

В. Н. ВИНОГРАДОВ.

## О ВЛИЯНИИ ВУЛКАНИЗМА НА СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ И ЛЕДНИКИ

Современный вулканизм на Камчатке проявляется с различной интенсивностью и в различных формах. Известны гигантские извержения вулканов в виде взрывов, во время которых выделяется огромное количество тепловой энергии, рыхлого пирокластического материала и газов (взрывы вулканов Ксудач — 1907 г., Безымянного — 1956 г., Шивелуч — 1964 г.). Отдельные извержения сопровождаются излиянием жидкой лавы (побочные извержения Ключевской сопки). В перерывах между извержениями действующие вулканы находятся в фумарольной стадии деятельности, во время которой происходит выделение паров и газов.

Вопрос о влиянии современного вулканизма на различные компоненты природы рассматривался в ряде работ. Установлено противоречивое влияние современного вулканизма на развитие основных почвообразующих процессов в зависимости от количества и особенностей продуктов вулканизма (Герасимов, Ильина, 1960); вулканические пеплопады влияют на прирост древостоев, семеношение и естественное возобновление отдельных пород лесов Центральной Камчатки (Шамшин, 1965). Вулканическая деятельность воздействует на речную фауну (Куренков, 1957), обогащает вулканическими газами атмосферу и гидросферу (Башарина, 1966). Термальные площадки имеют важное значение в жизни позвоночных и зимовках водоплавающих птиц (Марков, 1962, 1963).

Около 300 км<sup>2</sup> современного оледенения Камчатки расположено в районах современного вулканизма (Ключевская и Авачинская группы вулканов, вулканы Мутновский, Жупановский, Кроноцкий и др.). Ледники этих районов, а также сезонный снежный покров в различной степени испытывают влияние современного вулканизма.

### Влияние вулканизма на снежный покров

Образование грязевых (селевых) потоков. При сильных извержениях вулканов в зимнее время, при наличии мощного снежного покрова возникают грязевые (селевые) потоки. Их образование связано с таянием снега под действием изливающейся лавы или чаще с отложением на снег раскаленного рыхлого материала, а иногда в результате деятельности обоих факторов. При обзоре деятельности Ключевской сопки за историческое время Б. И. Пийп (1956) указывает на возможность образования грязевых потоков после извержений в 1848—1852 годах. Извержение Ключевской сопки 1944—1945 гг. сопровождалось выбросом большого количества раскаленного рыхлого материала в виде скатывающихся по склону лавин. Падающий на снежный покров раскаленный материал вызывал таяние снежного покрова на

большой площади. 1 января 1945 г. образовался огромный поток талой воды, который прошел по сухой р. Сопочной, вышел на равнину в районе песков Киргурич, пройдя расстояние около 35 км. По р. Сухой прошли более мощные грязевые потоки, вынесшие много пепла и песка. На равнине среди сухого каменноберезового леса наблюдались нагромождения песка и пепла толщиной до 40 см. Выше по потоку отложения были грубее с наличием отдельных обломков и глыб горных пород. Этот грязевой поток существовал в течение продолжительного времени, т. к. в лесу наблюдались отдельные рукава, отходящие от основного потока.

О наличии грязевых потоков при извержении вулкана Шивелуч в 1947 г. сообщает А. А. Меняйлов (1955). Падающие в снег крупные раскаленные глыбы вызвали бурное вскипание (псевдоэксплозии) и растапливали снег. После прохождения грязевых потоков на снегу образовывался слоистый туф с ледяным цементом. Подобные потоки были кратковременны и распространялись только на склоны вулкана, не выходя на равнину.

Крупнейшим грязевым потоком, известным на Камчатке, был поток от вулкана Безымянного (Горшков, Богоявленская, 1965). 30 марта 1956 г. произошел колоссальный направленный взрыв вулкана Безымянного, в результате которого была взорвана верхняя часть вулканической постройки высотой около 200 м. На площади около 500 км<sup>2</sup> отложился слой раскаленного песка и пепла мощностью 30—40 см, уменьшающийся по краям до 1—2 см. Вслед за взрывом из вновь образовавшегося кратера излился мощный пирокластический поток, занявший площадь не менее 30 км<sup>2</sup>. Горячий пирокластический материал вызвал бурное таяние снега мощностью более 2 метров, который в осевой части растаял совершенно, а по краям сохранился лишь частично. В результате таяния снега восточнее вулкана Безымянного и на склонах вулкана Ключевского и Овальной Зиминной сопки возникли отдельные грязевые потоки, которые, слившись вместе, образовали огромный грязевой поток, прошедший по долине р. Сухая Хапица на расстояние 80—85 км. На конце потока отложилась хаотическая смесь из камней, стволов деревьев и кустов, захваченных потоком при движении. Общий объем потока оценивается в 0,5 км<sup>3</sup>.

При сильных извержениях вулканов, но при маломощном снежном покрове возникают небольшие грязевые потоки. Так, несмотря на то, что во время гигантского извержения вулкана Шивелуч 12 ноября 1964 г. было выброшено около 1,3 км<sup>3</sup> рыхлого материала (Пийп, Мархинин, 1965), а высота снежного покрова не превышала 20 см, образовался небольшой грязевой поток, длиной около 5 км.

Известные на Камчатке грязевые потоки возникали вдали от населенных пунктов и принесенный ими ущерб выражался в уничтожении древесной и кустарниковой растительности.

**Запыление снежного покрова.** Многочисленные эксплозивные извержения вулканов Камчатки выносят большое количество тонкого материала (пепла, песка), который воздушными потоками разносится на огромные расстояния.

При извержениях вулканов в зимнее время тонкие вулканические продукты выпадают на снег слоем различной толщины, запыляют и погребают его.

В результате катастрофического извержения вулкана Ксудач 15—16 марта 1907 г. в г. Петропавловске-Камчатском в течение 8 часов продолжалось выпадение пепла и песка (Записки по гидрографии, 1914).

Пеплопадом была захвачена большая часть Камчатского полуострова до Охотска и Караги на севере. Толщина выпавшего в Петропавловске слоя пепла и песка составляла свыше 10 см. Севернее Петропавловска распространялся только пепел без песка и меньшей мощности.

Почти ежегодно пеплом (сажей по-местному) покрываются значительные пространства в районе Ключевской группы вулканов.

С. И. Набоко (1947) указывает, что во время извержения Ключевского вулкана зимой 1937—1938 гг. пепел распространился на площадь около 300 тыс. км<sup>2</sup>. На огромные расстояния распространился пепел в результате взрывов вулканов Безымянного в 1956 г. и Шивелуч в 1964 г.

При неоднократных выбросах пеплового материала вулканами они перекрываются свежевывавшим снегом. В результате снежная толща в разрезе представляет чередование прослоев разнозернистого снега и пепла. Такой «слоеный пирог» — отличительная особенность снежного разреза в районе действующих вулканов.

Выпадающий на снежный покров пепел влияет на режим снежной толщи, в результате увеличивается поглощение солнечной радиации за счет уменьшения отражательной способности. Это способствует интенсивному таянию снега, вследствие чего после извержений происходит ранний сход снежного покрова. Так, в районе Ключевской группы вулканов известны случаи схода снега на две недели раньше средних сроков. Количественных данных о величине и интенсивности таяния снега от запыленности, несмотря на большую практическую ценность этого вопроса, пока еще не имеется.

Перенос пирокластического материала временными водотоками и образование снежников. Большие площади в районах действующих вулканов сложены рыхлым пирокластическим материалом, шлаком, пеплом (Авачинская группа вулканов, Центральная часть Восточной Камчатки вблизи вулканов Кихпинич, Крашенинникова). В этих районах наблюдаются снежники мощностью 4—6 м, расположенные на высотах свыше 1000 м, но значительно ниже снеговой границы. Отличительной чертой этих снежников является наличие на их поверхности слоя рыхлого материала. Поверхность их представляет чередование мелких конусов и понижений между ними. Таяние таких снежников происходит крайне замедленно и некоторые из них существуют до осени, а другие являются многолетними.

Формирование подобных снежников обязано временным водотокам. Снежный покров выше пояса растительности характеризуется большой плотностью настолько, что он свободно выдерживает вес человека. Благодаря ветровому перераспределению снега на склонах вулканов с наветренных участков он сносится и откладывается в отрицательных подветренных формах рельефа, где мощность его достигает до 10 м. В период таяния по уплотненному снежному покрову скатываются временные мелкие водотоки, в виде ручейков. Несмотря на малый объем воды в водотоках они несут взвешенные легкие частицы. В силу того, что ручейки не в состоянии углубить русло, они растекаются по поверхности снега и откладывают переносимый ими материал. На южном склоне Авачинского вулкана мы наблюдали, как за несколько минут ручейком шириной 10—15 см была покрыта шлаком площадь около 2 м<sup>2</sup>. Рыхлый материал при этом наносится сравнительно равномерным слоем, равным высоте потока ручейка. В период таяния снега подобным образом перекрываются наносами значительные площади снежного покрова.

Пирокластический материал толщиной более 5 см оказывает действие теплоизолятора и предохраняет лежащий под ним снежный покров от интенсивного таяния. В то время как на участках, лишенных рыхлого материала, снег сходит, на прикрытых происходит замедленное таяние и при благоприятных условиях рельефа формируются снежники.

### Влияние вулканизма на ледники

**Механическое уничтожение ледников.** Современные ледники развиты на большинстве действующих вулканов. При катастрофических извержениях, когда взрывается часть вулканической постройки, вместе с ней уничтожаются ледники. При взрыве вулкана Безымянного в марте 1956 г. были уничтожены фирновые поля в вершинной части вулкана. Одновременно ледник Чернова, расположенный в седловине между вулканами Камень и Безымянный, был погребен пирокластическим материалом.

Гигантский взрыв вулкана Шивелуч в ноябре 1964 г. вместе с постройкой уничтожил часть области аккумуляции ледника Тюшова. Ледяные блоки и глыбы льда были обнаружены среди взрывных отложений на расстоянии более 5 км от вулкана.

**Таяние ледников.** Некоторые извержения сопровождаются длительным выбросом пирокластического материала в виде раскаленных лавин. При поступлении его на ледники происходит таяние льда, приводящее к уменьшению мощности, а иногда к полному уничтожению ледника.

Во время извержения Ключевского вулкана в 1944—1945 гг. (Пийп, 1956), в верхней части конуса в связи с длительным и интенсивным выбросом раскаленного материала на один и тот же участок склона образовались крупные отрицательные формы-шарра. Имевшийся на этих участках лед был расплавлен.

Ледяной пояс на Ключевском вулкане претерпевает большие изменения. Во время извержений происходит утоньшение его, а местами полное уничтожение. Возникающие при этом мощные грязевые потоки могут погребать спускающиеся вниз языки ледников и уничтожать их области питания. В таких случаях происходит отмирание одних ледников, которые лишаются питания и возникновение других. Это дало основание С. А. Конради для выделения на Ключевском вулкане так называемых «блуждающих ледников».

Тепловое воздействие на ледники, удаленные от эруптивного центра крайне ограничено. При выпадении на них пирокластического материала они тают незначительно или совсем не тают, т. к. рыхлый материал быстро остывает и в дальнейшем служит изолятором. После извержения вулкана Безымянного ледник Желтый на Овальной Зимней сопке незначительно отступил, хотя это может быть связано с общим сокращением ледника. На поверхности зоны «мертвого льда» ледника Желтого существенных изменений в результате извержения не произошло. Не изменились после извержения ледники Каменский и Шмидта, хотя они расположены значительно ближе к вулкану Безымянному, чем ледник Желтый.

Роль чехла пирокластического материала. Ледники районов активного вулканизма прикрыты чехлом пирокластического материала, который поступает как во время извержений, так и с крутых осыпных склонов и приносится снежными лавинами. Мощность чехла возрастает от фирновой линии к концам языков. Средняя мощность его

составляет 30—40 см, достигая на отдельных участках до 1 м. На поверхности Елизовского ледника наблюдаются пирокластические потоки.

Наличие пирокластического материала на поверхности ледников сказывается двояко. Незначительные мощности до 10—20 см способствуют интенсивному таянию, тем более, что рыхлый материал лежит на леднике неравномерно. При низком расположении ледников (ниже 1000 м) таяние происходит настолько интенсивно, что за один теплый сезон ледники понижаются на 4—5 м.



Рис. 1. Трещина в леднике Желтом, прикрытом чехлом пирокластического материала.

Фото В. Н. Виноградова.

Чехол пирокластического материала мощностью более 30 см способствует консервации ледника. В мощном слое пирокластики сглаживается разность дневных и ночных температур и таяние замедляется. Более того, при слое обломочного материала около 100 см таяния поверхностного слоя льда не происходит совершенно. На леднике Бильченок в сентябре 1964 г. было установлено (абс. высота 1680 м), что за теплый период мерзлый шлак оттаивает на глубину 90 см, а лежащий ниже слой остается мерзлым.

Одной из причин того, что ледники районов современного вулканизма спускаются ниже 1000 м и имеют обширные поля «мертвого льда» является наличие пирокластического материала на их поверхности.



Рис. 2. Разрез в конечной части ледника Богдановича.

Фото В. Н. Виноградова.

Строение ледниковых толщ. Распределение пирокластического материала внутри ледниковых толщ в районах активного вулканизма крайне неравномерно и присутствие его в разрезе не всегда обязательно. Поступающий во время извержений рыхлый материал, в областях питания ледников в дальнейшем перекрывается свежавыпавшим снегом. В таких случаях образуются прослой и отдельные линзы пепла и песка.

Ледяной пояс Ключевского вулкана представляет собой слоистую толщу, состоящую из слоев чистого льда и прослоев пирокластического материала различной мощности (Ермаков, Трубицын, 1965). Количество обломочного материала во льду на высоте 3500—3700 м составляет 45—60%.

Ледники потухшего вулкана Плоской Дальней сопки (Бильченок, Эульченок, Ушковский, Козыревский) и Толбачикский ледник в кальдере действующего вулкана Плоский Толбачик содержат на различных глубинах (до 7,5 м) прослой разложившегося пепла мощностью 2—3 см.

Ледник Каменский в обнажении 15 м толщи, вскрытой водным потоком, имеет следующее строение (сверху вниз):

чехол обломочного материала, состоящий в основном из глыб пород, слагающих вулкан Камень. На поверхности наблюдались глыбы диаметров до 2 м . . . . . 30—50 см.

лед белый, с поверхности загрязненный . . . . . 1 м.  
 прослой пирокластического материала,  
 состоящий из шлака, пеплов, вулканических бомб  
 (продукты извержения Ключевского вулкана) . . . . . 1,5 м.  
 лед чистый, белый с голубоватым оливом. Видимая мощность 12 м.  
 Ледник Богдановича, спускающийся на юг с седловины между вулканами Камень-Ключевская и Ближней-Дальней Плоскими сопками заканчивается узким языком, расколотым на отдельные блоки. В разрезах обнажается чередование полосчатого льда с прослоями рыхлого материала (рис. 2). В толще мощностью 8 метров было подсчитано до 40 прослоев рыхлого материала от 3 до 15—20 см.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Башарина Л. А.** Вулканические газы Камчатки. Петропавловск-Камчатский, 1966.
- Герасимов И. П., Ильина Л. П.** Современный вулканизм и почвообразование на Камчатке. Изв. Сиб. отд. АН СССР, 1960, № 10.
- Горшков Г. С., Богоявленская Г. Е.** Вулкан Безымянный и особенности его извержения 1955—1963 гг. Изд. «Наука», М., 1965.
- Ермаков В. А., Трубицын С. М.** Некоторые новые данные о строении конуса вулкана Ключевского и его кратера. Вопросы географии Камчатки, вып. 3, Петропавловск-Камчатский, 1965.
- Куренков И. И.** Воздействие вулканизма на речную фауну. Природа, № 12, 1957.
- Марков В. И.** О значении активных термальных площадок в жизни позвоночных (на примере Камчатки). Вопросы экологии, т. 6, Киев, 1962.
- Марков В. И.** Зимовки водоплавающих птиц на Камчатке. Сб. Орнитология, вып. 6, Изд. МГУ, 1963.
- Меняйлов А. А.** Вулкан Шивелуч — его геологическое строение, состав и извержения. Труды лабор. вулк., вып. 9, 1955.
- Набоко С. И.** Продукты извержения Ключевского вулкана в 1937—1938 гг. Труды лабор. вулк. и Камчат. вулк. ст., вып. 4, 1947.
- Пийп Б. И.** Ключевская сопка и ее извержения в 1944—1945 гг. и в прошлом. Труды лабор. вулк., вып. 11, 1956.
- Пийп Б. И., Мархинин Е. К.** Гигантское извержение вулкана Шивелуч 12 ноября 1964 г. Бюлл. вулк. ст., № 39, 1965.
- Проявление вулканической деятельности на полуострове Камчатка в 1907 г.** (Из рапорта начальника Гидрографической экспедиции Восточного океана). Записки по гидрографии, т. XXXVIII, вып. 1, СПб, 1914.
- Шамшин В. А.** Влияние вулканических пеплопадов на леса Центральной Камчатки. Вопросы географии Камчатки, вып. 3, Петропавловск-Камчатский, 1965.