

СОСТОЯНИЕ ВУЛКАНА ЭБЕКО (О-В ПАРАМУШИР) И ВЛИЯНИЕ ПОСЛЕДНЕЙ АКТИВИЗАЦИИ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ

Т.А. Котенко, Л.В. Котенко

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский,
e-mail: kotenko@sakhalin.ru

Вулкан Эбеко находится в северной части хребта Вернадского о-ва Парамушир (Курильские о-ва). Это действующий андезитовый вулкан, характеризующийся фреатическими и фреато-магматическими извержениями. В деятельности вулкана выделяются четыре типа активности: пароксизмальные извержения вулканского типа, межпароксизмальные извержения фреатического типа, активизация фумарольной деятельности и постоянная умеренная фумарольная деятельность. Периоды фреатических извержений продолжаются 2-4 года, периоды межэруптивной деятельности длятся 20-30 лет [Меняйлов и др. 1992]. Известны исторические извержения в. Эбеко в 1793 г., 1833-1834 гг., 1859 г., 1934-35 гг., 1967 - 1971 г., 1987-1990 гг. [Горшков, 1957, Меняйлов и др., 1969, 1992, Мелекесцев и др., 1993]. В 6 км от вулкана расположен г. Северо-Курильск. Поэтому работы по изучению состояния вулкана и оценке его опасности для жителей г. Северо-Курильск имеют важное практическое значение.

29 января 2009 г. началось эксплозивное извержение вулкана Эбеко и в г. Северо-Курильск выпал первый пепел. Извержение происходит из Активной воронки Северного кратера, оно началось без сейсмической подготовки (данные сейсмической станции Северо-Курильск), что характерно для фреатических извержений этого вулкана [Меняйлов и др., 1988]. 29 и 30 января вулкан был закрыт облачностью. В городе периодически ощущался запах сероводорода. 31 января утром вулкан открылся и стал виден постоянный парогазовый шлейф с небольшой примесью пепла. Длина шлейфа до 20 км, высота оси струи до 300 м. К вечеру этого дня средняя толщина



Рис. 1. Постоянная парогазовая деятельность Активной воронки Северного кратера 7.02.2009 г. Высота струи 1,5 км.

слоя пепла на оси пеплопада 2,5 см. Пепел алевритовый светло-серый. 1 февраля характер активности изменился: сохранилась постоянная эмиссия пара и вулканических газов на высоту до 300 – 1000 м над кратером со слабой примесью пепла (рис.1). На этом фоне несколько раз в сутки (3-5) стали следовать серии пепловых взрывов с выбросом на высоту 0,5 - 3,2 км (рис. 2). Серии состоят из 2-5 событий, каждое продолжительностью от 2 до 14 минут. Во время пепловых выбросов низкий гул и дрожание почвы ощущаются на расстоянии до 1 км от кратера. Извержение проходит по вулканскому типу, вулканический эксплозивный индекс VEI=2. Пепловые и газовые шлейфы за период с 29 января по 23 февраля были ориентированы в основном в северо-восточном, восточном направлениях. За это время в городе выпало 80 г/м² пеплов.

Извержению предшествовали изменения в химическом составе фумарольных газов, значительное увеличение их расхода, в том числе за счет образования нового мощного фумарольного поля, а также возникновение термального озера в Активной воронке Северного кратера и резкие колебания его уровня [Котенко и др., 2007]. Основой мониторинга в. Эбеко служат



Рис. 2. Эксплозивная деятельность 17.02.2009 г.

установленные для него геохимические прогностические признаки [Иванов, 1957, Башарина и др., 1971, Меняйлов и др., 1976, 1988, Фазлуллин и др., 1998]: увеличение отношений S/Cl , H_2S/SO_2 , S/C , F/Cl , H_2O/CO_2 в фумарольных газах, а также рост содержания газов группы серы (SO_2 , H_2S), HCl , N_2 , Ar , O_2 , H_2 на фоне роста температуры фумарольных газов. Наличие данных предвестников важно, если учесть, что фреатические извержения начинаются без сейсмической подготовки. Первые признаки начинающейся активизации вулкана появились в 2003 г.: началось изменение состава газов фумарол Северо-Восточного поля. Выросли содержания SO_2 , Ar , HCl , H_2S , N_2 , O_2 . 27 января 2005 г. на в.Эбеко были зафиксированы первые фреатические взрывы и он вступил в стадию усиления фумарольной деятельности. Центром активизации стала Активная

воронка, тепловая мощность ее парогазовых струй выросла от 7,1 МВт до 22 МВт. Летом 2005 г. образовалось новое фумарольное поле Июльское с 20 мощными и множеством слабых струй и рассеянным паровыделением на площади 0,020 км². В составе газов (без H_2O) почти в равных долях содержались CO_2 , SO_2 , HCl . Температура выделяемых газов неуклонно росла (от 110 до 508°C), весной 2006 г. на новом поле произошло самовозгорание серы. Рост прогностических соотношений, рассчитанных для струй фумарольного поля Июльское (рис. 3) в феврале 2008 г. сменился падением. В январе 2005 г. в Активной воронке возникло термальное озеро, что было обусловлено появлением на дне многочисленных фумарольных струй. Оно просуществовало стабильно до лета 2007 г., когда начались резкие колебания уровня, не связанные с метеорологическими условиями, и исчезло. Максимальная глубина озера была 15 м. Произошедшие изменения в состоянии в. Эбеко в период 2003-2006 гг. позволили сделать вывод о подготовке к извержению [Котенко и др., 2007].

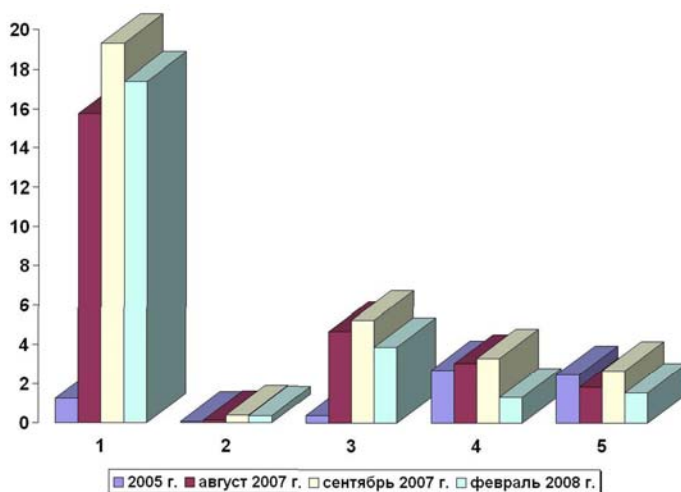


Рис. 3. Изменение прогностических отношений газовых компонентов (фумарольное поле Июльское), где 1- S/Cl , 2 - H_2S/SO_2 , 3 - $H_2O/CO_2 \times 10^{-2}$, 4 - S/C , 5 - $CO_2/H_2 \times 10^{-2}$.

Во время извержений вулкана Эбеко г. Северо-Курильск могут угрожать [Меняйлов и др., 1992]: пеплопады, отравление атмосферы вулканическими газами, отравление питьевых вод, лахары. Одна из этих угроз – отравление атмосферы вулканическими газами – существует и в периоды усиления фумарольной деятельности. Общий вынос газов всеми фумарольными полями вулкана Эбеко в межэруптивные периоды достигает 1900 т/сутки [Меняйлов и др., 1988]. В 2005-2008 гг. эта величина выросла в 5 раз и стала составлять почти 9600 т/сутки [Котенко, 2008]. Также в составе фумарольных газов значительно выросла доля токсичных составляющих: SO₂, H₂S, HCl (табл. 1).

Таблица 1. Вынос токсичных составляющих в составе фумарольных газов вулкана Эбеко.

Компонент	Активная воронка и поле Июльское в 2005-2008 гг. в сумме			Все фумаролы вулкана в 1979-1985 гг.	Активная воронка в 2009 г.
	% мол.	% вес.	т/сутки	т/сутки	т/сутки
H ₂ O	90.45	77.93	6733	1804.5	14027
CO ₂	2.26	4.77	412	79	858.6
SO ₂	3.37	10.32	892	9.5	1857.6
HCl	2.77	4.82	416	4	867.6
H ₂ S	0.25	0.41	35	3.8	73.8

Очевидно, что фумаролы Активной воронки и поля Июльское в 2005-2007 гг. стали выносить в сутки SO₂ в 94 раза больше, чем все фумарольные поля до активизации, HCl – в 104 раза, H₂S – в 9 раз больше. Вынос вулканических газов активным кратером во время последнего извержения 1987-1990 гг. составлял от 1000 до 4500 т/сутки [Меняйлов и др., 1992]. То есть для вулкана Эбеко количество вулканических газов, выбрасываемых в атмосферу в периоды активизации фумарольной деятельности не только сравнимо с их количеством, продуцируемым во время извержений, но может превышать его. Дополнительными неблагоприятными факторами являются: небольшая высота выброса фумарольных газов (100-600 м), рельеф местности: узкие направляющие ущелья рек, расположение города в низине между двух невысоких возвышенностей. Дополнительное влияние оказывают метеорологические факторы: направление и скорость ветра, количество и продолжительность ливневых осадков, местная циркуляция воздуха, явления вовлечения (для кучево-дождевой облачности) и адсорбции при наличии снежного покрова. Преобладающее в период с августа по апрель западное, северо-западное направление ветра (от вулкана к городу) в большой степени определяет постоянную угрозу загрязнения воздуха. Исключение составляет короткий период (май - середина августа) с преобладающим юго-восточным ветром летнего муссона. Мнение о спасительных часто повторяющихся сильных ветрах [Меняйлов и др., 1992, Мелекесцев и др., 1993] не совсем верно. Ветры западного направления при средней скорости до 5-6 м/с (порывы до 12-13 м/с) только усугубляют ситуацию, к тому же анализ аэрологических данных показывает высокую повторяемость блокирующих слоев в атмосфере выше уровня кратера (рост скорости ветра с высотой или инверсии температуры). Дополнительным фактором оказывается связанная с рельефом местная циркуляция атмосферы. В подветренной части гор могут возникать зоны завихрения и встречное основному воздушному потоку движение воздуха. Рециркуляция воздуха, которая визуалью фиксируется, как облачные взбросы вдоль склона на высотах от 100 до 600 м над уровнем моря, приводит к повышению концентрации примеси. При наличии снежного покрова на уровень загрязнения оказывают существенное влияние свойства снега: адсорбция, ее обратимость и высокая газопроницаемость. Эти свойства определяют наличие постоянного загрязнения вулканическими газами атмосферного воздуха. Типичная схема развития процесса: при западном ветре или штиле газы достигают воздушного бассейна города. Часть газов адсорбируется снежным покровом. После изменения

направления ветра загрязнение определяется испарением с поверхности снега (обычным или метелевым, повторяемость и интенсивность второго в местных условиях значительно выше). В период с декабря по апрель по данным ГМС «Северо-Курильск» ежемесячно наблюдается от 15 до 22 дней с метелью или поземкой. Запах сероводорода неоднократно отмечался при сильных метелях, когда средняя скорость ветра составляла 13-14 м/с, а порывы достигали 30-32 м/с, что объясняется процессом дефляции снежного покрова. Подтверждением наличия в снежной толще адсорбированных газов служат взятые пробы снега. Существенные отклонения от фона (повышено содержание хлорид – иона и сульфат – иона, общая минерализация) отмечены в пробах, если отбору предшествовал период с ветром западного направления, умеренный запах сероводорода в воздухе, выпадение слабых ливневых осадков. В зимний период при усилении фумарольной деятельности в. Эбеко загрязнение воздуха увеличивается за счет ливневых осадков из кучево-дождевой облачности при западных, северо-западных ветрах. Облака вертикального развития характеризуются максимальным массообменом с окружающим воздухом. Во время смещения кучево-дождевой облачности над вулканом и дальнейшего ее роста за счет вынужденной конвекции при преодолении горного препятствия происходит вовлечение (проникновение внутрь облака воздуха из окружающей атмосферы) в том числе и вулканических газов. Газы проникают в основном через боковые границы облака, что определяется высотой парогазовых выбросов. Увеличение массы облака в слое от его основания до высоты 1500 м составляет от 75% до 220%. Нижняя граница кучево-дождевой облачности по данным ГМС «Северо-Курильск» лежит в пределах 400 - 1000 м, верхняя превышает 2 - 3 км. Газы захватываются уже сформировавшимися снежными агрегатами и достигают вместе с ними земной поверхности. Во время выпадения осадков происходит испарение части снежинок – захваченные газы освобождаются. Поэтому при выпадении ливневого снега отмечается появление или усиление запаха вулканических газов. В г. Северо-Курильск в зимний период наблюдается от 18 до 23 дней с ливневыми осадками в месяц. С 28 января по 1 мая 2005 г. проводились инструментальные измерения содержания в атмосферном воздухе H_2S [Котенко, 2008]. Загрязнение H_2S имело следующий характер: постоянное фоновое превышение ПДК в 14-20 раз, на которое накладывались пики превышения ПДК в 100 раз и более при сопутствующих направлениях ветра (западный, северо-западный) и штилях. В случае нахождения в воздухе одновременно нескольких газов, обладающих близким характером влияния на организм человека (SO_2 и HCl), их негативное действие суммируется. Максимальная продолжительность периода сильного загрязнения атмосферного воздуха за 2005-2006 гг. – 7 суток с небольшими перерывами (5 - 11 декабря 2006 г.). Анализ статистики заболеваемости за период с 1991 г. по 2007 г. (данные больницы г. Северо-Курильск) выявил увеличение количества бронхолегочных заболеваний в 2005-2007 гг. В период активизации вулкана появились случаи астмы среди детей и подростков. Дважды в 2006 г. санитарно-эпидемиологической службой была зафиксирована вспышка заболевания детей дошкольного возраста с признаками отравления вулканическими газами.

Питьевая вода поступает из открытого водозабора, не защищенного от воздействия окружающей среды. Общий химический анализ проб питьевой воды только за период активизации фумарольной деятельности показал: вода не соответствует ГОСТу по кислотности (4.69-4.85), наблюдается рост содержания Al (к 13.04.2005 г. ПДК был превышен в 3.4 раза). Эти изменения были обусловлены газовыми выбросами и связанным с ними загрязнением снежного покрова. Во время извержения ситуация может ухудшиться в связи с попаданием в водозабор частиц пепла и увеличением количества токсичных составляющих вулканических газов. По высоте струй и данным аэрологического зондирования на высоте оси шлейфов рассчитан значительно выросший вынос токсичных составляющих для Активной воронки (табл. 1). За период с начала последнего извержения умеренный или сильный запах вулканических газов ощущался 29 января, 1, 3, 18-19, 22-23 февраля 2009 г. Причем, 3.02 и 18.02 - при штормовой погоде с порывами ветра 30 м/с и более.

Заключение. 29 января 2009 г. началось эксплозивное извержение в. Эбеко, характеризующееся постоянной эмиссией пара и газов с небольшой примесью пепла на высоту 300 – 1000 м и периодическими (3-5 раз в сутки) пепловыми выбросами на высоту 0,5 – 3,2 км. Извержению предшествовали изменения химического состава газов и прогностических

соотношений газовых компонентов, а также изменения в поверхностных проявлениях гидротермальной деятельности вулкана. Наблюдения за загрязнением воздушного бассейна и питьевых вод г. Северо-Курильск в 2005-2008 гг. показали, что опасность отравления жителей вулканическими газами и ухудшение качества питьевой воды возрастает в периоды усиления фумарольной деятельности вулкана. Начало эксплозивного извержения может еще более осложнить экологическую ситуацию из-за многократного увеличения продуктов вулканической деятельности и значительной длительности периода извержения вулкана (2-3 года).

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 09-05-00009а) и Президиума ДВО РАН (проекты 09-П-СО-08-006, 09-П-А-08-418, 09-П-В-08-471).

Список литературы

- Башарина Л.А., Храмова Г.Г.** Состояние вулкана Эбеко в 1966-1967 гг. // Бюл. вулканол. станций, 1971. № 47. С. 44-51.
- Горшков Г.С.** Каталог действующих вулканов Курильских островов // Бюл. вулканол. станций, 1957. № 25. С. 96-178.
- Иванов В.В.** Современная гидротермальная деятельность вулкана Эбеко на о.Парамушир // Геохимия, 1957. № 1. С. 63-76.
- Котенко Т.А., Котенко Л.В., Шапарь В.Н.** Активизация вулкана Эбеко в 2005-2006гг. (о-в Парамушир, Северные Курильские острова) // Вулканология и сейсмология, 2007. № 5. С. 3-13.
- Котенко Т.А.** Некоторые особенности экологии города Северо-Курильск в период активизации фумарольной деятельности вулкана Эбеко с января 2005 г. // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. Изд-во КГПУ. Петропавловск-Камчатский. 2008. № 1. Вып. 11. С. 82-88.
- Мелекесцев И.В., Двигало В.Н., Кирьянов В.Ю.** и др. Вулкан Эбеко (Курильские о-ва): история эруптивной активности и будущая вулканическая опасность. Ч. 2 // Вулканология и сейсмология, 1993. № 4. С. 24-41.
- Меняйлов И.А.** Зависимость состава вулканических газов от состояния вулканической активности и геохимический прогноз извержений // Бюл. вулканол. станций, 1976. № 52. С. 42-48.
- Меняйлов И.А., Никитина Л.П., Будников В.А.** Активность вулкана Эбеко в 1987-1991 гг.; характер извержений, особенности их продуктов, опасность для г. Северо-Курильск // Вулканология и сейсмология, 1992. № 5-6. С. 21-33.
- Меняйлов И.А., Никитина Л.П., Шапарь В.Н.** Особенности химического и изотопного состава фумарольных газов в межэруптивный период деятельности вулкана Эбеко // Вулканология и сейсмология, 1988. № 4. С. 21-36.
- Меняйлов И.А., Овсянников А.А., Широков В.А.** Извержение вулкана Эбеко в октябре-декабре 1987 г. // Вулканология и сейсмология, 1988. № 3. С. 105-108.
- Сидоров С.С.** Активизация вулкана Эбеко в 1963-64 гг. // Бюл. вулканол. станций. 1965. № 40. С. 44-51.
- Фазлуллин С.М., Тимофеева И.Ф., Котенко Л.В.** и др. Опыт слежения за состоянием вулкана Эбеко (Курильские острова) // Материалы Российско-японского полевого семинара «Минерало-рудообразование в вулcano-гидротермальных системах островных дуг: от модели к эксплуатации». Петропавловск-Камчатский. 1998. С. 252-255.