

Вулканические процессы и их влияние на климат земли

Мацулевич А.А.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Явления вулканических извержений сопровождают всю историю Земли. Вполне вероятно, что они оказывали влияние на климат и биоту Земли. В настоящее время вулканы присутствуют на всех континентах, причем часть из них являются действующими и представляют собой не только захватывающее зрелище, но и грозные опасные явления.

Вулканы Средиземноморья связывались с божеством огня на Этне и вулканах островов Вулькано и Санторин. Считалось, что в подземных мастерских трудились циклопы.

Аристотель считал их следствием действия сжатого воздуха в пустотах Земли. Эмпедокл полагал, что причиной действия вулканов является материал, расплавленный в глубинах Земли. В XVIII веке возникла гипотеза о том, что внутри Земли существует тепловой слой, и в результате явлений складчатости этот разогретый материал иногда выносится на поверхность. В XX веке сначала идет накопление фактического материала, а потом возникают идеи. Наиболее продуктивными они стали с момента возникновения теории тектоники литосферных плит. Спутниковые исследования показали, что вулканизм — явление космическое: на поверхности Луны и Венеры были обнаружены следы вулканизма, а на поверхности спутника Юпитера Ио — действующие вулканы.

Также важно рассмотрение вулканизма с точки зрения глобального воздействия на географическую оболочку в процессе ее эволюции.

Цель доклада – изучить процессы вулканизма на Земле и его географические следствия.

1. Основные понятия о вулканизме

1.1 Понятие о процессе вулканизма

Вулкан — это место выхода магмы или грязи на поверхность из жерла. Помимо этого, возможно излияние магмы по трещинам и выход газов после извержения вне вулкана. Вулканом также называют форму рельефа, возникшего при накоплении вулканического материала.

Вулканизм — совокупность процессов, связанных с появлением магмы на поверхности Земли. Если магма появляется на поверхности, то это эффузивное извержение, а если она остается на глубине — это интрузивный процесс.

Если магматические расплавы вырвались на поверхность, то происходили извержения вулканов, носившие в основном спокойный характер. Такой тип магматизма называют эффузивным.

Нередко извержения вулканов носят взрывной характер, при котором магма не изливается, а взрывается, и на земную поверхность выпадает остывшие продукты расплава, включая застывшие капельки вулканического стекла. Подобные извержения называют эксплозивными.

Магма — это расплав силикатов, находящихся в глубинных зонах сферы или мантии. Она образуется при определенных значениях давления и температуры и с химической точки зрения представляет собой расплав, который содержит в своем составе кремнезем (Si), кислород (O₂) и летучие вещества, присутствующие в виде газа (пузырьков) либо в растворе и расплаве.

Вязкость магм зависит от состава, давления, температуры, газо- и влагонасыщения. По составу выделяют 4 группы магм — кислые, основные, щелочные и щелочноземельные.

По глубине образования выделяют 3 типа магм: пиромagma (богатый газом глубинный расплав с $T \sim 1200^\circ\text{C}$, очень подвижный, скорость на склонах до 60 км/ч), гипомagma (при больших P , недостаточно насыщена и малоподвижна, $T = 800\text{—}1000^\circ\text{C}$, как правило, кислая), эпимagma (дегазирована и не излившаяся).

Генерирование магм — следствие фракционного плавления мантийных пород под влиянием привноса тепла, разуплотнения и повышения содержания воды в отдельных зонах верхней мантии

(вода может понижать плавления). Это происходит: 1) в рифтах, 2) в зонах субдукции, 3) над горячими точками, 4) в зонах трансформных разломов.

Типы магм определяют характер извержения. Следует различать первичные и вторичные магмы. Первичные возникают на разных глубинах земной коры и верхней мантии и, как правило, имеют однородный состав. Однако, продвигаясь в верхние этажи земной коры, где термодинамические условия иные, первичные магмы изменяют свой состав, превращаясь во вторичные и образуя разные магматические серии. Подобный процесс называется магматической дифференциацией.

Если жидкий магматический расплав достигает земной поверхности, происходит его извержение. Характер извержения определяется: составом расплава; температурой; давлением; концентрацией летучих компонентов; водонасыщением. Одной из самых важных причин извержений магмы является еегдегазация. Именно газы, заключенные в расплаве, служат тем «двигателем», который вызывает извержение.

1.2 Строение вулканов

Магматические камеры под вулканами в плане обычно имеют форму грубой окружности, но не всегда можно определить, приближается ли их трехмерная форма к сферической или является вытянутой и уплощенной. Некоторые активные вулканы интенсивно изучались с помощью сейсмометров для определения источников вибрации, вызванной движением магмы или пузырьков газа, а также для замеров замедления искусственно генерируемых сейсмических волн, проходящих через магматическую камеру. В некоторых случаях было установлено существование нескольких магматических камер, залегающих на разных глубинах.

У вулканов классической формы (конусообразная гора) ближайшая к поверхности магматическая камера обычно связана с вертикальным цилиндрическим проходом (диаметром от нескольких метров до десятков метров), который называется подводящим каналом. Магма, извергаемая из вулканов такой формы, обычно имеет базальтовый или андезитовый состав. Место, где подводящий канал достигает поверхности, называется жерлом и обычно расположено на дне впадины на вершине вулкана,

называемой кратером. Вулканические кратеры являются результатом сочетания нескольких процессов. Мощное извержение может расширить жерло и превратить его в кратер благодаря раздроблению и выбросу окружающих пород, а дно кратера может просесть из-за пустот, оставленных извержением и утечкой магмы. Кроме того, высота краев кратера может увеличиваться в результате накопления материала, выброшенного при взрывных извержениях. Жерла вулканов не всегда находятся под открытым небом, часто они бывают заблокированы обломками или застывшей лавой, либо скрыты под водами озера или накопившейся дождевой воды.

Крупная неглубокая магматическая камера, содержащая магму реолитового состава, часто бывает соединена с поверхностью кольцевым разломом, а не цилиндрическим подводящим каналом. Такой разлом позволяет вышележащим породам двигаться вверх или вниз, в зависимости от изменения объема магмы внутри камеры. Впадину, образованную в результате уменьшения объема магмы внизу (к примеру, после извержения), вулканологи называют кальдерой. Такой же термин используется для обозначения любого вулканического кратера диаметром более 1 км, поскольку кратеры такого размера образуются больше за счет проседания земной поверхности, чем в результате взрывного выброса пород.

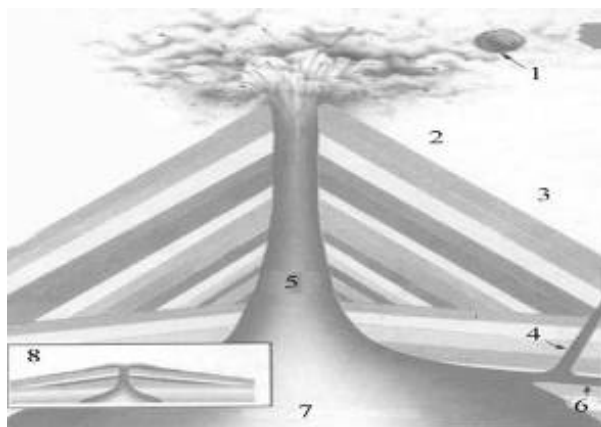


Рис. 1.1. Строение вулкана 1 - вулканическая бомба; 2 - канонический вулкан; 3 - слой пепла золы и лавы; 4 - дайка; 5 - жерло вулкана; 6 - сель; 7 - магматический очаг; 8 - щитовой вулкан.

1.3 Типы вулканических извержений

Жидкие, твердые и газообразные вулканические продукты, а также формы вулканических построек образуются в результате извержений различного типа, обусловленных химическим составом магмы, ее газонасыщением, температурой и вязкостью. Существуют разные классификации вулканических извержений, среди них выделяют общие для всех типы.

Гавайский тип извержений характеризуется выбросами очень жидкой, высокоподвижной базальтовой лавы, формирующей огромные плоские щитовые вулканы (рис. 1.2.). Пирокластический материал практически отсутствует, часто образуются лавовые озера, которые, фонтанируя на высоту в сотни метров, выбрасывают жидкие куски лавы типа лепешек, создающие валы и конусы разбрызгивания. Лавовые потоки небольшой мощности растекаются на десятки километров.

Иногда изменения происходят вдоль разломов по серии небольших конусов (рис. 1.3).



Рис. 1.2. Извержение жидкой базальтовой лавы. Вулкан Килауэа

Стромболианский тип (от вулкана Стромболи на Липарских островах к северу от Сицилии) извержений связан с более вязкой основной лавой, которая выбрасывается разными по

силе взрывами из жерла, образуя, сравнительно короткие и более мощные потоки (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Извержение стромболианского типа

При взрывах формируются шлаковые конусы и шлейфы крученых вулканических бомб. Вулкан Стромболи регулярно выбрасывает в воздух «заряд» бомб и кусков раскаленного шлака.

Плинианский тип (вулканический, везувианский) получил свое название по имени римского ученого Плиния Старшего, погибшего при извержении Везувия в 79 г. н.э. (были уничтожены 3 больших города — Геркуланум, Стабия и Помпеи). Характерной особенностью извержений этого типа являются мощные, нередко внезапные взрывы, сопровождающиеся выбросом огромного количества тефры, образующей пепловые и пемзовые потоки. Именно подвысокотемпературной тефрой были погребены Помпеи и Стабия, а Геркуланум завален грязекаменными потоками — лахарами. В результате мощных взрывов близповерхностная магматическая камера опустела, вершинная часть Везувия обрушилась и образовалась кальдера, в которой через 100 лет вырос новый вулканический конус — современный Везувий. Плинианские извержения весьма опасны и происходят внезапно, часто без всякой предварительной подготовки. К этому же типу относится грандиозный взрыв в 1883 г. вулкана Кракатау в Зондском проливе между островами Суматра и Ява, звук от которого

был слышен на расстоянии до 5000 км, вулканический пепел достиг почти 100-километровой высоты. Извержение сопровождалось возникновением огромных (25—40 м) волн в океане цунами, в которых в прибрежных районах погибло около 40 тыс. человек. На месте группы островов Кракатау образовалась гигантская кальдера.

Извержение вулкана Ключевской Сопки на рис. 1.4. наглядно демонстрирует плинианский тип.



Рис. 1.4. Извержение вулкана Ключевской Сопки в 1991 г. соответствует плинианскому типу [фото Смелова Н.П., 1994.]

Пелейский тип извержений характеризуется образованием грандиозных раскаленных лавин или палящих туч, а также ростом экструзивных куполов чрезвычайно вязкой лавы. Свое название этот тип получил от вулкана Мон-Пеле на острове Мартиника в группе Малых Антильских островов, где 8 мая 1902 г. взрывом была уничтожена вершина дремавшего до этого вулкана, и вырвавшаяся из жерла тяжелая раскаленная туча гигантских размеров в мгновение ока уничтожила город Сен-Пьер с 40 тыс. жителей. Палящая туча состояла из взвеси в горячем воздухе раскаленных обломков пепла, пемзы, кристаллов, вулканических пород. Обладая высокой плотностью, эта масса, как лавина, с огромной скоростью устремилась вниз по склону вулкана (рис. 1.5.). После извержения из жерла начала выдвигаться экструзивная

«игла» вязкой магмы, которая, достигнув высоты в 300 м, скоро разрушилась.

Извержение такого же типа произошло 30 марта 1956 г. на Камчатке, где грандиозным взрывом была уничтожена вершина вулкана Безымянного. Пепловая туча поднялась на высоту 40 км, а по склонам вулкана сошли раскаленные лавины, оставив после себя плащи пепла и пемзовые лапилли, которые, растопив обильные снега, дали начало мощным грязевым потокам. Высокая подвижность палящих туч достигается за счет выделения газов из раскаленных частиц, которые поддерживаются давлением газа, подобно кораблю на воздушной подушке.



Рис. 1.5. Извержение пелейского типа. Извержение Этны

Газовый тип извержений, при котором выбрасываются в воздух лишь обломки уже твердых, более древних пород, либо обусловлен магматическими газами, либо связан с перегретыми грунтовыми водами. В последнем случае извержения называются фреатическими (рис. 1.6).



Рис. 1.6. Вулкан Кудрявый (фреатическое извержение)

Извержения пепловых потоков были широко распространены в недавнем геологическом прошлом, но в классическом виде не наблюдались человеком. В какой-то мере такие извержения должны напоминать палящие тучи или раскаленные лавины. В любом случае на поверхность поступает магматический расплав, который, вскипая, подобно молоку, разрывается, и раскаленные лапилли пемзы, обломки стекла, окруженные раскаленной газовой оболочкой, с огромной скоростью движутся по минимальным уклонам. По существу, это своеобразный высокотемпературный «аэрозоль». Возможным примером подобных извержений могло быть извержение в 1912 г. в районе вулкана Катмай на Аляске, когда из многочисленных трещинных жерл излился пепловый поток, распространившийся примерно на 25 км вниз по долине (рис. 1.7). Он имел мощность около 30 м. В центральной части потока частицы оказались слабо сваренными, а из потока долгое время поднимался пар, за что долина и получила название «Десять тысяч дымов». Важно подчеркнуть, что объем пепловых потоков, может достигать десятков и сотен кубических километров, что говорит о быстром опорожнении очагов с кислым расплавом. [2]



Рис. 1.7. Окрестности вулкана, покрытые пеплом и вулканическими бомбами

Нередко извержения разного типа происходят в мелководных условиях — в океанах и морях. Тогда их отличает образование огромного количества пара, возникающего от соприкосновения горячей магмы с водой. Такие извержения называются гидрорэксплозивными.

Грязевой вулканизм — это периодическое или непрерывное извержение газа, воды, иногда с пленками нефти, обломками пород и сопочной грязи. Грязь растекается по склону сопки, наращивая сопочный конус (рис. 1.8). Извержения происходят через некоторые промежутки времени, сопровождаются бурными выделениями газов (взрывов) и иногда выбросами на значительную высоту. После извержения в кратере остаются мелкие сорочки. Проявления грязевого известны в Предкавказье Крыму (около Феодосии), на Апшеронском полуострове Каспия, на Сахалине, Камчатке и др.. [3]

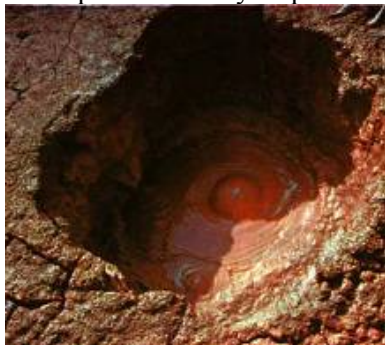


Рис. 1.8. Вид грязевого вулкана

2. Основные вулканические пояса Земли

В настоящее время на земном шаре насчитывается несколько тысяч потухших и действующих вулканов, причем среди потухших вулканов многие прекратили свою деятельность десятки и сотни тысяч лет, а в ряде случаев и миллионы лет назад (в неогеновый и четвертичный периоды), некоторые относительно недавно. По данным В.И. Влодавца общее количество действующих вулканов (с 1500 г. до н. э.) составляет 817, в число которых входят вулканы сольфатарной стадии (201).



Рис. 2.1. Карта распределения вулканизма

Как показывает рис. 2.1., в географическом распределении вулканов намечается определенная закономерность, связанная с новейшей историей развития земной коры. На материках вулканы располагаются главным образом в их краевых частях, на побережьях океанов и морей, в пределах молодых тектонически-подвижных горных сооружений. Особенно широко развиты вулканы в переходных зонах от материков к океанам – в пределах островных дуг, граничащих с глубоководными желобами. В океанах многие вулканы приурочены к срединно-океаническим подводным хребтам. Таким образом, основной закономерностью распространения вулканов является их приуроченность только к

подвижным зонам земной коры. Расположение вулканов в пределах этих зон тесным образом связано с глубокими разломами, достигающими подкоровой области. Так, в островных дугах (Японской, Курило-Камчатской, Алеутской и др.) вулканы распространены цепями по линиям разломов, преимущественно продольных разломов поперечными и косыми. Некоторая часть вулканов встречается и в более древних массивах, омоложенных в новейший этап складчатости образованием молодых глубоких разломов. [1]

2.1 Тихоокеанская зона

Тихоокеанская зона характеризуется наибольшим развитием современного вулканизма. В ее пределах выделены две подзоны: подзона краевых частей материков и островных дуг, представленных кольцом вулканов, окружающим Тихий океан, и подзона собственно Тихоокеанская с вулканами на дне Тихого океана. При этом в первой подзоне извергается преимущественно андезитовая лава, а во второй – базальтовая.

Первая подзона проходит через Камчатку, где сосредоточено около 129 вулканов, из которых 28 проявляют современную деятельность. Среди них наиболее крупные – Ключевская Сопка, Карымский, Шивелуч, Безымянный, Толбачик, Авачинская Сопка и др. От Камчатки эта полоса вулканов тянется на Курильские острова, где известно 40 действующих вулканов, в их числе могучий Алаид. Южнее Курильских располагаются Японские острова, где около 184 вулканов, из которых свыше 55 действовало в историческое время. В их числе Бандай и величественный Фудзияма. Далее вулканическая подзона идет через острова Тайвань, Новую Британию, Соломоновы, Новые Гебриды, Новую Зеландию и затем переходит на Антарктиду, где на о. Росса возвышаются четыре молодых вулкана. Из них наиболее известны Эребус, действовавший в 1841 и 1968 гг., и Террор с боковыми кратерами.

Описываемая полоса вулканов переходит далее на Южно-Антильский подводный хребет (погруженное продолжение Анд), вытянутый к востоку и сопровождаемый цепью островов: Южные Шетландские, Южные Оркнейские, Южные Сандвичевы, Южная Георгия. Далее она продолжается вдоль побережья Южной

Америки. Вдоль западного берега поднимаются высокие молодые горы – Анды, к которым приурочены многочисленные вулканы, расположенные линейно, вдоль глубинных разломов. Всего в пределах Анд имеется несколько сотен вулканов, из которых многие действуют в настоящее время или действовали в недалеком прошлом и некоторые достигают огромных высот (Аконкагуа – 6962 м, Тупунгата—6700 м).

Наиболее напряженная вулканическая деятельность наблюдается в пределах молодых сооружений Центральной Америки (Мексика, Гватемала, Сальвадор, Гондурас, Коста-Рика, Панама). Здесь известны величайшие молодые вулканы: Попокатепетль, Орисаба, а также Исалько, называемый маяком Тихого океана из-за непрерывных извержений. К этой активной вулканической зоне примыкает Малоантильская вулканическая дуга Атлантического океана, где, в частности, находится знаменитый вулкан Мон-Пеле (на о. Мартиника).

В пределах Кордильер Северной Америки действующих в настоящее время вулканов не так много (около 12). Однако наличие мощных лавовых потоков и покровов, а также разрушенных конусов свидетельствует о предшествующей активной вулканической деятельности. Тихоокеанское кольцо замыкается вулканами Аляски со знаменитым вулканом Катмай и многочисленными вулканами Алеутских островов.

Вторая подзона – собственно Тихоокеанская область. За последние годы на дне Тихого океана обнаружены подводные хребты и большое число глубоких разломов, с которыми связаны многочисленные вулканы, то выступающие в виде островов, то находящиеся ниже уровня океана. Преобладающая часть островов Тихого океана обязана своим возникновением вулканам. Среди них наиболее изучены вулканы Гавайских островов. По данным Г. Менарда, на дне Тихого океана находится около 10 тысяч подводных вулканов, возвышающихся над ним на 1 км и более. [6]

2.2 Средиземноморско-Индонезийская зона

Эта зона активного современного вулканизма также разделяется на две подзоны: Средиземноморскую, Индонезийскую.

Средиземное море и сопряженные и ним области континентов отличаются большой тектонической подвижностью.

Наибольшая вулканическая активность наблюдается на западном побережье Италии в Тирренском море. Близ Неаполя возвышается Везувий с его соммой, а несколько западнее – Флегрейские поля, знаменитые длительной сольфатарной деятельностью. И, наконец, на самом Юге Италии – в Сицилии – возвышается величественная Этна с ее многочисленными паразитическими конусами. В Тирренском море севернее Сицилии расположены вулканы Липарских островов и среди них – Вулькано и Стромболи, описанные выше, а к западу от Неаполя – вулканы о. Искья. Вторым районом проявления молодого вулканизма в Средиземноморской зоне является Эгейское море, а именно группа островов Санторин с вулканами Милос и действующим Санторин, последнее извержение которого было в 1945 г.

Гораздо большей вулканической активностью характеризуется Индонезийская подзона. Это типичные островные дуги, подобные Японской, Курильской, Алеутской, ограниченные разломами и глубоководными впадинами. Здесь сосредоточено очень большое количество действующих, затухающих и потухших вулканов. Лишь на о. Ява и четырех островах, расположенных восточнее, насчитывается 90 вулканов, и десятки вулканов потухших или находящихся в стадии затухания. Именно к этой зоне приурочен описанный вулкан Кракатау, извержения которого отличаются необычайно грандиозными взрывами. На востоке Индонезийская подзона смыкается с Тихоокеанской.

Между активными Средиземноморской и Индонезийской вулканическими подзонами располагается ряд потухших вулканов во внутриматериковых горных сооружениях. К ним относятся потухшие вулканы Малой Азии, наибольшие из них – Эрджиас и др.; южнее, в пределах Турции, возвышается Большой и Малый Арарат, на Кавказе – двуглавый Эльбрус, Казбек, вокруг которых имеются горячие источники. Далее, в хребте Эльбрус, расположен вулкан Демавенд и др.. [4]

2.3 Атлантическая зона

В пределах Атлантического океана современная вулканическая деятельность, за исключением указанных выше Антильских островных дуг и района Гвинейского залива, не затрагивает континентов. Вулканы приурочены главным образом к

Срединно-Атлантическому хребту и его боковым ответвлениям. Часть крупных островов в их пределах – вулканические. Ряд вулканов Атлантического океана начинается на севере с о. Ян-Майен. Южнее располагается о. Исландия, на котором насчитывается большое число действующих вулканов и где сравнительно недавно происходили трещинные излияния основной лавы. В 1973 г. в течение шести месяцев происходило крупное извержение Хельгафель, в результате которого мощный слой вулканического пепла покрыл улицы и дома г. Вестманнаэйяр. Южнее расположены вулканы Азорских островов, островов Вознесения, Асунсьен, Тристан-да-Кунья, Гоф и о. Буве.

Особняком стоят вулканические острова Канарские, Зеленого Мыса, Св. Елены, расположенные в восточной части Атлантического океана, вне срединного хребта, близ берегов Африки. Отмечается большая интенсивность вулканических процессов на Канарских островах. На дне Атлантического океана также много подводных вулканических гор и возвышенностей. [5]

2.4 Индоокеанская зона и вулканы центральных частей континентов

В Индийском океане также развиты подводные хребты и глубокие разломы. Здесь много потухших вулканов, свидетельствующих об относительно недавней вулканической деятельности. Многие острова, разбросанные вокруг Антарктиды, по-видимому, также вулканического происхождения. Современные действующие вулканы распложены около Мадагаскара, на Коморских островах, о. Маврикий и Реюньон. Южнее известны вулканы на островах Кергелен, Крозе. На Мадагаскаре встречаются недавно потухшие вулканические конусы.

Вулканы центральных частей континентов представляют относительно редкое явление. Наиболее яркое проявление современный вулканизм получил в Африке. В районе, прилегающем к Гвинейскому заливу, возвышается крупный стратовулкан Камерун, последнее его извержение было в 1959 г. В Сахаре на вулканическом нагорье Тибести располагаются вулканы с огромными кальдерами (13-14 км.), в которых находится по несколько конусов и выходы вулканических газов и горячих источников. В Восточной Африке проходит известная система

глубинных разломов (рифтовая структура), протягивающаяся на 3,5 тыс. км от устья Замбези на юге до Сомали на севере, с которой и связана вулканическая деятельность. Среди многочисленных потухших вулканов есть действующие вулканы в горах Вирунга (район оз. Киву). Особенно известны вулканы в Танзании и Кении. Здесь находятся действующие крупные вулканы Африки: Меру с кальдерой и соммой; Килиманджаро, конус которого достигает высоты 5895 м. (высшая точка Африки); Кения к востоку от озера Виктория. Ряд действующих вулканов расположен параллельно Красному морю и непосредственно в самом море. Что же касается самого моря то в его разломах выходит на поверхность базальтовая лава, что является признаком уже океанической коры, которая здесь уже сформировалась.

В пределах Западной Европы действующих вулканов нет. Потухшие вулканы имеются во многих странах Западной Европы – во Франции, в Прирейнском районе Германии и других странах. В ряде случаев с ними связаны выходы минеральных источников. [7]

3. Поствулканические явления и роль вулканизма в преобразовании рельефа и климата Земли

3.1 Поствулканические явления

После извержений, когда активность вулкана прекращается навсегда либо он только «дремлет» в течение тысяч лет, на самом вулкане и в его окрестностях происходят процессы, связанные с остыванием магматического очага. Эти процессы называются поствулканическими.

Выходы вулканических газов на поверхность называются фумаролами (от лат. «фумо» — дым).

Очень часто фумаролы приурочены к радиальным и кольцевым трещинам на вулканах (рис. 3.1). Фумарольные газы связаны как с первичными эманациями из магматического расплава, так и с нагреванием грунтовых вод и превращением их в пар. Фумаролы подразделяют на сухие высокотемпературные, кислые, щелочно-нашатырные, сернистые, или сероводородные (сульфатары, от итал. «сульфур» — сера) и углекислые (мофетты, от итал. «мофетта» — место зловонных испарений). Знаменитые фумаролы вулкана Сольфатара около Неаполя действуют уже

тысячи лет без изменения. Мофетты — это фумаролы с температурой 100°C и ниже, выделяющие преимущественно углекислоту с примесью азота, водорода, метана и располагающиеся вблизи действующих вулканов или в области потухших вулканов (рис. 3.1.). Впадины, где находятся мофетты, называют долинами смерти, так как животные, попадая туда, задыхаются из-за скопления тяжелого CO₂.



Рис. 3.1 Фумаролы Камчатки

Горячие источники, или термы, широко распространены в областях современного и новейшего вулканизма. Однако не все термы связаны с вулканами, так как с глубиной температура увеличивается, и в районах с повышенным геотермическим градиентом циркулирующая атмосферная вода нагревается до высоких температур. Горячие источники вулканических областей (например, в Йеллоустонском парке США, в Италии, Новой Зеландии, на Камчатке, на Кавказе) обладают изменчивым составом воды и разной температурой. Горячие воды изменяют окружающие породы, откладывая в них окислы и сульфиды железа и изменяя их до глины, превращающейся в кипящую грязь, как, например, в районе Паужетки на Камчатке, где известны многочисленные булькающие котлы с красноватой грязью температурой около 100°C.

Гейзеры — это горячие источники, вода которых периодически фонтанирует и выбрасывается вверх на десятки метров. Свое название такие источники получили от Великого Гейзера в Исландии, струя которого 200 лет назад била вверх на 60 м каждые полчаса. Ряд гейзеров, несомненно, связан с вулканическими районами, например, в Исландии, на Камчатке, в Индонезии, Кордильерах Северной Америки, в Японии и других местах. Высота фонтана гейзеров, как и температура воды на выходе, сильно различается, но последняя обычно колеблется от 75° до 100°С. Характерной чертой гейзеров является их короткая жизнь, часто они «умирают» за счет обвалов стенок канала, понижения уровня грунтовых вод и т.д. Наиболее грандиозным гейзером был Уаймангу (что значит «Крылатая вода») в Новой Зеландии, существовавший всего 5 лет и выбрасывавший мощный фонтан почти на полкилометра вверх. Интервалы между извержениями у гейзеров варьируют от нескольких минут до часов и дней. Большое количество растворенных веществ в горячей воде гейзеров откладывается вокруг их устья, образуя скопления гейзеритов.

Наиболее удивительный механизм функционирования гейзера, предложенный еще в прошлом веке, заключается в том, что в трубообразном канале, заполненном водой, нижняя часть ее столба нагревается выше точки кипения. Однако за счет веса столба воды предотвращается вскипание. Наконец, кипение все же начинается в каком-то месте, и ряд расширяющихся пузырей выталкивает часть воды из столба, что сразу же вызывает падение давления внизу столба воды, мгновенно начинается бурное кипение. Процесс идет лавинообразно, пока вся вода не превратится в пар, и он не вытолкнет вверх всю горячую воду. Затем канал вновь наполнится водой, она нагреется, и процесс начнется сначала.

Кислотные озера — это озера, образовавшиеся в кальдере вулкана из-за сильного насыщения воды кислотными составляющими. Такие озера встречаются на Камчатке, в Африке. Насыщенность кислотами бывает настолько велика, что быстро приводит в непригодное состояние большинство химических сосудов для взятия проб, не говоря уже об опасности для живого организма (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Кислотное озеро – кальдера. Вулкан Малый Семьячик на Камчатке

3.2 Роль вулканизма в преобразовании рельефа и климата Земли

Воздействие вулканических процессов на рельеф необыкновенно обширно. Особой формой макрорельефа являются собственно вулканические постройки крупного размера (горы-вулканы) — Ключевская сопка, Кроноцкая сопка, Авача, Толбачик, Безымянный, Шивелуч и т. д. и шлаковые конусы. Особые формы рельефа представляют собой застывшие вулканические потоки (кегурники) и скопления рыхлого материала, в большом количестве встречающиеся в отрицательных формах рельефа. Извержения, как правило, приводят к резкому таянию ледников и снегов, вызывающему сход лавин и селей, которые проявляют опосредованное воздействия вулканического фактора на рельеф.

Вулканические извержения могут влиять на климат в регионах, расположенных далеко за пределами зоны выпадения кислотных дождей, возникающих при пассивной дегазации. Газ или пепел от эруптивной колонны, проникающий в стратосферу, может разноситься по всему полушарию высотными воздушными течениями. Если извержение происходит ближе к экватору, затронутыми оказываются оба полушария. Основание стратосферы

находится примерно в 9 км над уровнем моря у полюсов и в 16 км у экватора, поэтому туда может попасть лишь материал вулканического извержения мощностью не менее 3 или 4 по шкале VEI.

Одним из важнейших типов аэрозоля, оказывающих влияние на климатическую систему, является вулканический аэрозоль, который образуется за счет выбросов продуктов извержения вулканов в стратосферу. Фоновое количество серосодержащих аэрозолей определяется притоком серосодержащих газообразных соединений их тропосферы. К наиболее крупным вулканическим извержениям последних 300 лет можно отнести извержения вулканов Тамбора (Индонезия) в 1815 г. (с объемом выбросов около 150 км^3), Косегуина (Никарагуа) в 1935 г. (с объёмом выбросов около 50 км^3), Катмай на Аляске (20 км^3) в 1912 г., Кракатау в Индонезии (18 км^3) в 1883 г., 15-16 июня 1991 г. На о. Лусон (Филиппины) произошло наиболее сильное в 20-м веке извержение 21 млн. т. За три недели вулканическое облако обошло Землю три раза, двигаясь в восточном направлении со скоростью 20м/с, во время чего и произошло формирование стратосферного аэрозоля. В первый месяц большая часть аэрозольной массы концентрировалась в поясе между 20° и 30° с.ш., однако через несколько месяцев вулканический аэрозоль был распределён уже над всем земным шаром.

Частицы пепла и аэрозольные капли поглощают солнечный свет, что приводит к понижению температуры на Земле и в нижних слоях атмосферы. Таким образом, крупное вулканическое извержение нагревает верхние слои атмосферы, где происходит абсорбция, но охлаждает поверхность и нижнюю часть атмосферы. Микроскопические частицы пепла, выброшенные в стратосферу, осаждаются примерно за три месяца, но аэрозольные капли серной кислоты могут плавать в воздухе в течение нескольких лет. Таким образом, крупные извержения, связанные с мощными выбросами двуокиси серы, оказывают наиболее значительное и устойчивое влияние на климат. Пепловые и газовые облака от нескольких извержений, проникавшие в стратосферу за последние 250 лет, могли оказывать такое воздействие, главным образом поглощая солнечный свет, но, также нарушая химическое равновесие, что привело к временному уменьшению количества озона, защищающего поверхность земли от вредного ультрафиолетового

излучения. Очень крупное извержение может оказать пагубный эффект на глобальную экономику, изменив климат и разрушив экосистемы, которые уже стали неустойчивыми из-за человеческой деятельности.

Последствия извержений меньшего масштаба имеют локальный характер. Вулканические газы, такие, как двуокись серы и углекислый газ, даже если они не образуют аэрозольные капли, могут усиливать парниковый эффект, при котором происходит разогрев нижних слоев атмосферы, поскольку эти газы поглощают инфракрасное излучение, испускаемое нагретой солнцем Землей. [8]

Заключение

Современные действующие вулканы представляют собой яркое проявление эндогенных процессов, доступных непосредственному наблюдению, сыгравшее огромную роль в развитии географической науки. Однако изучение вулканизма имеет не только познавательное значение. Действующие вулканы наряду с землетрясениями представляют собой грозную опасность для близко расположенных населенных пунктов. Моменты их извержений приносят часто непоправимые стихийные бедствия, выражающиеся не только в огромном материальном ущербе, но иногда и в массовой гибели населения. Хорошо, например, известно извержение Везувия в 79 г. н.э., уничтожившее города Геркуланум, Помпею и Стабию, а также ряд селений, находившихся на склонах и у подножия вулкана. В результате этого извержения погибло несколько тысяч человек.

Так современные действующие вулканы, характеризующиеся интенсивными циклами энергичной эруптивной деятельности и представляющие собой, в отличие от своих древних и потухших собратьев, объекты для научно-исследовательских вулканических наблюдений, наиболее благоприятные, хотя далеко не безопасные.

Чтобы не сложилось впечатление, что вулканическая деятельность приносит только бедствия, следует привести такие краткие сведения о некоторых полезных сторонах.

Огромные выброшенные массы вулканического пепла обновляют почву и делают ее более плодородной. Выделяющиеся в

вулканических областях пары воды и газы, пароводяные смеси, и горячие ключи стали источниками геотермической энергии. С вулканической деятельностью связаны многие минеральные источники, которые используются в бальнеологических целях. Продукты непосредственной вулканической деятельности – отдельные лавы, пемзы, перлит и др. находят применение в строительной и химической промышленности. С фумарольной и гидротермальной деятельностью связано образование некоторых полезных ископаемых, таких, как сера, киноварь, и ряд других. Вулканические продукты подводных извержений являются источниками накопления полезных ископаемых таких, как железо, марганец, фосфор и другие.

Вулканизм как процесс до конца не изучен, и перед человечеством еще много неразгаданных загадок помимо вулканизма и их надо кому-то разгадывать. Изучение современной вулканической деятельности имеет важное теоретическое значение, так как помогает понять процессы и явления, происходившие на Земле в давние времена.

Список литературы:

1. Апродов В.А. Вулканы. / В.А. Апродов. – М., 1982. – 367 с.
2. Болт Б.А. Геологические стихии./ Б.А. Болт. – М., 1978. – 439 с.
3. Владовец В.И. Вулканы Земли./ В.И. Владовец. – М., 1973. – 174 с.
4. <http://www.kcs.iks.ru/iv/volcanoes/kluch.html>
5. http://vkontakte.ru/photo-6053123_120951617
6. <http://www.sakhalin.ru/Region/Volcano/Kudr9910.html>
7. <http://www.edukids.narod.ru/zemlia/gl4/21.html>
8. <http://www.marshruty.ru/PhotoFiles/8/e/7/2/8e72481f88a044cdb0b746c21330e62e/large/фумаролы.jpg>