

С. И. НАБОКО

О ВОДЕ В ГАЗООБРАЗНЫХ ПРОДУКТАХ БИЛЮКАЯ

В газах и продуктах сублимации вулканов обычно встречается вполне определенная группа веществ, но количественные отношения между элементами меняются у одного и того же вулкана, в зависимости от периодов его извержения, вплоть даже до полного исчезновения одних элементов и появления других, ранее не отмеченных.

Все сказанное как нельзя лучше подтверждается составом газов и продуктов сублимации Ключевского вулкана и его побочных кратеров. В состав их газообразных продуктов в период извержения 1937—1938 г. входили: HCl , SO_2 , CO_2 , CO , H_2O , H_2S , NH_3 , CH_4 ; F , H_2 , O_2 , N_2 , Ar , Kr , Xe , Ne , He .

В сублиматах на лавовом потоке побочного кратера Билюкая в период того же извержения химическим и спектральным анализами был определен 41 элемент. Для наглядности они размещены в таблице, причем элементы, обозначенные курсивом, установлены в газе, а напечатанные жирным шрифтом — в сублиматах (табл. 1).

Таблица 1

Элементы газов и сублиматов Ключевского вулкана

0	I	II	III	IV	V	VI	VII	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
	H									Be	B	<i>C</i>	<i>N</i>	<i>O</i>	<i>F</i>	
<i>Ne</i>	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	<i>Ar</i>	K	Ca		Ti	V	Cr	Mn	Fe, Co, Ni
	Ca		Ga				Br	<i>Kr</i>		Sr		Zr		Mo		
	Ag			Sn			J	<i>Xe</i>		Ba						
		Hg		Pb	Bi											

Несмотря на такое разнообразие состава, определяющими анионами для Билюкая при извержении 1938 г. являлись Cl и F , а катионами NH_3 , Na , Fe , Al , Mg , Ca . Сочетание этих элементов друг с другом плюс вода определяло всю минералогию сублиматов Билюкая.

Основной составной частью газов, выделяющихся из кратера Билюкая во время извержения и из застывающего лавового потока, являются пары воды. Одно время в литературе было распространено воззрение, что вода в магме диссоциирована на свободные H и O . Но, как отметил

В. И. Вернадский, все указания на ювенильный свободный кислород вулканических выделений сомнительны. До настоящего времени в литературе нет твердо установившегося взгляда на происхождение воды в магме. Некоторые исследователи считают магму безводной, другие считают всю воду газовых струй вулканов ювенильной, и, наконец, третьи полагают, что глубинный источник воды для объяснения всего выделяющегося из нуклеуса ее количества недостаточен и что часть воды, повидимому, атмосферного происхождения.

Не разбирая в данный момент вопросов о том, как вообще вода попадает в магму, на основании данных наблюдений над извержением Билиюкая можно считать твердо установленным лишь то, что вода действительно в магме содержится и что во время пароксизмов она является в газообразных продуктах одним из преобладающих компонентов.

Доказательством этого может служить, во-первых, то, что во время сильного извержения газ, выделяющийся из Основного жерла, вначале совершенно прозрачен и невидим и только выше собирается в белые клубы; во-вторых, в газовом столбе в ясные дни хорошо видны радуги; наконец, из дымового столба, поднимавшегося из жерла Соседа, выпадали влажный песок и капли воды.

Кроме этих косвенных доказательств, в подтверждение сказанного можно привести еще ряд фактов и, в частности, то, что во всех фумаролах, независимо от температуры, в том числе и в фумаролах с температурой выше 500° , определена вода в количествах до 100 мг на литр газа. Больше того, в пробе газа из текущей лавы, имевшей температуру около 800° , химиком И. З. Ивановым было установлено наличие 1000 мг воды на литр газа. К этому надо добавить, что в вулканическом песке, представляющем в данном извержении распыленную магму, находилось до 1% воды.

Интересным является вопрос о влиянии атмосферных осадков на количество воды в газовых струях, выделяющихся из лавы.

Аллен и Зайс для фумарол Долины десяти тысяч дымов (США), содержащих свыше 99% паров воды, подметили некоторую связь между количеством выпадающих атмосферных осадков и количеством воды, выбрасываемой фумаролами.

Такой связи в фумаролах лавового потока Билиюкая, однако, ни разу не наблюдалось. Правда, все лавовое поле после дождей обычно бывало похоже на молочную реку в связи с происходившим энергичным испарением дождевой воды, но в газе, выделяющемся из трещин, т. е. из более глубоких частей лавового потока, количество воды оставалось всегда приблизительно постоянным.

Остановимся на наблюдениях, проводившихся в июле — августе 1938 г. В продолжение месяца при различных атмосферных условиях в одной и той же фумароле определялись количества воды и кислой части в выделяющемся газе. Фумарола была выбрана в лавовом потоке первой порции, излившейся в феврале 1938 г. и застывшей настолько, что уже не происходило движения. Температура фумаролы равнялась 250° , преобладающими минералами были нашатырь и молезит.

Газ улавливали воронкой диаметром в 50 см, которая была установлена на месяц. Чтобы уменьшить приток воздуха, воронка и трещины в лаве в окружности фумаролы были засыпаны песком. 10 л газа с помощью аспиратора пропускались через трубки, из которых в одной был фосфорный ангидрид для улавливания паров воды, в другой — натронная известь с едкой щелочью для улавливания кислой части из газовой смеси. По разнице веса трубок до взятия и после взятия пробы определяли количество воды и кислой части. Таким методом было взято 14 проб газа (табл. 2).

Отношение H_2O к HCl в газах фумаролы

Время взятия пробы	Температура воздуха в °C	Давление воздуха в мм ртутного столба	Характеристика погоды		Температура фумаролы в °C	H_2O в мг на 1 л газа	HCl и др. в мг на 1 л газа	Отношение $H_2O : HCl$
			первая половина дня	вторая половина дня				
14/VII	22	687	Ясно	Пасмурно	200	42.6	27.1	1.6 : 1
16/VII	22	689	Ясно		210	45.8	22.3	2 : 1
23/VII	16	688	Ясно после ночного дождя		188	22.2	10.1	2.2 : 1
24/VII	15	691	Пасмурно	Облачно	200	24.6	12.5	2 : 1
26/VII	11	688	Дождь	Пасмурно	200	13.6	19.6	1 : 1
28/VII	10	688	Дождь		187	15.3	14.7	1 : 1
31/VII	15	690	Слегка облачно		233	20.9	10.7	2 : 1
6/VIII	24	688	Моросит дождь		240	40.8	22.2	1.9 : 1
7/VIII	8.5	690	После сильного ночного дождя		212	42.9	24.8	1.7 : 1
8/VIII	12.5	692	Ясно	Облачно	232	21.7	10.6	2 : 1
9/VIII	—	—	Пасмурно		234	28.8	11.6	2.4 : 1
10/VIII	11.5	688	Моросит дождь		240	23.2	26.6	1 : 1
12/VIII	14.5	690	Пасмурно		246	33.7	18.4	1.8 : 1
14/VIII	10.5	680	Слегка облачно		250	29.9	15.0	2 : 1

Абсолютные значения количества воды в разных пробах колебались обычно от 15 до 46 мг на 1 л газа, а кислой части — от 10 до 27 мг на 1 л. При различных абсолютных значениях оказалось, что отношения количества воды к кислой части в общем сохранялись, равняясь приблизительно 2 (за исключением 3 проб из 14, где это отношение было 1:1). Количества воды и кислой части зависели от того, насколько вулканический газ загрязнен воздухом, но соотношение между ними всегда сохранялось, и это говорит о некотором постоянстве состава вулканического газа за небольшой промежуток времени.

Из данных табл. 2 видно, что количество воды в глубоководной фумароле не зависело от атмосферных осадков. И в ясные солнечные дни, когда, вероятно, влажность была минимальной, и в пасмурные дни, с повышенной влажностью, и, наконец, в дождливые дни и в дни после дождей это соотношение приблизительно всегда сохранялось, и не наблюдалось резких скачков в количествах воды, которые должны были бы иметь место, если бы атмосферные осадки проникали до более глубоких частей изливающегося лавового потока.

