.В. и др. Пароксизмальная фаза извержения вулкана Молодой Шивелуч, Камчатка, 27 февраля 2005 г. (предварительное сообщение) // Вулканология и сейсмология. 2006. № 1. С. 16-23.
5. Гришин С.Ю., Комачкова И.В. Температура отложений мощного пирокластического потока 2005 г. на вулкане Шивелуча (Камчатка) и начало его зарастания // Вестн. КРАУНЦ. Науки о Земле. 2011. Вып. 11. № 2. С. 128-134.
6. Нуждаев А.А., Гирина О.А., Мельников Д.В. Некоторые результаты изучения пирокластических отложений извержений 28 февраля и 22 сентября 2005 г. вулкана Молодой Шивелуч наземными и дистанционными методами // Вестн. КРАУНЦ. Науки о Земле. 2005. Вып. 6. № 2. С. 63–66.