

Температурный режим вулкана

Впервые план кратера вулкана Авачинский был сделан А.Н. Заварицким в 1935 г., на плане были отмечены фумаролы западного и южного склонов и указаны их температуры ($T \sim 112-134^\circ\text{C}$ и $167-282^\circ\text{C}$) [1].

После сильных извержений 1938 и 1945 гг., в 1960-1962 гг. более детальное изучение кратера и прикратерной зоны молодого конуса вулкана было выполнено И.Т. Кирсановым [3] и М.И. Зубиным [2], ими была составлена карта – схема кратера, на которой показаны активные фумаролы и парящие участки с максимальной температурой $\sim 110-125^\circ\text{C}$.

До извержения 13 января 1991 г. в кратере и на вершине молодого конуса вулкана Авачинский выходы тепла были представлены прогретыми участками, парящими площадками и фумаролами. В местах выходов вулканических газов на дне кратера, закартированных в 1962 г., температура превышала 700°C , мощность тепловой разгрузки оценивалась в 80 Мвт. Наиболее крупными объектами тепловой разгрузки были фумаролы в дне кратера, фумаролы “Уступ”, “Малая Серная”, фумарольные поля “Восточное” и “Серный Гребень”, участки парящего грунта в северо-восточной части конуса вулкана.

По результатам тепловой аэросъемки 1982 и 1988 гг., за три года до извержения 1991 г. было обнаружено возникновение, а скорее всего, проработка ранее известной термальной аномалии в южной части дна кратера (место будущего истока лавы). В основном, структура термальных аномалий до этого извержения была стабильной и соответствовала съемке 1961-1962 гг.

После заполнения кратера лавой во время извержения 1991 г. тепловое поле “Серный Гребень” и фумаролы “Уступ” и “Малая Серная” исчезли, но конфигурация тепловых зон в северном борту кратера, а также прогревы на северо-западном и трещина на восточном склонах вулкана сохранились.

После эксплозивного события 6 октября 2001 г. в лавовой пробке образовалась трещина – ров в южной части кратера (рис. 1). Тепловая съемка, выполненная 6 ноября 2001 г., показала прогрев трещины только в центре и по краям (рис. 1). Проекция центра трещины совпадает с тепловой аномалией в донной части кратера – с местом истока лавы.

В целом, на вулкане Авачинский выделяются аномалии трех типов:
- фумарольные выходы (наиболее интенсивные);
- радиальные и концентрические трещины на лавовом поле (рис. 1);
- участки типа “парящий грунт” на внутренних и внешних склонах кратера. Их контуры остались такими же, как были до извержения 1991 г.

Сравнение термограмм за 2005, 2008 и 2013 гг. показало сохранение конфигурации и местоположения основных термоаномалий на склонах вулкана. Отмечается повышение температуры термоаномалии на южном прикратерном склоне вулкана и температуры фумарольного поля (рис. 1).

После эксплозивного события 6 октября 2001 г. на западном склоне вулкана появилась трещина, продолжающая трещину-ров на лавовом поле кратера, с фумаролой в нижней части трещины с температурой $\sim 240^\circ\text{C}$ (устное сообщение А.А. Овсянникова). Сравнение термограмм западного склона вулкана, полученных в 2012 и 2018 гг., выявило увеличение ширины трещины и рост ее температуры до $\sim 460^\circ\text{C}$ (рис. 2).

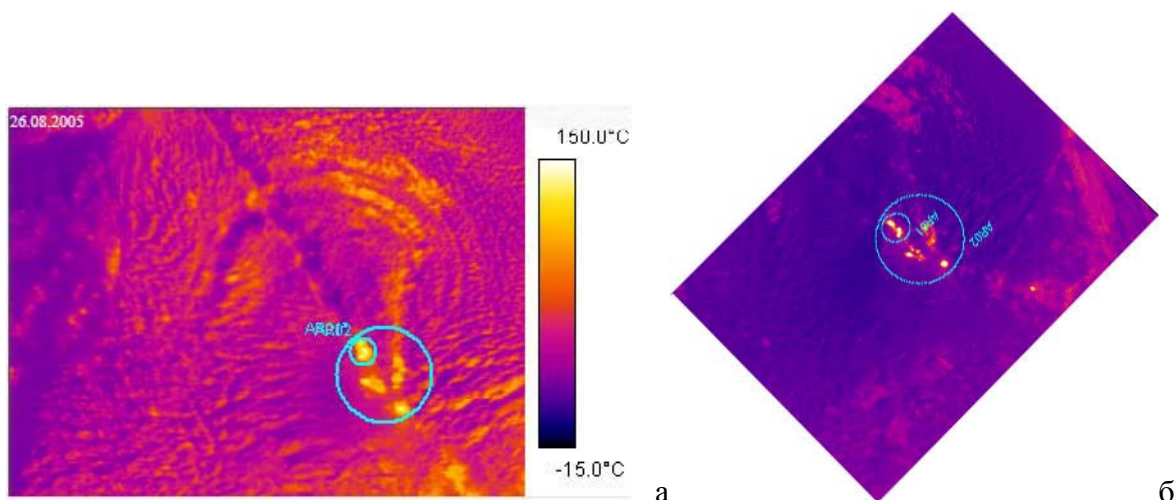


Рис. 1. Термограммы фумарольного поля “Восточное” на лавовом поле в кратере вулкана Авачинский в 2005 г. ($T_{\max} = 126^{\circ}\text{C}$) (а) и в 2008 г. ($T_{\max} > 150^{\circ}\text{C}$) (б)

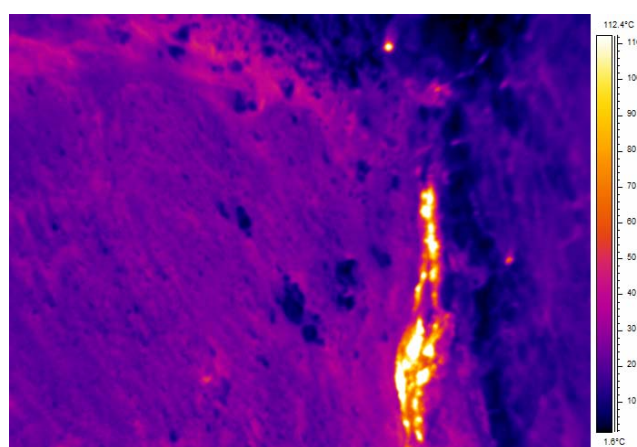


Рис. 2. Термограмма трещины на западном склоне конуса Авачинского 22 августа 2012 г.

Сейсмичность вулкана

В связи с тем, что сильные извержения вулкана Авачинский, как правило, предваряются ощутимыми в городе землетрясениями [5, 6], нами была сделана попытка анализа сейсмичности вулкана.

Перед извержением 1991 г. (без сети сейсмостанций) в течение нескольких лет с 1987 г. отмечались сейсмические события на глубинах 100-150 км ($K_s=7-9,4$), в период 19-28 декабря 1990 г. произошло 9 землетрясений в полосе $52^{\circ}-54^{\circ}$ с.ш. на глубине $H=10$ км ($K_s=11-13$). Таким образом, можно предположить, что извержение 1991 г. Авачинского связано с активным процессом в сейсмофокальной зоне [7].

Вулкан Авачинский сейсмически активен - в среднем за год фиксируется от 150 до 600 событий в районе вулкана (<http://sdis.emsd.ru/main.php>). В основном, в северном и северо-восточном секторах зоны с радиусом 5 км от вулкана происходят слабые землетрясения ($K_s < 4$) (рис. 3). Согласно гляциологической карте [4], их наличие можно объяснить процессами, происходящими в ледниках, расположенных на северном и восточном склонах вулкана, тем более, что сейсмические события носят сезонный характер (зима-весна). Сильные события ($K_s > 5$) в основном располагаются в зоне кратера вулкана. К примеру, событие 6 октября 2001 г. предварялось землетрясениями в постройке вулкана и до глубины 4 км ($K_s = 5,1-7,2$). Образование трещины обязано серии фреатических взрывов, воронки от которых хорошо видны на аэро- и космоснимках.

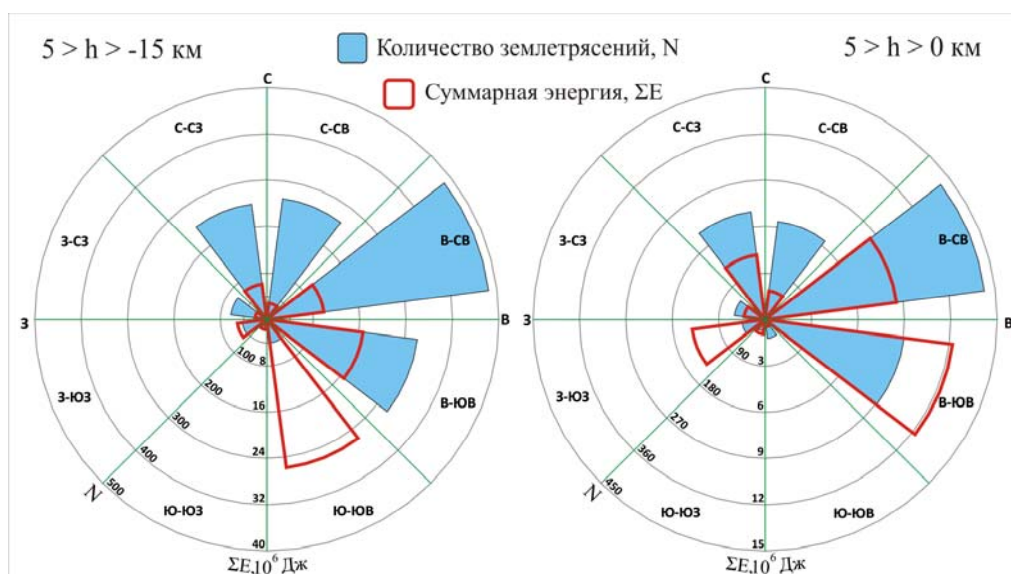


Рис. 3. Диаграмма распределения количества и энергии землетрясений вулкана Авачинский в 2000-2018 гг. в радиусе 5 км от его кратера.

Выводы

Анализ термограмм кратера и склонов вулкана Авачинский показывает, что большая часть не перекрытых лавой термопроявлений после извержения 1991 г. сохранили свою конфигурацию. Они имеют инерционную природу, не зависящую от активности вулкана.

Появление после разрыва лавового поля 5 октября 2001 г. фумаролы “Западная” и группы фумарол “Восточные, скорее всего, является проработкой известных ранее фумарол “Уступ” и “Восточные”.

Анализ сейсмичности вулкана показал, что в северном и северо-восточном секторах зоны с радиусом 5 км от вулкана происходят слабые землетрясения ($K_s < 4$), появление которых можно объяснить процессами, связанными с деятельностью ледников на северном и восточных склонах вулкана. Все сейсмические события ($K_s > 5$), происходящие в зоне кратера, связаны с процессами, происходящими в лавовой пробке.

Список литературы

1. *Заварицкий А.Н.* Вулкан Авача на Камчатке и его состояние летом 1931 г. // Тр. ЦНИГРИ. Вып. 35. С. 3-36.
2. *Зубин М.И., Фёдоров М.В., Чирков А.М., Штейнберг Г.С.* Кратер вулкана Авача и его состояние летом 1961 г. // Бюлл. вулк. станций. № 36. С.24-36.
3. *Кирсанов И.Т., Медведева Г.Г., Серафимова Е.К.* Фумарольная деятельность Авачинского и Корякского вулканов // Бюлл. вулк. станций. № 38. С.3-32.
4. *Маневич Т.М., Муравьев Я.Д., Самойленко С.Б.* Ледники Авачинской группы вулканов: современное состояние // Лёд и снег. 2015. № 3. С. 14-26.
5. *Мелекесцев И.В., Брайцева О.А., Двигало В.Н., Базанова Л.И.* Исторические извержения Авачинского вулкана на Камчатке (попытка современной интерпретации и классификации для долгосрочного прогноза типа и параметров будущих извержений). Ч. I (1737-1909 гг.) // Вулканология и сейсмология. 1993. № 6. С. 13-27.
6. *Мелекесцев И.В., Брайцева О.А., Двигало В.Н., Базанова Л.И.* Исторические извержения Авачинского вулкана на Камчатке (попытка современной интерпретации и классификации для долгосрочного прогноза типа и параметров будущих извержений). Ч. II (1926-1991 гг.) // Вулканология и сейсмология. 1994. № 2. С. 3-23.
7. *Широков В.А.* О причинах извержения Авачинского вулкана, прогнозе, длительности извержения и массы изверженных продуктов // Отчет. 1991 г.