

УДК 551.21

## КРАТЕРНЫЕ ОЗЕРА ВУЛКАНА МУТНОВСКИЙ (КАМЧАТКА)

© 2003 Г.М. Гавриленко <sup>1</sup>, П.Г. Гавриленко <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт вулканологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006, [gavrilenko@kcs.iks.ru](mailto:gavrilenko@kcs.iks.ru)

<sup>2</sup> Московский Государственный университет им. М.В. Ломоносова, бакалавр [polinka\\_gav@rambler.ru](mailto:polinka_gav@rambler.ru)

Приводятся литературные и авторские данные по изучению озер в Мутновский, периодически возникающих и исчезающих в его активных кратерах.

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время установлено, что приблизительно 12% активных современных вулканов имеют кратерные озера, время существования которых сравнительно невелико: от первых недель-месяцев до нескольких десятилетий. Зависит время жизни озер, главным образом, от частоты проявления активных фаз вулканов и от интенсивности экзогенных процессов, происходящих в их кратерах и зависящих, в свою очередь, от физико-географических и климатических условий, в которых находятся вулканы.

Вполне очевидно, что образование (существование) или исчезновение (отсутствие) озер в кратерах активных вулканов является как следствием, так и причиной происходящих на вулканах процессов. То есть в комплексе исследований и мониторинга за степенью активности вулканов, имеющих озера (или имевших их в недавнее время), кратерно-озерному аспекту вулканологических исследований должно уделяться не меньшее внимание, чем другим методам изучения вулканов.

По происхождению и строению своих котловин кратерные озера подразделяются на вулканогенно-котловинные и вулканогенно-подпрудные. Первые - представлены кратерными, кальдерными озерами и озерами вулканотектонических депрессий, вторые - грязекаменно-плотинными, обвальными-подпрудными и лавово-подпрудными, а также ледниково-подпрудными и морено-подпрудными озерами.

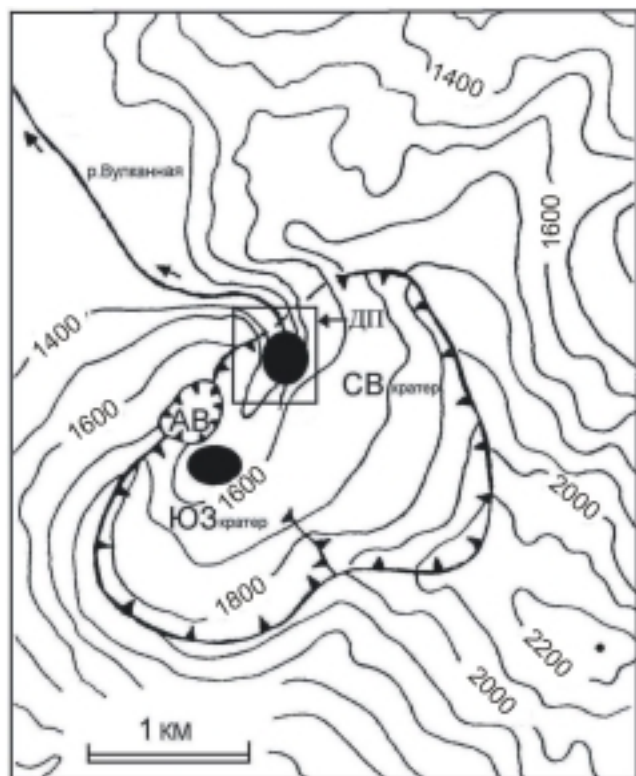
Кратерные озера формируются на вулканах, дно и стенки которых сложены водонепроницаемыми (а точнее, плохопроницаемыми) породами, что позволяет накапливаться в них атмосферным и термальным водам. При этом тепловая мощность таких вулканов в межпараксизмальные периоды их деятельности в совокупности с солнечной радиацией должна быть сравнительно невысокой, чтобы не

происходило полное испарение поступающей в активные кратеры влаги. А поскольку основным источником воды в кратерных озерах являются метеорные осадки, то в неактивных кратерах образуются пресные, а в активных кратерах, в результате насыщения атмосферных вод эндогенными флюидами, формируются кислые, термальные озера.

В многочисленных публикациях, посвященных Мутновскому вулкану, кратерно-озерный аспект никем серьезно не рассматривался. Только несколько исследователей об озерах этого вулкана лишь просто упоминают. Поэтому в сводной таблице Международной рабочей группы по кратерным озерам (IWGCL) приведены скудные и неточные данные по озерам вулкана Мутновский.

**Вулкан Мутновский** - один из самых больших и наиболее активных вулканов Южной Камчатки, расположен в 70 км к югу от г. Петропавловска-Камчатского. Его постройка, имеющая максимальную высоту 2323 м над уровнем моря, состоит из 4-х тесно сближенных, последовательно формировавшихся стратоконусов с вершинными кальдерами и дочерними внутрикальдерными сооружениями, а весь его массив осложнен многочисленными конусами побочных извержений. В настоящее время вулкан находится в стадии фумарольно-гидротермальной деятельности (Маренина, 1956; Мелекесцев и др., 1987; Новограбленов, 1932; Поляк, 1966; Селянгин, 1993; Таран, 1991).

Всего зарегистрировано и датировано 16 исторических извержений этого вулкана. Последнее извержение было фреатическим и произошло в марте 2000 г. (Гавриленко, 2000; Гавриленко, 2002; Зеленский и др., 2002). А до этого времени вулкан более 40 лет находился в фазе фумарольно-гидротермальной деятельности, характеризующейся аномально высоким выносом тепла (более 1500 МВт). Как считают некоторые исследователи, вулкан



**Рис. 1.** Карта-схема вершинной части вулкана Мутновский (сечение горизонталей – 100 м). СВ, ЮЗ и АВ – северо-восточный, юго-западный кратера вулкана и Активная Воронка, соответственно; прямоугольником отмечено местоположение Донного Поля (ДП); залитые черным цветом эллипсы соответствуют местоположению кратерных озер вулкана.

находился в стадии “пассивного” извержения (Мелекесцев и др., 1987; Поляк, 1966) (рис. 1).

Активными на вулкане являются три кратера: Активная Воронка (АВ), Юго-Западный (ЮЗ) и Северо-Восточный (СВ). Донную часть последнего кратера дренирует речка Вулканная, берущая начало в его южной части, и течет по дну существовавшего до середины 1950-х гг. кратерного озера (Маренина, 1956; Таран и др., 1991). Река питается снежными, талыми водами и многочисленными гидротермами термальных площадок и кипящих котлов. Воды ее со времени исчезновения озера (45 лет тому назад) значительно эродировали кратерно-озерные отложения дна СВ кратера, так называемого Донного Поля (ДП). По наблюдениям авторов, естественный речной врез в отложения ДП составляет порядка 5 м.

**Кислые термальные озера в. Мутновский.** Впервые озера Мутновского вулкана наблюдал С. Конради, посетивший его в составе Камчатской экспедиции Русского географического общества в 1909 г.

В 1923 г. озера наблюдал шведский ботаник Э. Гультен, а П.Т. Новограбленов упоминает их в своем “Каталоге вулканов Камчатки” (Новограбленов, 1932). Описываются эти озера и в более поздних работах. Так, например, Т.Ю. Маренина наблюдала озера в кратерах в. Мутновский в 1948 и 1952 гг. (Маренина, 1956), а в 1953 г. наблюдал их краевед В.И. Семенов (1988). Однако наиболее подробную информацию об озерах в активных кратерах вулкана дал в 1954 г. в своем отчете геолог В.М. Никольский (Gavrilenko, 1996).

По всем описаниям на Мутновском вулкане в разные периоды прошлого столетия существовали два озера: Верхнее и Нижнее. Верхнее озеро, расположенное в ЮЗ кратере вулкана, по данным В.М. Никольского, в 1954 г. имело размер 250x280 м и содержало воду с весьма высокой температурой: от 42 до 46°C. Минерализация воды была 4.2 г/л, при этом в ней содержалось более 1.6 г/л Cl-иона и около 1.4 г/л SO<sub>4</sub>-иона. Со временем и это озеро исчезло, а воронку взрыва, которую оно занимало, заполнил ледник. Последнее возникновение Верхнего озера было зафиксировано три года назад, через два месяца после фреатического извержения на вулкане 17 марта 2000 г. Вновь образованное озеро имело те же морфометрические параметры, что и в 1954 г. Однако, гидрохимические показатели его, особенно в первые месяцы существования, значительно превышали аналогичные характеристики вод озера образца 1954 г. (Гавриленко, 2000; Зеленский и др., 2002).

Очень быстро новое озеро стало остывать и даже в самый теплый сезон 2002 г. на его поверхности плавали льдины. Минерализация его вод за два года снизилась более чем на порядок: с 16-17 г/л летом 2000 г. до 1.5-1.6 г/л в тот же сезон 2002 г. И в конце зимы 2003 г., по данным наблюдений А.В. Сокоренко (конец марта) и А.А. Овсянникова (начало мая), озеро было полностью покрыто льдом. Однако, уже 11 мая лед на озере полностью растаял. Вода в нем приняла характерный для кислых кратерных озер бирюзовый цвет и стала интенсивно парить. По всей видимости, началась новая, очередная фаза активности в северной воронке взрыва ЮЗ кратера вулкана.

Второе (Нижнее) озеро, по данным того же В.М. Никольского, имело размеры 200x250 м<sup>2</sup>. Температура воды в нем была около 10°C и она имела кислую реакцию. Химический анализ воды из озера показал, что в ней содержалось около 0.5 г/л Cl-иона и порядка 1.2 г/л SO<sub>4</sub>-иона, при этом общая минерализация озерной воды составляла 2.3 г/л (Gavrilenko, 1996). Исчезло это озеро в период с 1955 по 1957 гг., поскольку В.И. Семенов в 1958 г. его уже не обнаружил (Семенов 1988).

Но существовало ли это озеро постоянно до середины 1950-х гг.? На этот вопрос достаточно определенно дают ответ наши исследования внутрикратерных отложений СВ кратера в. Мутновский.

При проведении полевых работ в этом кратере авторами был изучен естественный разрез препарированных водами р. Вулканная кратерно-озерных отложений Донного Поля - бывшего дна кратерного озера (Гавриленко, 2002).

Видимая мощность исследованного разреза кратерно-озерных отложений более 5 м. В нем, прежде всего, обращает на себя внимание пестрота литолого-фациального состава осадков, что, как известно, является специфической особенностью кратерно-озерных отложений. Это разнообразие проявляется в смене грубообломочных осадков, накапливавшихся в периоды эксплозий вулкана и в фазы его относительного покоя, когда при отсутствии озера (озер) в кратере интенсивно протекали эрозионно-денудационные процессы, с мелко- и тонкообломочными, а также хемогенными, осадками периодов существования озера (озер) в межпараксизмальные периоды жизни вулкана. Без сомнения, зафиксированная нами пестрота осадков определялась сменой различных фациальных условий в СВ кратере со времени его образования (Гавриленко, 2002).

Итак, имеющиеся в нашем распоряжении данные косвенно свидетельствуют о том, что кратерное озеро в СВ кратере в. Мутновский существовало до 1955 г. не постоянно: до него неоднократно образовывались и исчезали другие, более ранние озера. При этом, каждое из них находилось в различных фациальных условиях, что, в свою очередь, и отразилось на специфическом, пестром составе их донных отложений.

Как отмечалось выше, по происхождению и строению своих котловин кратерные озера подразделяются на вулканогенно-котловинные и вулканогенно-подпрудные. Первые - представлены кратерными, кальдерными и озерами вулканотектонических депрессий, вторые - грязекаменно-плотинными, обвально-подпрудными, лавово-подпрудными, а также ледниково-подпрудными и морено-подпрудными озерами. В рассматриваемом нами случае озеро (озера) северной воронки взрыва ЮЗ кратера относятся к 1-му типу кратерных озер, а озера СВ кратера - ко 2-му их типу.

И если образование и исчезновение озер ЮЗ кратера представляется нам достаточно очевидным, поскольку эти процессы воочию наблюдались многими исследователями, в том числе и авторами данного сообщения, то о возникновении и исчезно-

вании озер в СВ кратере можно пока только предполагать. Вероятно, это происходило в результате формирования и последующих разрушений подпруд ("плотин") в открытой северо-северо-западной части этого кратера за счет либо мощных обвалов, либо, скорее всего, материала морен пульсирующего ледника СВ кратера. Кстати, активную фазу пульсации этого ледника авторы наблюдали в конце 1990-х гг.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При многочисленных исследованиях, проводившихся и проводимых ныне на Мутновском вулкане, к сожалению, не уделялось и пока не уделяется должного внимания изучению его кратерных озер. Однако, имеющиеся вулканологические и литологические данные, а также результаты прямых наблюдений процессов, происходящих в последние годы в активных кратерах этого вулкана, свидетельствуют о том, что в них постоянно возникают и исчезают озера, наличие или отсутствие которых, с одной стороны, является следствием, происходящих на вулкане процессов, а с другой - одной из причин этих процессов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Президиума ДВО РАН, проекты: № 03-3-А-08-033 и № 03-3-Ж-08-009, РФФИ проект № 02-05-64979 "а", а также ФЦП «Интеграция науки и высшего образования России на 2002-2003 гг.» (проект Э334) и Управления по делам молодежи администрации Камчатской области по программе «Профильные летние лагеря».

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гавриленко Г.М.* Вулкан Мутновский проснулся // *Природа*. 2000. № 12. С. 41-43.
- Гавриленко П.Г.* Кратерно-озерные отложения временных озер активного Северо-Восточного кратера вулкана Мутновский (Камчатка) // *Тез. докл. Первой Сибирской Междунар. конфер. молодых ученых по наукам о Земле*. Новосибирск, 2002. С. 42-43.
- Зеленский М.Е., Овсянников А.А., Гавриленко Г.М., Сеньюков С.Л.* Извержение вулкана Мутновский (Камчатка) в марте 2000 г. // *Вулканология и сейсмология*. 2002. № 6. С. 25-28.
- Маренина Т.Ю.* Геолого-петрографический очерк Мутновского вулкана // *Труды Лаб. Вулканологии АН СССР*. 1956. Вып. 12. С. 3-52.
- Мелекесцев И.В., Брайцева О.А., Пономарева В.В.* Динамика активности вулканов Мутновский и

## КРАТЕРНЫЕ ОЗЕРА ВУЛКАНА МУТНОВСКИЙ

Горелый в голоцене и вулканическая опасность для прилегающих районов (по данным тефрохронологических исследований) // Вулканология и сейсмология. 1987. № 3. С. 3-18.

*Новограбленов П.Т.* Каталог вулканов Камчатки // Изв. ГГО. 1932. Т. 64. Вып.1. С. 88-99.

*Поляк Б.Г.* Геотермические особенности области современного вулканизма (на примере Камчатки). М.: Наука, 1966. 179 с.

*Селянгин О.Б.* Новое о вулкане Мутновский: строение, развитие, прогноз // Вулканология и сейсмология. 1993. № 1. С. 17-35.

*Семенов В.И.* В краю горячих источников. Петропавловск-Камчатский, 1988. 144 с.

*Таран Ю.А., Вакин Е.А., Пилипенко В.П., Рожков А.М.* Геохимические исследования в кратере вулкана Мутновский // Вулканология и сейсмология. 1991. № 5. С. 37-55.

*Gavrilenko G.M.* Poor-known data for the Mutnovsky Volcano Crater Lakes, Kamchatka // Abstracts. Chapman Conference: Crater Lakes, Terrestrial Degassing and Hyper-acid Fluids in the Environment. September 4-9, 1996, Crater Lake, Oregon. P. 34.

### Crater lakes of Mutnovsky volcano, Kamchatka

**G.M.Gavrilenko<sup>1</sup>, P.G.Gavrilenko<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *The Institute of Volcanology, FED, RAS, 683006, Petropavlovsk-Kamchatsky, Piip blvd., 9, Russia;*  
*e-mail: [gavrilenko@kcs.iks.ru](mailto:gavrilenko@kcs.iks.ru)*

<sup>2</sup> *Moscow State University; e-mail: [polinka\\_gav@rambler.ru](mailto:polinka_gav@rambler.ru)*

We present the summary of new and earlier published data on the lakes, which periodically emerge in the active craters of Mutnovsky volcano.