

К. Н. Рудич

ПЛУТОН БЕЖИТ ИЗ НОЧИ



К. Н. Рудич

ПЛУТОН БЕЖИТ ИЗ НОЧИ



МОСКВА «НЕДРА» 1980

Рудич К. Н.

Р83 Плутон бежит из ночи. — М., Недра, 1980. — 111 с., 41 ил.

Автор, советский вулканолог, известен не только своими научными трудами. Его перу принадлежит несколько научно-популярных книг, которые посвящены описанию вулканических районов СССР и некоторых отдаленных труднодоступных мест нашей Родины.

Рецензент: канд. геол.-мин. наук А. К. Кондратенко

С тех пор, как русские землепроходцы ступили на землю Камчатки, освоение и изучение ее не прерывались ни на миг, а темпы их непрерывно возрастали.

Из всех окраинных областей нашей страны Камчатка — одна из наиболее интересных и экзотических. В ней необычно сочетаются различные природные условия. В одних местах здесь простирается однообразная тундра, а рядом с ней — зеленые лесные массивы. Заораживают взор красивые цветущие долины, по которым разбросаны неисчислимые озера; из этих озер вытекают многочисленные голубые речки, некоторые из них с бурными водопадами.

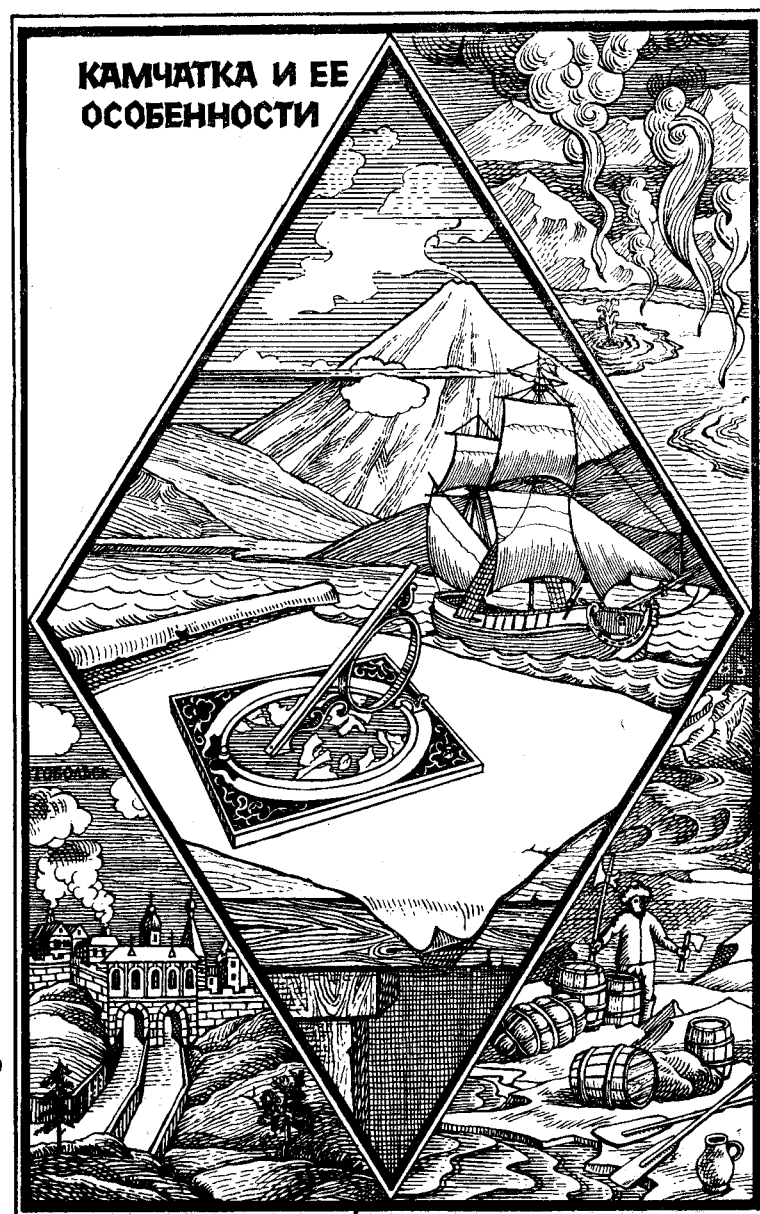
Но наиболее впечатляющими представляются горные хребты, протянувшиеся на многие сотни километров. На них расположено множество вулканических конусов, склоны которых нередко покрыты серебристым снегом, а вершины увенчаны ледяными шапками.

Самая же большая достопримечательность Камчатки — Восточный хребет, на котором необычайно ярко выступают действующие вулканы. Чаще всего это одиночные вулканы с филигранной отделкой вулканических конусов, порой достигающие заоблачных высот. Но не так редки на нем и вулканические массивы, в которых сосредоточено иногда до десятка сросшихся конусов.

В Восточном хребте, имеющем протяженность свыше 800 км, сконцентрирована теперь

почти вся вулканическая деятельность. Вспышки вулканических извержений возникают в разных местах этого протяженного пояса, но чаще всего они происходят в Ключевском и Толбачикском долах. Здесь и находятся наиболее активно действующие вулканы.

Именно на Толбачикском долу и произошло знаменательное и очень редкое событие (в 1975—1976 гг.) — рождение новых вулканов на суше. Этому событию в основном и посвящена настоящая книга.



Прежде чем начать рассказ о тех событиях, которые произошли на Камчатке в 1975—1976 гг., когда родились новые вулканы, познакомим читателя с самой Камчаткой.

Камчатка осваивается и изучается уже около трех столетий. В этот необычайно отдаленный край России когда-то добирались годами. В те далекие времена сюда шли отважные землепроходцы-мореходы в составе редких отрядов либо одиночных экспедиций. На своих плечах они выносили немалые тяготы, ибо этот край был мало изведен и совсем не обжит.

Географически Камчатка и сейчас столь же далека от центра нашей страны, как и раньше. Но условия передвижения коренным образом изменились. Если теперь сразу же после завтрака сесть в воздушный лайнер, летящий с Камчатки в Москву, то как раз можно прибыть туда к... завтраку того же дня (правда, по московскому времени).

Камчатский полуостров протянулся почти в меридиональном направлении на 1200 км, а общая площадь его равна 350 тыс. км². На Камчатке обширные лесные просторы, множество прозрачных рек и озер, сверкающих своей голубизной. Камчатку окружают морские просторы, в которых добываются сотни тысяч тонн рыбы. Поражают и величественные белоснежные вершины конусов вулканов.

На Камчатке, когда-то глухой и отсталой окраине России, теперь повсюду кипит полнокровная жизнь.

История Камчатки богата событиями. Здесь хранят добрую память о всех тех, кто прокладывал трудный путь в эти дали. Имена Витуса Беринга, Алексея Чирикова, Степана Крашенинникова, Владимира Атласова известны многим.

Хорошо помнят и защитников Петропавловска-Камчатского от иноземных пришельцев. Здесь от сопки Сигнальной и Никольской в 1854 г. велось отражение напавшего на город англо-французского десанта. Это сражение, которое закончилось полным поражением противника, возглавлял генерал Василий Завойко. На Никольской же сопке находятся братская могила этих защитников, памятник воинам батареи лейтенанта Александра МаксUTOва, а также макеты батарей.

Памятны здесь и относительно недавние события — установление Советской власти, героическая борьба в период Великой Отечественной войны.

Камчатка.

Почему она так названа?

Когда мы произносим слово «Камчатка», то сразу же возникает мысль о необычайной ее удаленности. Иногда говорят, что Камчатка находится «на краю света». Действительно, этот своеобразный уголок удален от центра нашей страны на многие тысячи километров.

Необычной кажется и история самого названия «Камчатка». Его появлению на карте или в тогдашних «скасках» (XVII в.) предшествовали довольно яркие события, и начались они далеко от Камчатки. Один из притоков р. Бадярихи (Северо-Восток СССР), впадающей справа в р. Индигирку, именуется Камчатка. Название стало известно здесь в первой половине XVII в., когда полуостров Камчатка еще не носил этого имени. Но почему же река в бассейне Индигирки названа Камчаткой?

История этого вопроса такова. Еще в первой половине XVII в. сибирские просторы от р. Лены до р. Колымы интенсивно осваивались русскими землепроходцами. В числе их был и енисейский казак Иван Иванов Камчатой. Он иногда совершал переходы с Индигирки на Колыму. Его именем и названа одна из рек, служившая соединяющим звеном на пути между этими бассейнами. На Северо-Востоке нашей страны, в том числе и в бассейне р. Индигирки, немало рек и озер, носящих имена первых землепроходцев.

События продолжали развиваться. В восточную часть России посылались все новые и новые отряды землепроходцев. Реки Лена, Яна, Индигирка и Колыма явились теми опорными пунктами, откуда можно было следовать далее на восток. Этому способствовали и слухи о промысловых богатствах «закаменных рек» (расположенных за горными хребтами), в том числе и р. Гижиги (р. Чендон). Туда и был послан отряд енисейского казака Федора Чюкчиева, к которому впоследствии присоединился Иван Камчатой.

Вначале отряд Чюкчиева последовал с Колымы на Омолон, откуда сухопутьем перешел на р. Пенжину. В дальнейшем он достиг р. Гижиги, где и обосновал зимовье. Чюкчиевым от местных жителей было получено сообщение о наличии моржовой кости на море «по ту сторону». Как полагает историк Б. П. Полевой, это, несомненно, было море Беринга. Туда и был послан Иван Камчатой. Таким образом, его путь лежал через Камчатку. Разумеется, ему неизбежно приходилось общаться с местным населением (коряки, ительмены и др.). Они Камчатого называли по-разному — в одних случаях Канчата, в других — Коншата. Имя стало популярным. В итоге этим именем вначале была названа река Камчатка, а в дальнейшем и сам полуостров.

Как видим, имя для полуострова принесено издалека енисейским казаком Иваном Камчатым. Детальный анализ событий того времени, сделанный историком Б. П. Полевым, показывает несомненную достоверность такого утверждения.

Что предшествовало открытию Камчатки

Великий русский ученый М. В. Ломоносов говорил: «Российское могущество прирастать будет Сибирью». И действительно, Россия наращивала свою мощь по мере присоединения и освоения сибирских просторов. Быть может, все это началось со знаменитой Мангазеи, а возможно, и раньше, но нас прежде всего интересуют те события, которые в той или иной мере имели отношение к Камчатке, способствовали ее открытию. В этом отношении большое значение имели опорные пункты,

находившиеся в бассейнах рек от Лены до Колымы, куда в начале XVII в. устремились землепроходцы-мореходы. На их долю выпала нелегкая судьба, но это были сильные, смелые и мужественные люди, и их не страшили никакие лишения.

События, оказавшие наибольшее влияние на дальнейшее продвижение к востоку, развернулись в бассейне р. Индигирки. Устье ее открыл в 1637 г. енисейский казачий пятидесятник Иван Ребров, который добрался сюда морским путем из устья р. Яны.

Примерно в те же годы из Ленского острога по сухопутью направился в верховья Индигирки казачий десятник Михаил Стадухин, в отряде которого был и Семен Дежнев, впоследствии знаменитый землепроходец-мореход. И Михаил Стадухин, и Семен Дежнев начинали свои походы с Оймякона — полюса холода северного полушария. Здесь свирепствуют необычайно сильные морозы, температура в зимнее время опускается до минуса 70° по Цельсию. Такая суровая природа этих мест не привлекала путешественников. Сюда заходили лишь случайные люди из местных жителей. Но первые русские землепроходцы оказались в Оймяконе не случайно, а с целью освоения этого края.

Во время пребывания в Оймяконе (верховье Индигирки) Михаил Стадухин спустился по р. Охоте к Охотскому побережью. В дальнейшем, по возвращении в Оймякон (1641 г.) он по сухопутью спустился по Индигирке к устью р. Момы. Дело в том, что плыть по Индигирке от Оймякона до Момы невозможно из-за порогов и шиверов*. После впадения Момы Индигирка уже пригодна для судоходства. Отсюда и начал Стадухин свой путь. Вначале он спустился к устью Индигирки, а затем морем достиг Колымы. По данным историка А. В. Ефимова, Стадухин в 1643—1644 гг. поставил на Колыме зимовье, в том числе и Нижне-Колымский острог.

Известно также, что Стадухин потом возвратился в Ленский острог, а в 1647 г. из Якутска вторично направился на Колыму, имея наказ ехать на р. Погычу, т. е. Анадырь. Однако ледовая обстановка была сложной,

* Шивера — нагромождение большого количества каменных глыб и валунов, спустившихся с притоков реки и образовавших в русле ее валы разной протяженности.

и он сумел добраться только до устья р. Яны. Цель стояла перед Стадухиным та же, что и перед Дежневым (о котором речь будет чуть ниже), — достичь морем р. Анадырь. Поэтому, перезимовав на Яне, Стадухин последовал Студеным морем до Колымы, где оставался до лета 1649 г. В это время он сделал попытку повторить путь Дежнева (который оказался там на год раньше), но она не увенчалась успехом. Тогда следующим летом (в 1650 г.) М. Стадухин с большим отрядом служилых и промышленных людей отправился на р. Анадырь по сухопутью, куда и прибыл в том же году. Известно также, что в 1651 г. зимой он направился на р. Пенжину, где, построив суда, продолжил свой путь до р. Тауй, а позднее, в 1657 г., водным же путем достиг р. Охоты.

Настойчивость и мужество Михаила Стадухина позволили ему сделать много открытий. Все это в дальнейшем способствовало продвижению других землепроходцев, быстрее к освоению отдаленных мест Северо-Восточной Сибири.

А теперь возвратимся к более ранним событиям и проследим путь одного из наиболее результативных землепроходцев-мореходов — Семена Дежнева.

Семен Иванович Дежнев, енисейский казак, впоследствии казачий атаман, происходил из северных крестьян (родился в г. Великий Устюг в 1605 г.). В сороковых годах XVII в. он вместе с Михаилом Стадухиным участвовал в трудных походах по Крайнему Северо-Востоку и побывал на реках Лене, Оленеке, Яне, Индигирке, Алазее, Колыме, Анюе и Анадыре. Но наиболее значительным событием того времени, которое позднее, несомненно, отразилось на познании и освоении Северо-Восточной Сибири, в том числе и Камчатки, был поход Семена Дежнева, состоявшийся в 1648 г. Он начался из устья Колымы, затем продолжался по Северному Ледовитому океану (Студеному морю) вокруг Чукотского полуострова, через пролив (называемый теперь проливом Беринга) и закончился на р. Анадыре.

Поход Дежнева — событие необычайной важности. Историк М. И. Белов в своей книге «Подвиг Семена Дежнева» указывает, что эпоху открытий венчают такие события: 1492 г. — открытие Христофором Колумбом нового материка — Америки; 1497 г. — открытие порту-

гальской экспедицией Васко да Гама пути из Атлантического океана в Индийский вокруг Южной Африки; 1520 г. — обнаружение на далеком юге американского континента пролива из Атлантического океана в Тихий кораблями первой кругосветной экспедиции Фернандо Магеллана; первая половина XVII в. — открытие голландцами нового континента Австралии; 1648 г. — обнаружение пролива из Северного Ледовитого океана в Тихий океан во время морского похода Семена Дежнева с Колымы на Анадырь.

Другой видный ученый-историк А. В. Ефимов считает, что поход Дежнева и его спутников — не случайная удача смелого казака. Это не эпизод местного, второстепенного значения, а одно из крупных событий всемирной истории.

Семен Дежнев добрался до среднего течения р. Анадыря уже в 1649 г., где и построил зимовье, ставшее затем важным опорным пунктом для русских землепроходцев, следовавших отсюда на север, северо-восток и юго-запад.

Подвиг Семена Дежнева трудно переоценить. Между тем далеко не каждому в нашей стране известны подробности этого похода, хотя об открытии Америки Колумбом или походе Магеллана знают почти все со школьной скамьи.

Из Анадырского острога в 1695 г. совершил поход непосредственно на Камчатку казачий пятидесятник Владимир Васильевич Атласов со своими спутниками. Это был волевой и целеустремленный человек. И хотя Камчатка была открыта задолго до посещения ее Атласовым, именно он присоединил ее к России. Он прошел все западное побережье Камчатки вплоть до мыса Лопатка. Отсюда же он увидел и о. Алаид (о. Атласова), входящий в состав Курильской островной гряды, о чем в 1697 г. и была послана депеша в Москву. Это и явилось началом открытия Курильских островов.

Атласов побывал в разных местах Камчатки и основал несколько зимовий, в том числе и Верхне-Камчатское. После возвращения на Анадырь (1699 г.) он вскоре уехал в Якутск, а затем в Москву. Возвратился Атласов на Камчатку в 1707 г. и управлял Верхне- и Нижне-Камчатскими острогами до 1711 г. (был убит во время казачьего бунта).

Походы В. В. Атласова послужили началом для последующих экспедиций. Но главная заслуга его состояла в том, что, несомненно, он присоединил Камчатку к России.

Кстати, этот неутомимый землепроходец, как и Семен Дежнев, родился в г. Великий Устюг. Видимо, о таких больших энтузиастах путешественниках-первопроходцах писал М. В. Ломоносов:

Колумбы росские, презрев
угрюмый рок,
Меж льдами новый путь
проложат на восток.

Непосредственное отношение к Камчатке, но далеко не только к ней, имели экспедиции Витуса Беринга и Алексея Чирикова, начавшиеся в 1725 г. Как отмечает А. В. Ефимов, «Экспедиция Беринга—Чирикова (великая Сибирско-Тихоокеанская экспедиция) явилась огромным не только научным, но и государственно-политическим предприятием. Экспедиция эта продолжалась свыше 20 лет. Участвовало в ней несколько тысяч человек. Фактически — это было несколько экспедиций..., целый комплекс работ по изучению берегов Сибири от Вайгача до Анадыря и Камчатки» (с. 66).

Как известно, было две экспедиции Беринга—Чирикова. Первая из них отправилась к берегам Тихого океана в начале 1725 г. и только в 1728 г. добралась до Нижне-Камчатского острога. Экспедиция подтвердила наличие пролива между Азией и Америкой. Но главное — были составлены карты северо-восточной оконечности Азии и Камчатки, что, как полагает А. В. Ефимов, явилось ценнейшим вкладом в науку.

Вторая Камчатская экспедиция под тем же руководством была организована в 1732 г. Основная цель ее была выполнена. Экспедицией было установлено, где располагается американский континент и насколько он удален от Азии.

В составе второй Камчатской экспедиции находился и Степан Петрович Крашенинников, который в течение четырех лет (1737—1741 гг.) изучал полуостров Камчатка. Интересы этого удивительного человека были необычайно широки. Он интересовался историей, геогра-

фией, жизнью и бытом местного населения, даже составил словари местных жителей (коряков и ительменов), он исследовал также вулканы и вулканическую деятельность, горячие источники, полезные ископаемые, леса, реки, рыбные и пушные богатства и многое другое.

Свои многолетние исследования С. П. Крашенинников изложил в книге «Описание Земли Камчатки». Она и поныне является классическим произведением, которым пользуются многие читатели как в нашей стране, так и за рубежом.

В экспедиции Беринга находился также известный ученый-натуралист Георг Стеллер. Он изучал морских животных вблизи Камчатки и Командорских островов. Особенно хорошо им изучено животное из отряда мнати, получившее в дальнейшем название «корова Стеллера». К сожалению, оно теперь истреблено и осталось только в «Красной книге».

Заметный след в изучении Камчатки оставил ученый-гидрограф, путешественник и мореход конца XVIII в. Г. А. Сарычев. Он трижды побывал на р. Индигирке (в том числе и в Оймяконе), а также на Колыме, где предполагалось строить суда для морской экспедиции. Затем Сарычев возвратился в Охотск, откуда последовал на Камчатку. Путешествуя по Охотскому морю, он открыл и описал о. Ионы, вулкан на о. Матуа в Курильской гряде, а также берега Камчатки.

Большая роль в изучении как самой Камчатки, так и окружающих ее морей принадлежит известным мореплавателям начала XIX столетия И. Ф. Крузенштерну, Ю. Ф. Лисянскому, В. М. Головнину, Ф. П. Врангелю, Ф. П. Литке и др. Хотя они основное внимание уделяли описанию береговой полосы, проливов, природных условий, но почти все указывали на вулканические извержения на Камчатке и Курильских островах, а также присущие этим местам землетрясения.

Ландшафты Камчатки

Таковы события далеких лет, способствовавшие открытию и в известной мере освоению Камчатки, которая была открыта не в конце XVII в. (1687 г.), как об этом иногда упоминается в литературе, а значительно раньше — в 50-е годы XVII в.

Какова же теперь Камчатка и в чем заключается ее необычность? Об этом мы и хотим немного рассказать.

Прежде всего Камчатка — горная страна, и этим во многом определяются ее особенности. По размеру она превосходит многие страны мира, а также некоторые республики нашей страны. Три четверти территории Камчатки занято горами. Среди них множество вулканических гор. Трудно себе представить, что во многих местах современной Камчатки 300—400 тысяч лет назад свободно разгуливали морские волны. Горообразование продолжается и теперь, о чем свидетельствуют морские террасы, поднявшиеся на значительную высоту над уровнем моря. Об этом же часто напоминают и землетрясения. Но самым впечатляющим свидетельством горообразования является вулканическая деятельность. Иногда вулканические горы образуются в течение очень короткого времени — за один-два года, а порой и того меньше. Непосредственно наблюдать вулканическое горообразование удается очень редко, но такая возможность на Камчатке имеется.

Горообразованию, или, точнее, расчленению рельефа, на Камчатке способствует и эрозионная деятельность, т. е. воздействие водных потоков. Они нередко прорезают глубокие каньоны с головокружительными обрывистыми стенками.

Морские волны подмывают берега Камчатки, образуя в ряде случаев крутые, а нередко и нависающие скалистые выступы. С восточной стороны полуостров изрезан или глубокими заливами, над которыми поднимаются прямолинейные обрывистые скалы (такие заливы называются фиордами), или же далеко уходящими в море выступами, среди которых особенно заметны Шипунский, Кроноцкий и др.

На Камчатке имеются два очень крупных горных хребта — Срединный на западе полуострова и Восточный в восточной его части. Срединный хребет, простирающийся на 900 км, увенчан множеством вулканических гор, которых насчитывается здесь 115.

Восточный хребет не столь монолитный и состоит из более мелких хребтов — Ганальского, Валагинского, Тумрока и Кумроча. Хребет в целом с юго-запада на северо-восток пересекает обширную полосу действующих вулканов. Самым высоким в Восточном хребте яв-

ляется потухший вулкан Шиш, высота которого составляет 2346 м над уровнем моря.

На Камчатке множество озер. Трудно даже представить, что их здесь насчитывается около ста тысяч. По своему происхождению они разные — ледниковые, пойменные, моренные, заполняющие впадины, образованные при смещениях земной коры. Но особенно впечатляют озера вулканического происхождения. Среди них и такие жемчужины Камчатки, как озера Кроноцкое и Курильское. Последнее к тому же является и крупнейшим нерестилищем. Озеро Курильское дает около 1000 кг рыбы на гектар, а в общей сложности столько, сколько в 400 раз превосходящее его по площади оз. Байкал.

Многочисленны и реки, которых насчитывается здесь 14 тысяч. Встречаются протяженные речные потоки и небольшие ручейки. Но самой известной и знаменитой на полуострове является р. Камчатка, длина которой около 800 км. Река является также крупнейшим нерестилищем ценнейших рыб — горбуши, кеты, чавычи, нерки и других. Вместе с тем река служит и важнейшей транспортной артерией — по ней происходит сплав леса.

Некоторые реки, впадающие в море, необычайно живописны и заканчивают свой стремительный бег красивыми водопадами. Общая же площадь, которую занимают озера и реки на Камчатке, невелика, она лишь несколько превышает 2% общей площади Камчатки.

Конечно же, все приезжающие на Камчатку обращают внимание на ее лесные массивы. Леса на полуострове занимают около одной трети его площади. Хочется думать, что такая пропорция лесных массивов сохранится и в дальнейшем при условии, что вырубка леса будет ограничена.

Преобладают на полуострове каменноберезовые* и белоберезовые леса. Но наиболее впечатляющими являются хвойные леса, главным образом курильская лиственница. Это крупные и стройные деревья, достигающие 30-метровой высоты. Особый интерес вызывает экзотическое растение — пихта грациозная, внешне на-

* Называют это дерево каменной березой за его способность расти на камнях.

поминающая ель. Она произрастает вблизи пос. Жупаново, недалеко от береговой полосы и вполне доступна для осмотра. Пихта грациозная растет только на Камчатке. На нашей планете это единственное место, где пихта грациозная сохранилась с довольно древних времен (возраст ее определяется несколькими тысячами лет).

Встречаются на Камчатке, преимущественно в ее долинах, лиственничные деревья — стройные тополя высотой до 30 м, а также пирамидальные ивы, лишь немного уступающие по росту тополям. Всем, кто путешествует по Камчатке, запомнится и такое приземистое растение, как стланик; его заросли преодолеваются с большим трудом. Однако у него есть и свои достоинства: стланик очень хорошо защищает почву от размыва (или эрозии) водными потоками.

В лесных массивах, а порой и на опушках можно встретить лису, песца, зайца, а в непролазных зарослях — осторожного соболя. Не так уж редко встречается и, на первый взгляд, неповоротливый медведь, медленно покачивающий головой, как бы приветствуя проходящих недалеко от него путников. Иногда в поисках пищи промелькнет волк со злым оскалом, а в горных местах грациозно проскачет дикий олень. На морском берегу и особенно на обособленных скалах вас будут приветствовать сивучи (морские львы). Медленно проплывет калан (морская выдра); это животное, лежа на спине, принимает иногда пищу, расположив ее на груди. Наблюдательному взору откроется и многое другое, неповторимое, присущее только Камчатке, чего не увидишь в иных местах.

Камчатка интересна и своеобразна, а ее история изобилует весьма пестрыми событиями. Чаруют взор ее просторные долины, а вдаль, словно стражи, вырисовываются горные хребты. Камчатский поэт Василий Сорокин так говорит о ней:

Внизу — цветущие

долины.

Какой разительный контраст!

Цветы и голые вершины,

Зеленый лес и снежный наст!

Тут, что ни шаг, опять
загадка!

И их, наверное, не счесть.

Ты удивительна,

Камчатка!

А где еще такое есть?!

Много интересного на Камчатке, но самое впечатляющее — это действующие вулканы, которые в нашей стране находятся лишь на Камчатке и Курильских островах. Действующие вулканы во время извержений — очень эффектное зрелище, но вместе с тем они приносят большие бедствия и разрушения. Однако вулканические извержения имеют и большое научное значение. Продукты, которые во время извержения вулканов поступают с больших глубин на поверхность земли, — это и полезные ископаемые, и разгадка многих тайн глубинного строения Земли. Но об этом пойдет речь далее.

А теперь перейдем к главному и попытаемся ответить на такие вопросы: как рождаются вулканы и как происходят их извержения?

Таков этот очень далекий и вместе с тем столь же близкий полуостров.

Хотелось бы рассказать еще об одном удивительном явлении, присущем в нашей стране только Камчатке. Это Долина Гейзеров, находящаяся в зоне активно действующих вулканов. Здесь много гейзеров и пульсирующих источников, которые привлекают внимание как специалистов, так и всех тех, кому посчастливилось их увидеть. Каждый из гейзеров извергается в свойственном для него ритме, но все они действуют с точностью часового механизма. Такая точность режима обусловлена установившимся равновесием между притоком поверхностных вод и поступающим снизу теплом. Встречаются гейзеры и в других местах Камчатки, но действуют они в ином ритме и не столь эффектно, как это происходит в Долине Гейзеров. Что же касается самого термина «гейзер», то он означает — «бьющий», «фонтанирующий».

Обильны на Камчатке и многочисленные бурлящие источники, которые выходят на поверхность земли с

больших глубин. Они имеют много общего со знаменитыми кавказскими лечебными источниками, а также с весьма известными лечебными водами курорта Марианские Лазни в Чехословакии.

Давно известны на Камчатке и полезные ископаемые. Очень часто встречается сера, особенно в полосе активно действующих или недавно потухших вулканов. Много лет тому назад в пределах Камчатки открыта ртуть, а также рудопроявления некоторых других металлов. Во многих местах отмечены выходы угольных пластов.

И еще об одном. На Камчатке находится единственный в мире Институт вулканологии АН СССР, в котором проводится большая работа по изучению как действующих, так и давно потухших вулканов нашей страны.



Мифический бог подземного царства Плутон обладает титанической силой. В своих владениях он полновластный хозяин, в глубинах Земли он нередко творит невообразимое. Громадные горные хребты нашей планеты, протяженность которых измеряется многими сотнями, а иногда и тысячами километров, сложены кристаллическими породами. Породы, слагающие горные хребты и выступающие ныне на поверхности Земли, когда-то находились на больших глубинах. Они испытывали необычайно большое давление налегающих на них толщ осадочных пород, поэтому остывали очень медленно, оставаясь горячими в течение многих миллионов лет. Такие глубинные породы еще называют плутоническими.

Огромные объемы перегретых масс глубоко в недрах Земли пленены большим давлением и не могут продвигаться к поверхности. Но Плутон пребывает как бы в постоянной готовности покинуть недра, бежать из вечной ночи земных глубин. Как только в земной коре или находящейся ниже ее мантии возникают какие-либо нарушения (трещины, разломы, перемещения блоков и т. д.), достигающие тех глубин, на которых находятся перегретые массы (обычно это многие десятки километров), давление исчезает и находившиеся в твердом состоянии вещества превращаются в жидкость, а точнее — в магму, что по-гречески означает тесто. Магма, насыщенная газом и паром, с неумолимой силой устремляется вверх. Часто магма выталкивается на поверхность в дробленном виде, причем все это сопровождается грохотом, громовыми раскатами, сверканьем молний, а тучи раскаленных частиц поднимаются на 20—30-километровую высоту, а иногда и больше.

Это всегда происходит при извержении вулканов и хорошо прослеживается при изучении извержений мно-

гих вулканов Камчатки, в том числе и тех из них, которые произошли совсем недавно — в 1975—1976 гг. Но об этом пойдет речь немного позднее.

Что такое вулканы?

Вулканы — это главным образом конусовидные горы. Возникают они в земной коре в тех местах, где появляются разломы и трещины, по которым и происходит извержение раскаленных вулканических продуктов. Вулканы образуются по-разному — иногда в течение длительного времени (многие сотни и тысячи лет) в процессе наращивания их расплавленным веществом — магмой, а порой — в несколько месяцев (моногенные вулканы).

Обычно на вершине вулканической конусовидной горы находится чашеобразное углубление, которое называется кратером. Он соединяется с подводющим каналом, или жерлом, по которому магма поднимается к поверхности.

Извержения вулканов на нашей планете происходят с очень давних пор. Некоторые уже теперь плохо сохранившиеся вулканические постройки имеют весьма древний возраст — более трех миллиардов лет. Как показывает изучение продуктов извержений, масштабы вулканической деятельности в те времена были весьма велики и намного превышали более молодые извержения, в том числе и современные.

Вулканические извержения происходят как на суше, так и на дне морей, хотя в последнем случае люди наблюдают их довольно редко. Однако ученые полагают (и во многих случаях это уже доказано), что подводные извержения намного превосходят наземные.

Теперь уже неоспоримо доказано и другое: вулканические явления присущи не только Земле, но и другим планетам Солнечной системы. В частности, имеется много данных в этом отношении о Луне, Марсе и Меркурии. Как известно, на ближайшей к нам планете Луне уже побывали люди. На ней соответствующими приборами неоднократно отбирались образцы вулканических горных пород. Межпланетному вулканизму посвящаются даже международные симпозиумы, на которых

рассматриваются масштабы проявления вулканизма и строение вулканических построек на этих планетах.

Но нас интересует такой вопрос: где на нашей планете сосредоточены современные вулканы? Если посмотреть на карту размещения действующих вулканов, то нетрудно заметить, что они расположены лишь в определенных местах. Наиболее наглядным примером служат действующие вулканы, обрамляющие акваторию Тихого океана. Они образуют почти замкнутый круг, получивший вполне узаконенное название — Тихоокеанское огненное кольцо. В него входят Япония, Филиппинские острова, Новая Зеландия, Южная, Центральная и Северная Америка. В этом же кольце находятся Камчатка и Курильские острова, на которых сосредоточены все действующие вулканы на территории нашей страны.

Давно известно, что вулканическая деятельность проявляется в тех местах, где еще не закончены процессы горообразования, происходят различные нарушения в земной коре, передвижение ее блоков. Обычно это границы континентов и океанов, где в некоторых местах прослеживаются тысячекилометровые желоба глубиной свыше 10 км. В таких местах земная кора неустойчива, в ней появляется много разломов, по которым и поднимается огненный магматический расплав к поверхности. Неустойчивость эта объясняется тем, что земная кора на континентах и в пределах морей и океанов имеет различную толщину. В первом случае она нередко превышает 50 км, тогда как под океанами мощность коры по крайней мере в десять раз меньше. Вот почему на границе континента и океана часто происходят землетрясения. По этой же причине здесь часто возникают вулканические извержения. Можно сказать, что Тихоокеанское огненное кольцо является классическим примером, где можно воочию наблюдать вулканическую деятельность и землетрясения.

Такая же закономерность свойственна и побережью Атлантического океана, а также некоторым океаническим островам. Давно известно, что в Средиземноморском поясе имеется много действующих вулканов. Столь же обилён ими и так называемый Зондский пояс (Индонезия и др.), в котором отмечены необычайной силы катастрофические вулканические извержения.

В пределах континентов действующих вулканов гораздо меньше (всего 2% от общего количества). Они тяготеют преимущественно к глубинным разломам.

К настоящему времени на земном шаре выявлено 817 действующих вулканов, в том числе в Тихоокеанском огненном кольце 526 (данные В. И. Влодавца). Однако вулканов и вулканических построек разной сохранности насчитывается десятки тысяч. Разумеется, множество древних вулканов теперь уже совершенно разрушены, но о вулканической деятельности тех времен свидетельствуют многокилометровые толщи горных пород, материал которых поступал когда-то при извержении вулканов на поверхность Земли.

В дальнейшем мы будем касаться в основном действующих вулканов Камчатки. Следует лишь оговориться, что действующими считаются такие вулканы, извержение которых периодически происходит теперь, либо же отмечено в историческое время, т. е. на памяти людей. Однако необходимо учитывать, что историческое время, к примеру, для Средиземноморья одно, а для Камчатки либо Курильских островов — совсем другое. В первом случае оно измеряется по крайней мере двумя тысячелетиями, а во втором — едва ли превышает триста лет. Конечно же, и на Камчатке, и на Курильских островах огненная стихия бушевала и две тысячи лет назад, а возможно, и намного раньше. Но в те далекие времена вулканическая деятельность никем не была отмечена, хотя археологические данные свидетельствуют о том, что в пределах Камчатки редкие поселения были уже и тогда.

Рождение Толбачикских вулканов на Камчатке

На Камчатке 28 активно действующих вулканов. Чтобы уяснить характер новых Толбачикских вулканов, необходимо дать описание одного из них, а именно — Плоского Толбачика, продукты извержения которого близки к породам, слагающим трещинные Толбачикские вулканы.

Но дело не только и не столько в сходстве их вулканических продуктов. Главное состоит в том, что рож-

дение новых Толбачикских вулканов по существу началось с активизации вулканической деятельности Плоского Толбачика. Как указывает А. И. Фарберов, в период, предшествовавший трещинному Толбачицкому извержению (вторая половина июня 1975 г.), фумарольная деятельность Плоского Толбачика сменилась интенсивным газовыделением, а 28 июня были отмечены выбросы пеплового материала над кратером вулкана. Выбросы пепла и выделение газов наблюдались и в последующие дни, вплоть до начала трещинного Толбачицкого извержения, т. е. до 5 июля 1975 г.

Однако активизация деятельности вулкана Плоский Толбачик проходила не только перед началом извержения, но и в ходе самого трещинного Толбачицкого извержения, когда над кратером вулкана были отмечены выбросы пепла. И это вовсе не случайное явление. Предполагается, что вся трещинная зона шлаковых конусов, в пределах которой находится и вулкан Плоский Толбачик, имеет один и тот же магматический очаг. Поэтому активизация глубинных процессов в любой части этой зоны в той или иной степени сказывается и на действующих вулканах.

Плоский Толбачик — единственный из всех активно действующих вулканов Камчатки, во время извержения которого изливаются очень жидкие базальтовые лавы, обладающие незначительной вязкостью. Подобные лавы присущи лишь действующим вулканам о. Гавайи (Тихий океан). В глубоком колодеобразном провале кратера Плоского Толбачика всегда клокочет огненно-жидкий магматический расплав*. Хотя Плоский Толбачик — постоянно действующий вулкан, пробуждение его происходит не так уж часто — примерно пять раз в столетие. Однако отдельные извержения вулкана продолжаются длительное время. Относительно сильные извержения разделены промежутком времени в 50—60 лет.

Извержения вулкана отмечены в 1740, 1769, 1790, 1793, 1904, 1939—1941, 1966, 1968—1970 гг. Возможно, какое-то из них осталось и незамеченным.

Своеобразное извержение 1939—1941 гг., которое продолжалось более полутора лет (описано Б. И. Пий-

* Так было до начала июля 1975 г.

пом), в чем-то напоминало начало Большого трещинного Толбачицкого извержения в 1975 г. Оно интересно тем, что в конечном счете произошло не из центрального кратера, хотя и началось из него, а из бокового. С подобными извержениями мы еще встретимся.

Итак, после 35-летнего покоя в сентябре 1939 г. из центрального кратера вулкана Плоский Толбачик началось извержение. Вместе с газом выбрасывались раскаленные пепел и песок, а изредка и «волосы Пеле» (см. стр. 26). В отдельные дни 1940 г. были замечены усиленные вспышки паров и газов, которые сопровождались громовыми раскатами. Но сильного извержения все же не последовало.

Такое очень умеренное извержение продолжалось до мая 1941 г. Наиболее мощное, хотя и кратковременное, извержение в завершающую стадию произошло на склоне вулкана из бокового кратера, на высоте около 2000 м над уровнем моря (высота Плоского Толбачика 3085 м). Извержение началось 7 мая 1941 г. взрывами и выбросами раскаленного вулканического материала — песка, пепла, лапиллей, шлака, вулканических бомб. Взрывы сопровождались грохотом и раскатами грома, которые были слышны за много десятков километров от места извержения. Общий объем вулканических продуктов, выброшенных этими взрывными извержениями, составил 10—12 млн. м³.

Параллельно с этим отмечалось изливание лавовых потоков, вытекавших из бокового кратера двумя огненными полосами. Они очень эффектно выглядели с наступлением темноты. Объем лавовых потоков несколько превышал объем продуктов взрывных извержений (14,4 млн. м³).

В результате этого извержения (с 7 по 14 мая 1941 г.) возник небольшой шлаковый конус высотой около 70 м.

Прорыв на склоне вулкана Плоский Толбачик в 1941 г. произошел юго-западнее центрального кратера, в полосе, где сосредоточено наибольшее число побочных кратеров. В этих местах находится множество всевозможных трещин и других нарушений, способствующих вулканическим извержениям.

Из других, более поздних извержений Плоского Толбачика наиболее значительные отмечены в 1966 и

1969—1970 гг., которые происходили из центрального кратера вулкана. Объемы вулканических продуктов этих извержений невелики и соответственно равны 300 и 100 тыс. м³, что значительно уступает объему продуктов, поступивших на поверхность из бокового кратера в 1941 г.

Своеобразны и вулканические продукты вулкана Плоский Толбачик. Особенно это касается лавовых потоков. Они очень схожи с лавами новых Толбачикских вулканов, поэтому мы расскажем о них немного дальше. А вот «волосы Пеле» до новых Толбачикских вулканов были обнаружены на Камчатке только на вулкане Плоский Толбачик. Они представляют собой тонкие (от 0,5 до 2 мм) стеклянные базальтовые нити, длина которых варьирует в широких пределах — от 5 см до 1,5 м. Обычно «волосы Пеле» находятся в хаотическом состоянии — разные по толщине нити перепутаны между собой. Такие нити образуются в результате разбрызгивания огненно-жидкого базальтового расплава.

Для вулкана Плоский Толбачик характерны и лапилли («камешки»), состоящие из породообразующего минерала — плагиоклаза. Это сростки очень тонких пластинок минерала. Иногда такие лапилли состоят лишь из нескольких сростков кристаллов, в других случаях насчитывается 10—15 пластинок, напоминающих по внешнему виду грецкий орех. Шаровидные сростки обычно образуются еще в жерле вулкана, хотя и на небольшой глубине. Плагиоклазовые лапилли встречаются во многих местах в центральном кратере вулкана Плоский Толбачик.

Вулкан Плоский Толбачик действует постоянно, неторопливо, но масштабы его деятельности, за редким исключением, невелики. Деятельность вулкана не была угрожающей и для поселков, расположенных вблизи него.

Плоский Толбачик — весьма своеобразный вулкан и в своем роде единственный среди протяженного пояса действующих вулканов Камчатки. До недавнего времени дно кратера вулкана заполняла раскаленная жидкая лава, клокотание которой хорошо было слышно вблизи. Время от времени поднимался сноп светящихся искр от раскаленных обломочных частиц, а также возникали фонтаны кипящей лавы. Но недавние события не-

сколько изменили характер деятельности Плоского Толбачика. Рождение новых Толбачикских вулканов, продукты извержения которых весьма схожи с продуктами Плоского Толбачика, не прошло для него бесследно.

Новые Толбачикские вулканы

Вулканы, о которых теперь пойдет речь, возникли на Толбачикском долу. Он очень красив, этот дол, весь в зелени, с весело журчащими ручьями и речками, с маленькими, но прозрачными озерками. Многочисленные шлаковые конусы на нем выглядят как сторожевые башни; много их и вблизи Плоского Толбачика. Казалось, что установившиеся покой и красота будут существовать очень долго.

Нам уже известно, что если возникают где-либо разлом в земной коре или иные нарушения, огненно-жидкий расплав незамедлительно устремится по ним к поверхности Земли. Именно такое событие и назревало на Толбачикском долу, вблизи вулкана Плоский Толбачик. Событие это запомнится надолго всем тем, кто побывал в это время на Камчатке и непосредственно наблюдал его.

Прогнозные данные свидетельствовали о том, что извержение должно произойти в начале июля 1975 г. Сотрудники Института вулканологии ДВНЦ АН СССР готовились к этому и все были в напряженном ожидании.

Вулканологам не в новинку наблюдать вулканические извержения. Многим приходилось видеть их не однажды. Извержения вулканов происходили раньше, совершаются они и теперь. Только в XX столетии на нашей планете зарегистрировано более 1500 вулканических извержений. Особенно они часты в Тихоокеанском огненном кольце. В него входят как восточное побережье Тихого океана, так и западное. Камчатка находится в западной части Тихого океана, и здесь постоянно происходят извержения вулканов разной силы и масштаба.

Однако вернемся к Толбачикскому долу, где, по данным службы прогноза извержений, почти точно было известно, в каком месте начнется вулканическое извержение.

Когда в 1974 г. пробудился Ключевской вулкан, который имеет большую высоту и к тому же покрыт мощным ледником, вести наблюдения за его извержением было трудно. Вулканологи мечтали и шутя говорили о том, чтобы следующее извержение произошло где-то внизу на травке. Так или почти так оно и случилось на Толбачикском долу.

Северный прорыв. Извержение, положившее начало рождению новых Толбачикских вулканов, началось 5 июля 1975 г. (на Камчатке в это время было уже утро 6 июля).

Обычно извержение начинается взрывом из центрального либо же бокового кратера вулкана. Так в прошлом было и у вулкана Плоский Толбачик. Но тут было все иначе, совсем по-другому. Извержение началось в 18 км от кратера Плоского Толбачика на высоте около 900 м над уровнем моря. Постепенно буквально на глазах начала расползаться земля. Одна из таких трещин показана на фото 1. Образовалась протяженная, почти полукилометровая трещина, которая все время расширялась. А затем в ней появились первые предвестники вулканического извержения: паргазовые струи во многих местах устремились ввысь. За ними последовали и взрывные извержения, в результате которых выбрасывались вулканические бомбы и лапилли почти на километровую высоту, а песок и пепел — до 5 км. Все это сопровождалось вспышками огненных факелов, раскатами грома, пронизывалось частым сверканием молний, а вулканические продукты были раскалены более чем до тысячи градусов.

Кстати о молниях, которые образуются при взрывных вулканических извержениях. Такие разряды часто возникают в газопепловых тучах, закрывающих небо над огромными просторами. Подобные электрические разряды наблюдались при сильных извержениях вулканов Камчатки, в том числе и при трещинном Толбачикском извержении.

Наиболее эффектны в вулканических газопепловых облаках разряды линейных молний. Они отличаются необычайно яркими вспышками, озаряющими все вокруг. Линейные молнии возникают как внутри, так и на периферии газопепловых туч, причем в местах взрывных извержений ориентировка их преимущественно

вертикальная. Многочисленные линейные молнии наблюдались также при извержении вулканов Ключевского, Безымянного, Шивелуч.

При вулканических извержениях возникают и так называемые огни Эльма. Это такие электрические разряды, которые особенно ощутимы на острых концах возвышающихся предметов. Разряды — огни Эльма — больше всего сосредоточены в зоне пеплопада. Помимо описываемого извержения огни Эльма отчетливо были видны при извержении вулкана Шивелуч в 1964 г., когда отмечалось кратковременное нарушение радио- и телефонной связи.

И еще одни электрические разряды свойственны вулканическим извержениям — шаровые молнии. Они наблюдались при вулканических вспышках Авачинского, Ключевского и Безымянного вулканов. Этот вид разрядов улавливается с трудом, и по этой причине наличие их не всегда может быть отмечено.

Итак, в возникшей протяженной трещине появились четыре жерла, но в дальнейшем вся деятельность сосредоточилась лишь в одном. С этого времени здесь начал быстро расти вулкан, или шлаковый конус. Рост вулканической горы был необычайно интенсивным, она наращивалась иногда за одни сутки до 10 м и за короткое время достигла высоты 330 м. Теперь это самый высокий шлаковый конус (или моногенный вулкан) на всем Ключевском долу среди более чем трехсот шлаковых конусов (он хорошо виден в центре снимка на фото 2).

Однако это было только начало вулканического извержения. Извержение в районе первого конуса еще продолжалось, а недалеко от него образовалась новая трещина длиной около 400 м и шириной 1,5 м. Из многих перемещавшихся жерл необычайно эффектно фонтанировала лава. Но затем все сосредоточилось в четырех жерлах. С этого момента начал интенсивно наращиваться второй конус (фото 3). Деятельность в этой трещине, по крайней мере по своей активности, оказалась столь же неистойой. Из многих мест трещины вырывались газопаровые струи, а вслед за ними и пепловые тучи. Но потом этих точек становилось все меньше и меньше. В конечном счете осталось лишь одно жерло, где впоследствии и вырос второй конус высотой около 300 м.

Казалось, что после таких извержений должна была, наконец, наступить передышка. Но последующие события показали, что это была лишь прелюдия к еще более грандиозным деяниям Плутона.

Второй конус еще продолжал свою деятельность, а вблизи него, чуть севернее, 17 августа появилась система трещин длиной более километра и шириной около полутора метров. Из этих трещин взмыли вверх парогазовые струи, а затем последовал мелкодробленый материал, главным образом пепловые частицы (фото 4). Газопепловое облако поднялось на высоту до 7 км. В некоторых точках из трещин начал фонтанировать жидкий магматический расплав (фото 5). Это было более интенсивное извержение, чем предыдущее, о чем свидетельствует радиус разлета бомб и лапиллей, превышавший порой 2 км. При этом извержении оба конуса — второй и третий, — как бы соревнуясь между собой, дружно поднимали на большую высоту газопепловое облако.

Прошло совсем немного времени, и третий конус уже достигал 150-метровой высоты. В дальнейшем извержение третьего конуса пошло на убыль, а 25 августа и вовсе прекратилось. Но в последний день извержение этого конуса оказалось более сильным, чем в предыдущие дни. Оно сопровождалось грохотом и громом, которые были слышны на десятки километров от места извержения, а также дрожанием почвы на значительном удалении от конуса.

Вблизи этих конусов вулканическое извержение тайло еще один сюрприз. В ночь с 21 на 22 августа у подножия третьего конуса возникла новая система трещин, общая длина которых превышала 1,5 км. Очевидцы наблюдали, как перед ними медленно расползлась земля. Ширина трещин в рыхлых породах достигла пяти, а в скальных — около полутора метров, из которых произошло типичное трещинное извержение. В этих трещинах плескался жидкий расплав, фонтанируя на высоту до 70 м, а также изливались лавовые потоки.

В результате такой интенсивной вулканической деятельности возникло три моногенных вулкана, или шлаковых конуса, излилось 15 лавовых потоков, произошло одно редко наблюдаемое трещинное излияние. Очень много выбрасывалось дробленого, или пирокластическо-

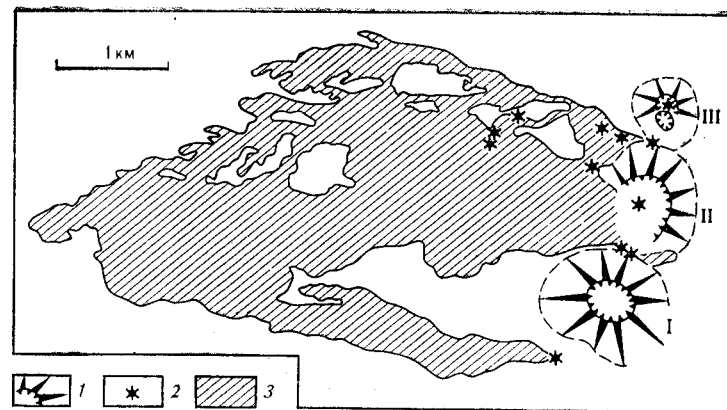


Рис. 1. Шлаковые конусы и лавовое поле Северного прорыва Большого трещинного Толбачикского извержения
1 — шлаковые конусы; 2 — лавовые бокки; 3 — лавовое поле. По Ю. В. Ванде-Киркову

го, материала, поскольку извержение было в основном взрывным (или, как говорят вулканологи, эксплозивным). Немалый объем падает и на лавовые потоки, но он почти в пять раз уступает пирокластике.

Излившимися лавовыми потоками покрыто около 10 км² площади (рис. 1). Средняя мощность образовавшегося покрова около 18 м. Самая большая мощность потоков достигала 50—70 м, а наименьшая составляла 2—3 м. Направление движения потоков преимущественно западное, что было обусловлено рельефом местности.

Извержение было необычайно динамичным, взрывы следовали один за другим, они сопровождаллись непрерывными громовыми раскатами, подъемом газопепловых туч иногда на 10—12-километровую высоту, пронизываемых частым сверканием молний. Очень эффективным было фонтанирование из трещин раскаленного магматического расплава. Внезапно появлялись трещины, из которых тут же выбрасывались вулканические продукты, возникали лавовые котлы с клокочущей огненной жидкостью, раскрывались отверстия (бокки), из которых вниз устремлялись лавовые потоки. В довершение ко всему поднимавшийся сильный ветер являлся «помощником» страшной стихии и окутывал

все мглой так, что на расстоянии одного метра не было видно ничего.

Казалось, совершается что-то невероятное, адское пиришествво дьявола. Так происходило извержение этого прорыва, который впоследствии был назван Северным. Извержение в общей сложности продолжалось 72 дня и закончилось 16 сентября 1975 г., после чего наступила пауза.

Южный прорыв. Последующие события показали, что эта пауза была довольно короткой. Только люди успели отдышаться, привести себя в надлежащий вид, как всего через два дня — 18 сентября 1975 г., в десяти километрах южнее, но в пределах той же трещинной зоны, началось новое извержение. Оно вновь всколыхнуло все вокруг. Земля начала расползаться, образовалась трещина или разлом длиной в несколько сот метров. Остальное не заставило себя долго ждать — вдоль протяженной трещины забили десятки фонтанов кипящего расплава. Потом их стало меньше, а в дальнейшем все сосредоточилось лишь в одном жерле. Здесь особенно грандиозными были газопепловые выбросы (фото 6). В отличие от Северного прорыва в Южном прорыве образовался один конус, но вокруг него возникла настоящая пустыня, где отложился вулканический пепел, пробитый во многих местах вулканическими бомбами.

С первых же дней стало заметно, что Южный прорыв существенно отличается от Северного прорыва. Если в последнем расплав постоянно дробился на мелкие частицы, образуя непроглядные газопепловые тучи вокруг, то на Южном прорыве все было относительно спокойно. Здесь тоже выбрасывались газопепловые тучи на значительную высоту, но взрывная (эксплозивная) деятельность была весьма ограниченной, сосредоточена лишь в одной точке, где впоследствии и образовался шлаковый конус (или моногенный вулкан) (фото 7, 8). Тем не менее по своей интенсивности Южный прорыв превзошел Северный. Конус вырос лишь один, но зато сколько излилось лавовых потоков. Отверстия (бокки) возникали то тут, то там, только успевай их фиксировать. Из них вытекали не просто лавовые потоки, а настоящие лавовые речки, которые торопливо и неудержимо устремлялись вниз, все сжигая на своем пути.

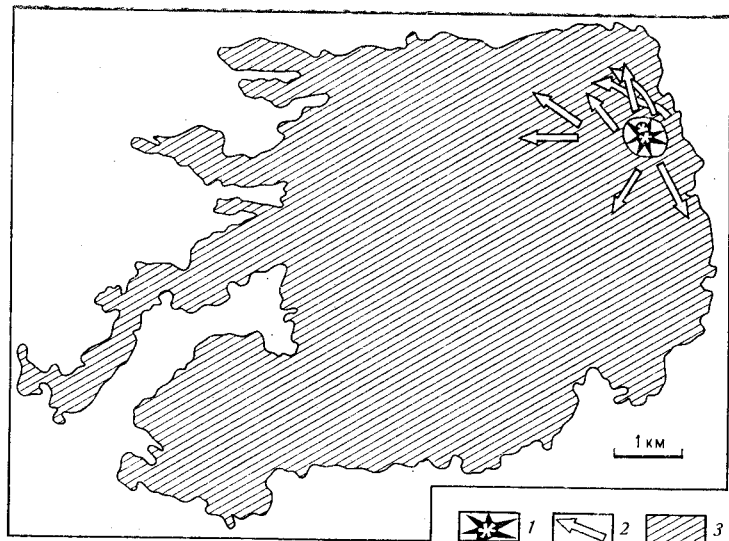


Рис. 2. Шлаковый конус и лавовое поле Южного прорыва Большого трещинного Толбачикского извержения
1 — шлаковый конус извержения 1975—1976 гг.; 2 — направление основных систем горизонтальных лавоподов с питанием непосредственно из района конуса; 3 — лавовое поле. По А. И. Цюрупа (с некоторым упрощением)

Издали это представляло собой сказочное зрелище, казалось, что движется невесть как воспламенившийся речной поток. На Южном прорыве так продолжалось больше года — конец столь необычной вулканической деятельности наступил только 10 декабря 1976 г. Здесь многократно полыхало пламя над кратером шлакового конуса, устремлялись ввысь лавовые фонтаны и фейерверки выплесков, а лавовые потоки блуждали по простору и, натываясь на разные препятствия, разделялись на множество рукавов.

Многочисленные лавовые потоки и лавовые речки Южного прорыва покрыли почти 35 км² площади, что намного превышает площадь Северного прорыва. Лавовые потоки были направлены в разные стороны, но сосредоточены главным образом западнее и юго-западнее шлакового конуса (рис. 2).

Общий же объем вулканических продуктов на Северном и Южном прорывах — около двух кубических километров, из них примерно две трети приходится на взрывные извержения (пирокластик).

Настало время разобраться, что же при извержении Толбачикских вулканов поступало с глубин Земли на дневную поверхность. Вулканические продукты этого, как и других извержений, относятся к двум разновидностям — одни из них выбрасываются в дробленном виде, другие — изливаются в виде лавовых потоков.

При взрывном извержении поступают на поверхность куски шлаков, вулканические бомбы, лапилли, песок и пепел. Все перечисленные вулканические продукты присущи трещинному Толбачицкому извержению. Особенно много продуктов взрывного извержения на Северном прорыве — около 85%. Что же касается Южного прорыва, то здесь все наоборот — рыхлых, или взрывных, продуктов не более 10—15%, остальные относятся к лавовым потокам. Вулканические продукты как Северного, так и Южного прорывов во многом сопоставимы с продуктами извержения вулкана Плоский Толбачик.

Конусы Толбачицкого трещинного извержения в основном сложены шлаками. Шлаки — это куски очень пористой лавы самой различной формы. Размеры их колеблются в широких пределах. Иногда частицы шлака напоминают собой небольшие глыбы, но большей частью размеры их составляют первые десятки сантиметров. Подобными шлаками сложены и другие конусы, которых в пределах Ключевской группы вулканов насчитывается более трехсот.

Шлаки Толбачицкого извержения представляют интерес и в другом отношении: они вполне пригодны для получения легкого бетона, которому не нужны искусственные наполнители. Такие шлаки, несомненно, найдут применение в строительном деле.

Характерны для этого извержения и вулканические бомбы. Они также образуются из кусков лавы, выброшенных взрывными извержениями на значительную высоту. Типичные бомбы, которые образовались из несколько остывшего расплава, свойственны Южному прорыву. Образуются они следующим образом. У такого расплава имеется остывшая тоненькая корочка. Поднятые вверх кусочки раскаленной лавы в воздухе способ-

ны деформироваться, поэтому из них получаются шарообразные, эллипсоидальные, веретенообразные и другой формы бомбы. Все зависит от того, какое вращательное движение они претерпели при своем полете. Падая на поверхность земли, такие бомбы, успевшие остыть при своем полете, уже не деформируются, поэтому они сохраняют ту форму, которую обрели в воздухе (фото 9). Вулканические бомбы имеют лишь плотную внешнюю оболочку, а внутри их — множество полостей, через которые проходил газ. Если же куски раскаленной лавы не успевают остыть (отсутствует затвердевшая корочка) в воздухе, то при падении они сильно деформируются, поэтому из них получаются не вулканические бомбы, а скорее шлак (фото 10). Здесь же встречаются и псевдобомбы. Это захваченные обломки пород, через которые прорывался расплав. Они снаружи покрыты плотной лавовой коркой. Форма таких «бомб» всегда зависит от захваченных обломков (фото 11).

Как и в других местах, при этом извержении во множестве возникли лапилли. Размеры их невелики — от 2 до 20 мм, чем они и отличаются от частиц шлака, форма же довольно разнообразна — подобие эллипса, полукольца и т. д. Лапилли также выбрасываются при взрывных извержениях, но так как они значительно легче бомб, то и поднимаются намного выше. В воздухе большинство из них успевает остыть, поэтому при падении на землю они почти не деформируются. Лапилли можно видеть вокруг моногенных Толбачицких вулканов (шлаковых конусов) и даже на значительном удалении от них.

На трещинном Толбачицком извержении (Южный прорыв) встречены и плагиоклазовые лапилли. Долгое время, по крайней мере до этого извержения, считалось, что такие лапилли возникают только при извержении вулкана Плоский Толбачик. И действительно, в других местах они до сих пор не встречались. Теперь в Плоского Толбачика появился серьезный соперник. Такие сростки непрочно связаны с огненно-жидким расплавом и поэтому, как только он достигает поверхности, вываливаются из него. «Неуживчивость» этих сростков с магматическим расплавом, вероятно, объясняется тем, что они образуются на небольшой глу-

бине, не успевают впаяться в расплав и по этой причине остаются обособленными.

Для этого извержения характерны также «волосы Пеле» — тонкие стеклянные нити из базальта. Они во многом схожи с такими же образованиями вулкана Плоский Толбачик.

Очень буйно вели себя наиболее мелкие вулканические частицы — песок и пепел, особенно пепел. Вместе с газом и паром пепел поднимался над кратерами конусов на 10—12 км, а иногда и выше, расплываясь в поднебесье на многие сотни километров. Как показывают проводившиеся наблюдения (Н. А. Гусев и др.), пепловые шлейфы протягивались до 1000 км от места извержения. Пепел держался в воздухе очень долго, медленно оседая на громадных пространствах. У самых же конусов пепловые облака непрерывно пронизывались сверкающими молниями, слышны были громовые раскаты даже в удаленных местах.

Песок и пепел вместе с частицами шлака отлагались не только вблизи конусов, но и вдали от них. Даже за одну ночь палатки вулканологов, находившиеся в нескольких километрах от места извержения, настолько засыпало, что лагерь приходилось переносить на новое место, причем, повторялось это много раз.

Взрывные (или эксплозивные) извержения, в результате которых образуются перечисленные выше вулканические продукты, представляют собой весьма эффектное зрелище, особенно в ночное время. Куски шлака, вулканические бомбы и лапилли создают над конусом подобие огромного факела, а падающие на их склоны раскаленные частицы как бы просвечивают конус насквозь. Все это находится в чрезвычайно динамичном состоянии и каждый миг приобретает новые оттенки (фото 12, ночной снимок).

Не менее интересными вулканическими продуктами трещинного Толбачикского извержения оказались и лавовые потоки. Это извержение продемонстрировало большое разнообразие лавовых потоков, особенно по форме и отчасти по составу. Поступление их на поверхность происходило с разных точек, и они тут же устремлялись в пониженные части рельефа. Как и продукты взрывных извержений, лавовые потоки во многом схожи с потоками вулкана Плоский Толбачик.

Кратко напомним, какие же бывают лавовые потоки. Наиболее близок к трещинным толбачикским лавам тип гавайской лавы. Обычно это крупноглыбовые лавы, поверхность которых состоит из полуспекшихся обломков. Встречаются потоки, состоящие из нагромождения крупных глыб с гладкой поверхностью. Некоторые лавовые потоки имеют почти гладкую, слегка морщинистую поверхность. Бывают лавовые потоки и с относительно гладкой поверхностью, состоящие из очень жидкого расплава; такие потоки свойственны лавовым речкам. Нередко в одном и том же лавовом потоке совмещаются несколько разновидностей.

Лавовые потоки трещинного Толбачикского извержения 1975—1976 гг. внимательно документировались, поэтому эти наблюдения представляют большую ценность. Это тем более важно, что лавовые потоки этого извержения можно продемонстрировать соответствующими фотоснимками. В этом отношении проделана большая работа Ю. В. Ванде-Кирковым и другими вулканологами.

С очень давних пор известно, что в некоторых местах нашей планеты лавовые потоки производили большие разрушения. Так было в Средиземноморье, Зондском поясе Индийского океана и других местах. Иногда возникает сложная обстановка и, чтобы избежать беды, необходимо укротить лавовые потоки. Но это оказывается далеко не простым делом. Тем не менее, люди иногда предотвращали грозившую им от лавовых потоков катастрофу. Совсем недавно такая схватка со стихией произошла в Исландии, а немного раньше — на о. Гавайи (1935 г.).

Лавовые потоки очень долго сохраняются в первоизданном виде. Но все-таки какие-то детали со временем исчезают — это неизбежно. На трещинном Толбачикском извержении лавовые потоки задокументированы и засняты на фотопленку в день появления их и даже в тот момент, когда они только успевали показаться на поверхности Земли.

Лавовый поток как бы выпрыгивает из своего отверстия, в некоторых случаях его глыбы похожи на зубья (фото 13). На одном из фотоснимков виден типичный глыбовый лавовый поток, заснятый в «лоб», т. е. представлена фронтальная часть потока (фото 14).

Лавовый поток при своем передвижении все время шуршит, издает какие-то звуки, а его поверхностные глыбы ломаются и скатываются в основание потока. Случалось, что пути некоторых лавовых потоков пересекались между собой. Такой момент и запечатлен на одном из фотоснимков (фото 15). По засыпанному вулканическим пеплом месту, где еще сохранились полуобожженный мелкий кустарник и омертвевшие стволы деревьев, движется лавовый поток (фото 16). Он не оставляет в покое даже это почти опустошенное место, ломая и сжигая оставшуюся растительность. Иногда же лавовый поток действует наподобие грейдера. По засыпанному пеплом и шлаком полю движется лавовый поток. Он как бы вгрызается в рыхлую насыпь, образуя из нее морщинистый вал (фото 17). Суммарная ширина разрозненных потоков в общей сложности иногда достигает нескольких сотен метров.

Там, где пройдет лавовый поток, он оставляет после себя лишь пустыню. Теперь в таких местах кроме чахлой травки растительность может появиться только через сотни лет, ибо все живое уничтожено под воздействием высокой температуры потока.

Жидкая лава ведет себя несколько иначе, ибо ее поток более динамичен. По мере движения на нем образуется чуть остывшая корка, которая несколько отстает от средней части раскаленного потока и движется медленнее. Поэтому такая корка растрескивается, а через образовавшиеся трещинки выдавливается расплав в форме шаров, лепешек и т. д. Фрагмент выдавливания расплава через трещины корки показан на фото 18.

Своеобразный лавовый поток, относящийся к гавайскому типу, излился из одного отверстия (бокки) на Южном прорыве. Поверхность потока состоит из полуспекшихся обломков с неровным изломом и морщинистым обрамлением (фото 19).

Очень насыщенный газами жидкий лавовый поток в процессе движения «разбрызгивается», образуя длинные базальтовые нити. Так же образуются и «волосы Пеле» при взрывных извержениях (фото 20).

Застывший лавовый поток представляет собой очень прочный материал. Но, будучи раскаленным, он мчится со скоростью горной речки — иногда несколько десятков километров в час. Каков же температурный режим ла-

вовых потоков? В общем случае температура их варьирует в пределах 1000—1100°С. Как показывают измерения Г. Н. Ковалева и Ф. Ш. Кутыева, произведенные на Толбачикском извержении, температура расплава в источках лавовых речек 1050—1070°С. В напорных же газовых струях лавовых потоков температура близка к 1300°С. Причина повышения температуры в газовых струях заключается в интенсивном окислительном процессе, возгорании магматических газов при их контакте с кислородом воздуха.

Остановимся теперь на особенностях лавовых потоков. Помимо перечисленных форм лавовых потоков, имеются и другие, которые присущи именно трещинному Толбачикскому извержению.

Довольно своеобразными являются канатные и волнистые лавы. Распространены они не столь широко, как это присуще вулкану Плоский Толбачик, но тем не менее выглядят здесь весьма эффектно. Канатные лавы возникают при сравнительно медленном движении потока. Канаты в потоке образуются вследствие того, что на его поверхности появляется остывшая корка, которая отстает в своем движении от находящегося под ней более жидкого расплава. Вначале в корке появляются морщины, но, поскольку поток движется быстрее верхней корки, эти морщины превращаются в валики или канаты (фото 21, 22). Канатная текстура характерна для жидких лавовых потоков.

Лавовые потоки с канатной поверхностью хорошо фиксируются на Южном прорыве. Они отчетливо выделяются в средней части потока, что обусловлено разной скоростью движения его в поперечном сечении. Обычно у канатных образований выпуклая сторона направлена по течению потока.

Лавовые потоки с канатной поверхностью выглядят очень эффектно, но по объему они уступают лавам с волнистой поверхностью. Последние распространены вдоль продольной оси потока, но не повсеместно, а в основном в средней части его, имея мягкие, без резких очертаний, формы. В отличие от канатных лав эта разновидность образуется на поверхности потока тогда, когда корка на нем еще отсутствует (фото 23, 24).

На лавовых потоках нередко встречаются валы кообразования, причиной образования которых являются не-

ровность рельефа, какое-либо препятствие, возникающее на пути потока. Из-за сильного напора подвижного магматического расплава на затвердевшую верхнюю корку и образуются валы коробления. Как указывают Ю. В. Ванде-Кирков и др., ими прослежены на потоках валы длиной 150 м и шириной до 20 м.

На лавовых потоках возникают также большие бугры вздутия, шары, складки сжатия, хребты сдавливания и другие формы. Все это разнообразие форм присуще лавовым потокам базальтового состава трещинного Толбачикского извержения (фото 25—27).

Необыкновенно эффектными являются лавовые речки, которые представляют собой потоки жидкой базальтовой лавы с низким содержанием кремнезема. Особенно красиво выглядят они в ночное время (фото 28).

У лавовых речек есть и свои фарватеры, и свои бортовые валы. Но иногда русло их при движении выходит даже за пределы бортовых валов. Лавовые речки, встречая какое-либо препятствие на своем пути, разделяются на ряд рукавов, образуя мелкие потоки. И, хотя речки раскаленного жидкого камня не очень широки, преодолеть их невозможно.

Однако случается, что лавовые потоки, уничтожающие все на своем пути, пасуют... перед податливым снегом. Чем же это можно объяснить? Суть состоит в том, что передняя (фронтальная) часть лавового потока, соприкасаясь со снегом либо со льдом, быстро охлаждается. Остывшая корочка потока является тем изолятором, который в какой-то степени предохраняет снег от таяния, хотя все же он и отступает. В 1974 г. во время побочного извержения Ключевского вулкана раскаленный лавовый поток следовал по леднику. Разумеется, последний постепенно таял и лавовый поток все время углублялся в ледник, словно в корыто.

А вот с небольшими речушками и озерами нередко случалось, что последнее свидание у них с солнцем было в тот день, когда к ним пожаловал на «водопой» лавовый поток. Правда, водоемы сразу не сдавались. Было много шума от такой стычки, даже происходили взрывы (они называются фреатическими) на лавовых потоках, но вода в таких местах исчезала мгновенно.

К этому следует только добавить, что взрывы на лавовых потоках происходят и по другой причине — они

связаны с внезапным выделением накопившихся в потоке летучих веществ.

На том же трещинном Толбачикском извержении встречены и еще одни потоки, не похожие на предыдущие. Это грязевые потоки (или лахары). Они возникают потому, что выбрасываемые взрывными извержениями раскаленные мелкодробленые вулканические продукты падают на снежный покров. Последний быстро тает, в результате чего и образуется бурный грязевой поток. На фото 29 видно его начало, он несется по склону, но еще не во всю свою мощь. Как такой поток направляется с лесной растительностью и всем, что встречается на его пути, когда он обретает большую силу, показано на фото 30.

Почему именно на Толбачикском долу произошло трещинное извержение, а не в каком-то другом месте? Такой вопрос может возникнуть, и он вполне закономерен. Выше уже говорилось, что вулканические извержения происходят лишь в тех местах, где еще не завершены процессы горообразования, где земная кора неустойчива. Но даже в таких зонах извержения проявляются не повсеместно. Вулканы рождаются там, где в земной коре на значительную глубину проникают разломы и всевозможные трещины. В одних случаях вулканы приурочены к продольным разломам, в других — они возникают на пересечении продольных и поперечных разломов.

Обратите внимание на рис. 3. На нем отражено то, что происходило на местности на протяжении длительного времени. Здесь прослеживается протяженный разлом, а точнее — система разломов. В этой зоне и возникали многие вулканические постройки, в числе которых находится и вулкан Плоский Толбачик. Разломы являются теми зонами, по которым поднимаются к поверхности магматические расплавы.

В этой системе (или зоне) разломов необычайно часто происходили вулканические извержения, оставившие после себя очень яркие следы в виде многочисленных шлаковых конусов. Но даже в такой зоне, разбитой разломами и трещинами, вулканические извержения происходят не постоянно. Для того, чтобы произошло извержение, нужна огромная сила, способная прорвать толщу земной коры, и тогда по разломам и трещинам

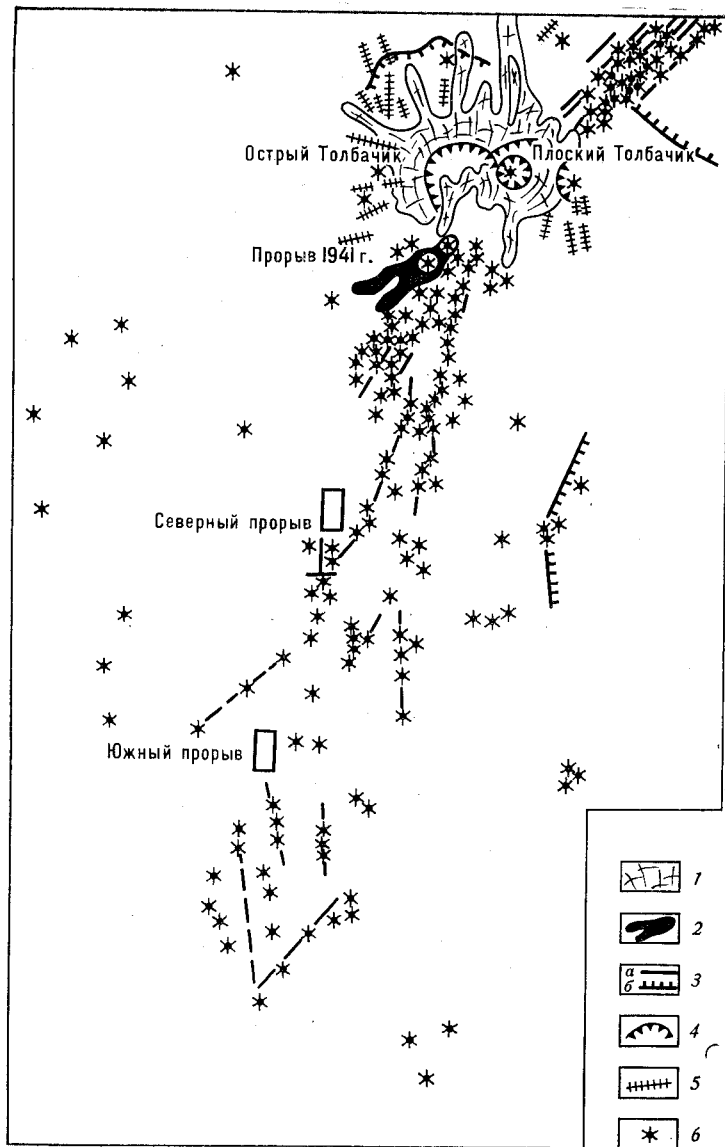


Рис. 3. Местоположение Большого трещинного Толбачикского извержения в 1975—1976 гг. (Северный и Южный прорывы) в 1975—1976 гг. (Северный и Южный прорывы)
 1 — ледники; 2 — прорыв (побочный кратер) 1941 г.; 3 — трещины (а — растяжения, б — с заметной амплитудой смещения); 4 — кратеры и кальдеры; 5 — дайки; 6 — лавовые и шлаковые конусы

магматический расплав достигает ее поверхности. Как полагают некоторые ученые (С. А. Федотов и др.), при трещинном Толбачикском извержении происходила разгрузка магматического очага, накопившегося за несколько сот лет, а сам расплав перед началом извержения поступал с 20—30-километровой глубины.

Как же возникает магматический очаг, из которого поступает расплав к поверхности? На глубине нескольких десятков километров от поверхности земли температура такова, что горные породы обычно могут переходить в расплав. Но плотная закупорка и сильное давление вышележащих толщ препятствуют плавлению. При возникновении какого-либо нарушения горные массы смещаются, давление ослабевает и перегретые горные породы на той же глубине превращаются в расплав, который устремляется к поверхности в любое ослабленное место — разлом, трещину, полость и т. д.

Вблизи поверхности, где давление совсем невелико, расплав начинает вскипать. Затем происходит взрывное извержение, когда расплав, дробленный на мелкие частицы, вместе с газом и паром выбрасывается на большую высоту, нередко превышающую 10—12 км (даже до 30—35 км). Иногда извержение происходит и по-другому: по раскрывшейся трещине поднявшийся с больших глубин магматический расплав спокойно фонтанирует на многие десятки метров (порой до 150 м).

На конкретном примере трещинного Толбачикского извержения можно проследить, как все это начиналось. Оказалось, что и взрывным извержениям, и лавовым потокам предшествовали разломы и трещины, достигавшие значительных глубин. Земля расползалась без особого шума и как бы неожиданно. Были даже случаи, когда наблюдавшие это извержение вулканологи едва не попали в образовавшуюся трещину.

Вначале эти трещины были совсем маленькими, почти безобидными (фото 31). А потом они расползались вширь, и в них появлялись тонкие струйки газа и пара (фото 32). В дальнейшем трещины становились еще шире, и тут же из них под огромным давлением устремлялись вверх газопаровые струи со всевозможными шумовыми эффектами (фото 33). Трещины возникали вдоль той же зоны, в которой сосредоточены многочисленные шлаковые конусы. Однако несколько

позднее некоторые трещины образовались и вкрест простирались их. Так начиналось Большое трещинное Толбачикское извержение. Что последовало за этим — изложено несколько выше, при описании извержений Северного и Южного прорывов.

Как указывает А. М. Чирков, при этом извержении были и совершенно ошеломляющие явления. Когда извержение набрало полную силу, первый конус интенсивно наращивал высоту (Северный прорыв), вдруг древний шлаковый конус раскололся (фото 34), и одна из его частей отодвинулась на 50 м. Из зияющего ущелья тут же начал изливаться лавовый поток.

Как же все это отразилось на вулкане Плоский Толбачик? Мимо него не прошли столь грандиозные события, и деятельность его также активизировалась. Самым интересным оказалось образование новой кальдеры в более древней кальдере Плоского Толбачика. Оно, несомненно, связано с трещинными извержениями Северного и Южного прорывов. Систематические наблюдения Н. А. Гусева показали, что еще 25 августа 1975 г. произошло увеличение кратера. В дальнейшем последовало проседание его диаметром до 1700 м и глубиной около 400 м.

Наблюдать непосредственно образование кальдеры вулканологам ранее не приходилось. Здесь же представилась возможность проследить возникновение ее во всех деталях. Что было раньше и что стало теперь, можно продемонстрировать двумя фотоснимками. Один из них сделан много лет назад, еще в 1967 г. (фото 35). Такое состояние кальдеры и кратера сохранялось до последнего времени. В кальдере находился колодец глубиной около 150 м и диаметром 300 м. Это был постоянно действующий кратер, дно которого было заполнено раскаленной жидкой лавой. На нее попадали талые воды, поэтому время от времени из колодца поднимались небольшие парогазовые облака. Изредка происходило и фонтанирование раскаленного расплава. Второй снимок (фото 36) сделан с той же точки в 1977 г., уже после того, как произошел провал и образовалась новая кальдера.

Ясно, что существовавший долгое время колодцеобразный кратер исчез. Полагают, что во вновь образовавшейся кальдере теперь находится теплое озеро.

Важность этого явления состоит в том, что впервые удалось проследить образование впадины, которая возникла не в результате взрывного извержения, а вследствие опорожнения магматического очага под конусом вулкана на соответствующей глубине. Причиной же его явилось трещинное Толбачикское извержение. Оба эти явления тесно связаны между собой.

Обрушение вершинного кратера Плоского Толбачика — одно из очень важных событий, которое произошло при этом извержении. Предполагается, что этим оно не ограничилось — активизировалась и зона шлаковых конусов, в которую входит и Плоский Толбачик. Такие события не могут быть изолированными, о чем свидетельствуют более ранние извержения, когда возникли шлаковые конусы в этой зоне и вместе с тем произошло образование предыдущей кальдеры Плоского Толбачика.

Трещинному Толбачикскому извержению было уделено большое внимание. И оно, безусловно, заслуживает этого. Ведь это было единственное трещинное извержение в пределах Курило-Камчатской вулканической дуги, которое произошло на суше в историческое время. Весьма редко подобные извержения происходят и в других местах нашей планеты. В XX в. достоверно прослежено рождение наземного вулкана в пределах Мексики. Это относится к знаменитому теперь вулкану Парикутин, возникшему в 1943 г. Но извержение его не было столь уверенно предсказано и, естественно, детально и всесторонне не могло быть изучено во время самого извержения. Другое дело трещинное Толбачикское извержение. О нем было многое известно еще до начала извержения.

Трещинное Толбачикское извержение было детально изучено. Во многом это было предопределено его предсказанием. И, хотя вулканологи нашей страны такое извержение наблюдали впервые, они смогли к нему тщательно подготовиться. Изучение извержения велось комплексно — вулканологами, геофизиками, геохимиками, геодезистами. Это позволило хорошо уяснить характер трещинных извержений. Особое значение придавалось изучению магматического расплава. Ведь он поступал с больших глубин, куда немислимо пока проникнуть никакими буровыми скважинами. Здесь же

огненно-жидкий расплав появлялся на поверхности земли почти в неизменном виде.

Получить такую информацию о вулканических продуктах — редчайшая возможность, и ее значение едва ли можно переоценить. Кроме того, тот же магматический расплав при своем движении к поверхности земли захватывал обломки других пород, по которым можно было судить о строении ее глубинных горизонтов.

Наблюдения петрологов показали, что в процессе извержения происходит некоторое изменение вулканических продуктов. Это наглядно демонстрируется Северным и Южным прорывами, поступавшие на поверхность продукты которых несколько различаются между собой. Эти же продукты дают информацию о составе содержащихся в них всевозможных примесей — газов, паров, некоторых элементов и т. д.

Трещинное Толбачикское извержение было весьма динамичным, а масштабы его довольно значительными. Объем вулканических продуктов, поступивших на поверхность земли, почти равен объемам катастрофических извержений вулканов Безымянного и Шивелуча. В прошлые времена были и значительно более сильные извержения. Но в данном случае вся суть Толбачикского извержения заключается во времени: оно продолжалось 450 дней, тогда как другие сильные извержения происходили буквально в один миг. И еще одна важная особенность: столь длительный период этого извержения позволил вулканологам вести наблюдения от начальной стадии до последнего момента. Поэтому изучение как самого процесса извержения, так и всего комплекса вулканических продуктов представляет большую ценность не только для Камчатки, но и значительно в более широком — планетарном масштабе. Необычайно сильные катастрофические извержения вулканов обычно недоступны непосредственному наблюдению людей. Трещинное Толбачикское извержение в этом отношении представляет собой редчайшее исключение.

На конкретном примере трещинного Толбачикского извержения можно было видеть, как образуются вулканы в течение очень короткого времени. Правда, это моногенные вулканы, или шлаковые конусы, но суть от этого не меняется. Стратовулканы — перемежаемость рыхлых вулканических продуктов и лавовых потоков —

создаются на протяжении длительного времени — сотен лет и тысячелетий, но также отдельными вспышками.

Типы извержений вулканов тоже довольно разнообразны. Они названы по именам наиболее характерных вулканов мира. Это гавайский, везувийский, катмайский типы, тип Этны и др. У каждого из них имеются свои особенности, причем при извержении одного и того же вулкана могут проявляться разные типы. Многие зависят от геологической обстановки, а также состава продуктов извержения, в каком виде они поступают на поверхность и т. д.

При непосредственном наблюдении трещинного Толбачикского извержения производились всевозможные замеры, фиксировались процессы самого извержения, отбирались многочисленные пробы из лавовых потоков, шлаков, вулканических бомб, пепла, газа и пр. Во время самого извержения на работу вулканологов оказывали влияние и чисто внешние, случайные факторы — какая выдалась погода, направление ветра и некоторые другие. Кругом пышет жаром, газопепловые облака закрывают небосвод, видимость иногда всего несколько метров. Но тем не менее все делается с огоньком, с полной отдачей сил. И все же отбор всевозможных проб и множество других операций — только начало той большой работы, которую предстоит выполнить. Главное — это обработка собранных материалов, и хотя она ведется обычно в тиши кабинетов, но требует большого напряжения, настойчивости, затраты времени. Только после всей проделанной работы могут быть сделаны соответствующие научные выводы. Однако главное заключается в комплексном изучении этого крупнейшего извержения, которое произошло в историческое время в пределах Курило-Камчатской вулканической дуги.

Необходимо коротко рассказать о шлаковых конусах, имеющих непосредственное отношение к трещинному Толбачикскому извержению. Это извержение находится в зоне шлаковых конусов; ее еще называют зоной ареального, или площадного, вулканизма.

В Ключевской группе вулканов, в которую входит и Плоский Толбачик, насчитывается свыше 300 шлаковых конусов. Они представляют собой небольшие вулканы, сложенные рыхлыми обломочными вулканическими породами базальтового состава, преимущественно шлака-

ми. Шлаковые конусы образуются вследствие взрывных извержений в пределах протяженной ослабленной зоны. В одних случаях возникновение их связано с деятельностью определенных вулканов, в других — обусловлено различными тектоническими нарушениями, которыми изобилуют Ключевской и Толбачикский доли.

Шлаковые конусы хорошо выделяются на местности своим охристо-красным цветом, что обусловлено окислением железа — переходом его из закислого в окисное. Непременным условием для начальной стадии окисления является относительно высокая температура вулканических продуктов, слагающих шлаковые конусы.

Побывав на Ключевском и Толбачикском долах, можно убедиться, что шлаковые конусы не остаются неизменными, они постепенно разрушаются, но уже внешними факторами — дождем, ветром, теплом и холодом, и в конце концов исчезают вовсе.

Помимо шлаковых конусов в Ключевской группе вулканов, в том числе и на Толбачикском долу, прослеживаются экструзии и многочисленные дайки, особенно вблизи вулканов Острый и Плоский Толбачик.

Таким образом, кроме типичных вулканов (стратовулканов), украшающих Ключевской и Толбачикский доли, здесь изобилуют и другие вулканические образования, среди которых наиболее ярко выступают шлаковые конусы.

Всестороннее изучение трещинного Толбачикского извержения показало, что продукты его, несомненно, оказывают влияние на химический состав поверхностных и подземных вод Толбачикского дола. В результате тщательных исследований, проведенных Т. П. Кирсановой и др. в районе извержения, были опробованы все водопоявления (источники, речки, озера, снежники, осадки в виде дождя) и установлено, что изменение их состава связано с поступлением на поверхность глубинного магматического вещества. Трещинное Толбачикское извержение отразилось и на увеличении минерализации атмосферных (дождевых) осадков. Обычная минерализация их в этом районе от 20 до 60 мг/л, а состав гидрокарбонатный натриево-кальциевый. Во время же извержения минерализация этих осадков увеличилась до 300 мг/л, возросло в них количество кальция, магния, появился хлор. Отмечено очень высокое, необыч-

ное для Камчатки, содержание фтора (до 20 мг/л) в дождевых осадках.

Уже давно установлено исследованиями Л. А. Башариной, что в областях активно действующих вулканов, в том числе и в Ключевском долу, атмосфера загрязнена твердыми и газообразными продуктами. Твердые продукты остаются в атмосфере сравнительно недолго — несколько лет после извержения, а газообразные — многие десятилетия, а порой и столетия. Но даже в периоды затишья, когда вулканы находятся в фумарольной стадии деятельности, газы продолжают выделяться в атмосферу, хотя и в значительно меньших количествах.

Другие действующие вулканы Камчатки

Мы рассказали об одном из редчайших извержений XX в. — рождении Толбачикских вулканов на суше, которое произошло в 1975—1976 гг. Но чтобы достойно оценить это извержение, необходимо, хотя бы очень кратко, ознакомиться с некоторыми действующими вулканами Камчатки.

Наше знакомство начнем с вулканов, расположенных в северной части полуострова, и постепенно будем следовать к югу и юго-западу. Местонахождение действующих вулканов Камчатки показано на рис. 4.

Всего на Камчатке в настоящее время насчитывается 28 действующих вулканов. Потухших, но хорошо сохранившихся намного больше — 141 вулкан. Многие вулканы к настоящему времени не сохранились, другие скрыты вулканическими продуктами последующих извержений. Предполагается, что количество потухших вулканов на Камчатке в общей сложности около трех тысяч. Действующие вулканы расположены в более чем 800-километровой полосе, вытянутой почти в меридиональном направлении с северо-северо-востока на юго-юго-запад.

Хотя эти вулканы находятся в одной полосе, которая насчитывает множество разломов и трещин, они часто несхожи между собой. Почти каждому действующему вулкану присущи свои особенности и индивидуальные черты, характер их извержения повторяется редко.

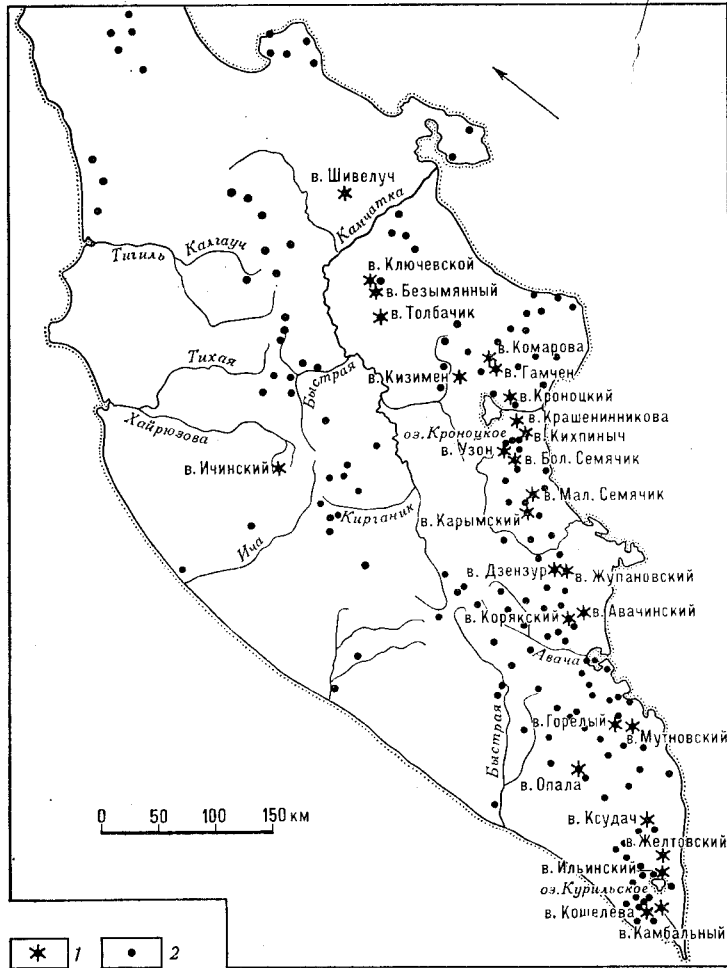


Рис. 4. Размещение активно действующих вулканов и гидротермальных источников на Камчатке
 1 — действующие вулканы; 2 — гидротермальные источники

Самая активная группа действующих вулканов на Камчатке — Ключевская, и она заслуживает того, чтобы ей было уделено особое внимание. Изучение этой группы вулканов сыграло весьма важную роль в развитии советской вулканологии. Еще в 1929 г. при обсуждении в Тихоокеанском комитете при Академии наук СССР плана вулканологических исследований на Камчатке было решено создать специальный стационар для наблюдения за деятельностью активных вулканов, главным образом Ключевской группы. В 1935 г. в пос. Ключи и была организована Ключевская вулканологическая станция — единственный стационар в нашей стране по наблюдению за вулканами.

Перед вулканологической станцией были поставлены широкие научные задачи, касающиеся изучения характера вулканической деятельности, типов извержений и вещественного состава вулканических продуктов, а также, что очень важно, накопления признаков по предвидению извержений, и некоторые другие. Только в 1946 г. для координации более широких исследований в этой области была создана Лаборатория вулканологии Академии наук СССР, в которую вошли Ключевская вулканологическая станция, а также организованная при ней сейсмическая станция.

В Ключевской группе три активно действующих вулкана — Ключевской, Безымянный и Плоский Толбачик. Значительно больше в этой группе современных вулканов, прекративших уже свою деятельность. Вулкан Шивелуч географически не входит в Ключевскую группу, но по характеру извержений тесно связан с ней.

Что же собой представляют упомянутые вулканы? Начнем с самого северного — вулкана Шивелуч.

Шивелуч — огромное вулканическое сооружение, высота его превышает 3300 м, диаметр основания равен 40 км, а площадь — 1200 км². Вулкан находится на пересечении разломов, чем, вероятно, и объясняется его значительная активность. Извержения вулкана Шивелуч в прошлом происходили часто. Среди них были и катастрофические. В XX столетии извержений Шивелуча было не так уж много, но продолжались они иногда длительное время (1928—1930 гг., 1944—1950 гг.).

Весьма сильное извержение вулкана Шивелуч последовало 12 ноября 1964 г. Обычно подобные извержения этого вулкана происходят один раз в столетие. Над вулканом внезапно, на высоту 10—15 км вырвалась пепловая туча, которая пронизывалась в разных направлениях яркими вспышками молний, сопровождающимися мощными раскатами грома. Туча, все увеличиваясь в размерах, закрыла небосвод и с большой скоростью двигалась к востоку, в сторону Тихого океана. Непрерывные взрывы при этом извержении продолжались около часа, затем сила извержения пошла на убыль.

Это было направленное взрывное извержение необычайной силы, которое уничтожило два крупных купола и несколько более мелких. Образовался новый кратер вулкана сечением 1,5×3 км и глубиной до 700 м. Общий объем взорванного материала составил 1,5 км³. Площадь же, покрытая пеплом при извержении вулкана Шивелуч, оценивается в 150 000 км², причем в некоторых местах на один квадратный метр выпало 28 кг пепла. В результате извержения был уничтожен большой массив леса, засыпаны горячими вулканическими обломками речные потоки и т. д.

Таков вулкан Шивелуч — грозный одиночка на широком межгорном просторе.

Теперь рассмотрим собственно Ключевскую группу вулканов. Как упоминалось, в этой группе три действующих вулкана — Ключевской, Безымянный и Плоский Толбачик. Кроме того, в нее входят 11 вулканов, которые прекратили активную деятельность еще в доисторическое время. Все эти вулканы занимают громадную площадь — около 7000 км², с объемом вулканических продуктов 5000 км³.

Ключевской вулкан (или сопка) в Ключевской группе является наиболее грандиозным сооружением. Но не только в масштабе этой группы или даже Камчатки. Равного ему нет ни в Европе, ни в Азии. Высота Ключевского вулкана 4850 м над уровнем моря, и он виден со многих мест на сотни километров. Конус его, можно сказать, идеальный и необычайно красивый.

Ключевской вулкан постоянно находится в активной стадии деятельности. Время от времени происходят взрывы и выброс вулканических продуктов на значи-

тельные расстояния, а также излияние лавовых потоков. Но потом вулкан успокаивается и посылает ввысь из центрального кратера лишь газовое, реже газопепловое облако. И так на протяжении сотен лет.

Ключевскому вулкану присущи и сильные извержения, которые происходят в среднем один раз в 25 лет. Такое извержение случилось в 1944—1945 гг. Оно детально описано Б. И. Пийпом в его книге, посвященной этому извержению. Извержение началось взрывом из центрального кратера, поднявшего раскаленные вулканические частицы на высоту 1500 м, газопепловое облако до 8 км, а газовые тучи на 15 км. Объем вулканических продуктов, выброшенных при этом извержении, равен 0,7—0,8 км³.

Для Ключевского вулкана характерны извержения не только из центрального кратера, они происходят главным образом из боковых или паразитических кратеров. Извержение, которое происходит из центрального кратера, называется терминальным, а из боковых — латеральным.

Из центрального кратера выбрасывается в основном мелкодробленый вулканический материал в результате взрывных извержений. Но чаще всего извержения происходят из боковых кратеров (и только по одному разу). На склонах Ключевского вулкана уже образовалось 85 боковых кратеров, в том числе в историческое время 32.

Сильное извержение из бокового кратера было в 1966 г. Его назвали прорывом Пийпа — в честь выдающегося советского вулканолога. При этом извержении некоторые лавовые потоки имели протяженность до 5 км. Подобное извержение произошло и в 1974 г., причем из толщи, покрытой мощным слоем льда. Событие необычайно интересное, и его впервые в нашей стране наблюдали вулканологи и гляциологи. Взаимодействие раскаленных до 1200°С извергающихся вулканических продуктов с толщей льда — явление редчайшее.

Но передышка вулкана была очень короткой. Как бы позавидовав трещинному Толбачикскому извержению 1975—1976 гг., а также извержению Безымянного в 1977 г., Ключевской вулкан в 1978 г. приступил к более активной деятельности. Извержение его произошло из центрального кратера, который свыше трех деся-

тилетий находился в одном и том же состоянии. На сей раз в кратере произошли заметные изменения. Дно его стало постепенно вспучиваться, а в дальнейшем в кратере возникли два небольших купола. При этом извержении излился и лавовый поток, хотя и не очень протяженный.

Несколько южнее Ключевского вулкана находится вулкан Безымянный. Он долгое время считался потухшим. Однако Б. И. Пийп еще в 30-е годы полагал, что его следует считать способным к извержению, так же как и некоторые шлаковые конусы, находящиеся вблизи этого вулкана. С вулканами случается всякое: например, вулкан Хельгаффель на о. Хеймаэй (Исландия) возобновил активную деятельность после 7000-летнего покоя (январь 1973 г.).

Много сотен лет не проявлял никакой деятельности и вулкан Безымянный. Но в 1955 г. (22 октября) совсем неожиданно последовал взрыв, и над вулканом на высоту нескольких километров поднялась газопепловая туча. Извержение то усиливалось, то ослабевало, но продолжалось непрерывно почти до конца года. В дальнейшем, уже в 1956 г., происходило лишь спокойное выделение газов и отчасти пепла. А потом случилось с вулканом непредвиденное: 30 марта 1956 г. произошел грандиозный взрыв, который развивался в течение 17 секунд. Взрывом была уничтожена вершина конуса вулкана (она понизилась на 200—300 м), и образовался кратер размером 1,5×2 км.

Это было очень сильное извержение, и взрывом его выброшено около 1 км³ вулканических продуктов, а взорванная часть вулкана составила примерно 0,8 км³. Раскаленные частицы при этом извержении покрыли 500 км² площади. Силой взрыва в радиусе до 25 км были сломаны, повалены и местами сильно обожжены крупные деревья.

Особенность этого извержения состояла в том, что после катастрофического взрыва в кратере вулкана стал расти купол, причем скорость роста вначале была довольно значительной — 3—4 м в сутки. Высота купола теперь превышает 500 м, но рост его, хотя и медленно, продолжается и по сей день. Кроме того, это извержение было типа направленного взрыва, подобно всемирно известным извержениям вулканов Катмай и Мон-Пеле.

С тех пор вулкан Безымянный особой активности не проявлял, но деятельность его не прекращается. Она выражается прежде всего в том, что купол вулкана продолжает наращиваться. Были и относительно сильные вулканические вспышки в 1961 и 1966 гг. Обычно они начинались выбросом пепловых туч, а затем следовали лавовые потоки, состоящие из самых различных по величине вулканических обломков.

Отмечено и совсем недавнее извержение этого вулкана, которое последовало сразу же после Толбачикского извержения. Произошло оно 24 марта 1977 г. и оказалась во многом похожим на два предыдущих извержения вулкана. Наибольшее количество вулканических продуктов во время этого извержения вынесено из глубин в виде пирокластических потоков (более 7 млн. м³). Объем же пепла составил всего 1,6 млн. м³, которым покрыто 930 км² площади. В отличие от предыдущих это извержение закончилось излиянием лавового потока из вершинного кратера вулкана. Длина лавового потока всего 250 м, а объем его примерно 500 тыс. м³. Этот поток хорошо виден на фото. 37.

Суммарный объем продуктов извержения (данные Г. Е. Богоявленской и др.) не превышает 0,01 км³. Но даже при этом далеко не сильном извержении взрывные вулканические продукты растопили снежный покров, в результате чего образовался грязевой поток, пронесшийся почти на 20 км. По сравнению с этим извержением взрывное извержение 30 марта 1956 г. представляется титаническим, когда объем взорванных и выброшенных вулканических продуктов составил около 2 км³.

В Ключевскую группу входит весьма своеобразный и единственный в своем роде вулкан Плоский Толбачик, который был уже описан выше, так как он имеет непосредственное отношение к трещинному Толбачикскому извержению.

Далее идут менее известные вулканы. К ним относится вулкан Комарова, едва подавший признаки жизни. Южнее его находится вулкан Кизимен, расположенный на западном склоне хребта Тумрок. Особенность этого вулкана заключается в том, что вначале здесь был выжат андезитовый купол, в дальнейшем состав его расплава сменился более основным, соответствующим андезито-базальту. Обычно происходит наобо-

рот — начинается извержение основными расплавами и завершается более кислыми. Еще южнее находится вулкан Гамчен. Он состоит из двух сросшихся старых конусов и одного молодого, в котором теплится еще жизнь в виде не очень сильных фумарольных струй.

А теперь направимся к вулкану Кронцокому. Он хорошо виден издали, ведь высота вулкана превышает 3500 м. Это один из красивейших вулканов. Он имеет правильный конус с крутыми, близкими к естественному углу откоса склонами. На этом участке вулканического пояса вулкан Кронцокий занимает господствующее положение. Его вершина всегда увенчана ледником. Чтобы создать такое вулканическое сооружение, должны были последовать необычайно сильные извержения. Так оно и было в прошлом. Теперь же вулкан Кронцокий особенно активным назвать нельзя. Но даже совсем недавно, в 1942 г., у него была попытка к извержению, когда над его вершиной появилось газопепловое облако. В настоящее время вулкан ограничивается не очень сильной фумарольной деятельностью.

Заслуживает внимания и находящееся вблизи этого вулкана Кронцокое озеро — одно из красивейших на Камчатке. Настанет время, и это озеро станет служить человеку — будет давать энергию и свет.

Весьма своеобразен вулкан Крашенинникова. Он возник на пьедестале древнего вулкана, диаметр основания которого был равен 30 км. Но это огромное сооружение было разрушено столь же могучими извержениями, в результате которых возникла впадина, или кальдера, размером до 12 км. В ней начали расти два вулканических конуса. По мере их роста они все больше сближались между собой, и в конечном счете получилось два сросшихся конуса. Конус южный с кратером около 800 м в поперечнике в таком виде и остался. В кратере же северного конуса вырос еще конус, а в нем, в свою очередь, тоже возник конус, но уже небольшого размера.

Вулкан Крашенинникова очень массивный, хотя высота его и не столь велика (1850 м). Точные даты извержений вулкана неизвестны, но судя по лавовым потокам, имеющим относительно свежий вид, последнее из них произошло несколько сот лет назад, т. е. в историческое время.

Недалеке от вулкана Крашенинникова находится

необычайно популярный вулкан, а точнее кальдера Узон. Эта вулканическая постройка заслуживает того, чтобы обратить на нее самое пристальное внимание.

Кальдера Узон достигает в поперечнике 10—12 км. На ее месте когда-то возвышался конус высотой более 3000 м. Но теперь от него осталось немного — лишь внешняя кромка, да и та сохранилась неповсеместно. Остальная часть конуса провалилась в опустевшее от вулканических извержений пространство, частично же была взорвана и рассеяна вокруг.

Внутренние стенки кальдеры крутые. Отдельные выступы кромки кальдеры (сопка Узон, гора Красная) хорошо выделяются, напоминая по форме вулканические конусы. Дно же кальдеры почти ровное, в нем и происходит современная вулканическая деятельность — выделение большого количества фумарол, которые проявляются во многих местах кальдеры Узон.

Кальдера Узон находится под неустанным наблюдением вулканологов. Чем же это вызвано? Разумеется, вулкан заслуживает столь большого внимания не своей формой. Суть заключается в том, что здесь необычайно ярко проявлена гидротермальная деятельность, расшифровка которой дает много научной информации.

Кальдера Узон — своего рода природная лаборатория. В подземных водах, поступающих на поверхность, выявлено много рудных минералов (мышьяк, ртуть, медь, цинк и др.). По мере остывания водных растворов из них выпадают эти минералы и отлагаются вокруг источников. В какой-то степени можно проследить, как образуются руды. Значительный интерес представляют и сами гидротермальные источники. Под воздействием последних изменяются и горные породы. Изучить этот процесс весьма важно, и это одна из задач вулканологов.

Что же собой представляет кальдера вообще? Это огромная впадина, и образуется она двояко. Главное — провал нависающей кровли вследствие опустошения магматического очага под вулканом. Во время извержения вулкана на поверхность земли поступают большие объемы вулканических продуктов. Так может продолжаться долго. В результате извержения очаг под вулканом истощается и создается полость. Огромные объемы горных пород над этим пространством как бы провисают и в конечном счете проседают,

что и способствует образованию впадины, или кальдеры. Так как проседание, или провал, происходит по центру вулканической постройки, то вокруг впадины возникает кромка, или вал, нередко с отвесными стенками.

Образованию кальдер способствуют и взрывные вулканические извержения. Иногда только одним взрывным извержением уносится значительная часть вулканического конуса объемом свыше кубического километра.

Невдалеке отсюда вырисовывается вулкан Кихпинич. Это сложный вулканический массив; в прошлом здесь происходили большие вулканические извержения, но в настоящее время вулкан ограничивается слабой фумарольной деятельностью. С вулкана просматривается одно из красивейших мест Камчатки — Долина Гейзеров. Подобного уголка нет во всей нашей стране.

Если от вулкана Кихпинич последовать далее на юго-запад, то на пути встретятся Семячикские вулканы, являющиеся одним из звеньев Восточно-Камчатского вулканического пояса. Вулканы объединены в две группы — Большого Семячика и Малого Семячика. Среди вулканов этих групп три действующих: Малый Семячик, Центральный Семячик и Бурлящий.

Наиболее выразительным представляется вулкан Малый Семячик. Известны и некоторые даты его извержения. Самое страшное, катастрофическое произошло около 1800 г. и натворило много бед — водные потоки были засыпаны, леса уничтожены, значительные площади превращены в безжизненное пространство. Затем в 1851—1852 гг. происходили другие извержения, но они были значительно слабее. Последняя вспышка отмечена в 1952 г., когда над вулканом было заметно интенсивное парение. Теперь этот вулкан находится в сольфатарной стадии деятельности. Выделение сольфатар сосредоточено вдоль берега кратерного озера. Это озеро необычное, и оно настолько насыщено минеральными компонентами, что его называют еще озером кислот.

Центральный Семячик состоит из 18 куполовидных построек. Собственно же Центральный Семячик представляет собой двухкратерный вулкан. Когда происходило извержение вулкана — неизвестно, оно никак не отмечено, но наличие свежих лавовых потоков

свидетельствует о том, что это было в недавнем прошлом. В настоящее время происходит весьма обильная сольфатарная деятельность, сосредоточенная в кратерах вулкана. В северном кратере выходы сольфатар приурочены к приозерной котловине, Серным котлам и Черному озеру. Температура воды у зеркала этого озера +88°C. Поражает количество фумарольных струй: у приозерной котловины их насчитывается 1641, у Черного озера — 418.

Вулкан Бурлящий расположен у подножия Большого Семячика. Вулкан находится в активной сольфатарной и микрогрязевой стадии деятельности. Газы, проходящие через слой воды озера во впадине, все время вспучивают воду, она бурлит — отсюда и название вулкана. Сольфатары с температурой от 84 до 150°C сосредоточены группами, только в средней части восточного склона вулкана их насчитывается 837.

Немного далее к юго-западу — и мы окажемся у подножия очень интересного Карымского вулкана. Вблизи него находится домик, в котором размещена аппаратура, помогающая вулканологам вести наблюдения за деятельностью вулкана. Это совершенно необходимо, ибо вулкан во многом не похож на другие. Прежде всего он отличается необычайной активностью. Только за два столетия произошло 32 извержения вулкана, в том числе в XX столетии — 21. Если у других вулканов вначале происходят взрывные извержения, выбрасываются дробленые продукты, а затем изливаются лавовые потоки, то у Карымского, за редким исключением, все начинается и заканчивается взрывными извержениями. Это вторая особенность вулкана. И еще одна его особенность: известно, что продукты, поступающие на поверхность земли при извержении, в разной степени насыщены кремнеземом. Если его мало, порода относится к основному ряду, наиболее характерный представитель его — базальты. Если же кремнезема много (65% и больше), в таком случае порода является кислотной; сюда отнесены дацит и отчасти андезитодацит. Именно такие породы и свойственны извержениям Карымского вулкана. Большая насыщенность кремнеземом вулканических продуктов и обуславливает в основном взрывные извержения этого вулкана. Дело в том, что кислотные породы даже в раскаленном состоянии (рас-

плаве) являются относительно вязкими и поэтому поступают на поверхность во время извержения преимущественно в дробленном виде. К тому же магматические расплавы насыщены газами. Они и являются той подъемной силой, которая выталкивает на поверхность земные вулканические продукты.

Для Карымского вулкана характерны также подушечные и шаровые лавы. Лавовые потоки бывают разные: глыбовые, состоящие из полуспекшихся обломков и мелких глыб; из нагромождения крупных глыб с ровной поверхностью; относительно монолитные с плотной корочкой и др. Что же касается шаровых и подушечных лав, то раньше считали, что они образуются только в условиях водной среды (при подводных извержениях), где возможно максимальное проявление сил поверхностного натяжения. Но изучение извержений Карымского вулкана показало, что в исключительных случаях такие лавы могут образовываться и в наземных условиях. Обусловлено это тем, что расплав имеет кислый состав, насыщен газами с повышенным содержанием фтора; последний понижает вязкость расплава и поддерживает высокую температуру длительное время.

Вулкану Карымскому свойственны и своеобразные вулканические бомбы кислого состава, особенно пемзоподобные, не встречающиеся на других вулканах. Таков Карымский вулкан. Он во многом отличается от других вулканов характером извержений и вулканическими продуктами. Но механизм извержений во всех вулканах весьма схож. Вот почему здесь создан стационар для наблюдений за вулканическими извержениями.

На горизонте виднеется вулкан **Жупановский**. Он сложен вулканическими продуктами, характерными для стратовулкана, — рыхлыми отложениями и лавовыми потоками. Крупных извержений вулкана в историческое время не отмечено. Однако только в текущем столетии газопепловое облако взмывало высоко над кратером вулкана пять раз (последнее в 1957 г.). В настоящее время вулкан находится в фумарольной стадии деятельности. Рядом с Жупановским находится вулкан **Дзензур**. В прошлом это был внушительный массив, созданный мощными вулканическими извержениями. Теперь же постройка вулкана сильно разрушена, хотя высота ее относительно большая (2285 м).

От вулканического конуса **Дзензур** хорошо прослеживаются лавовые потоки, которые выступают в виде гребней в одних случаях и глыбовых нагромождений — в других. Современная деятельность вулкана ограничивается выделением парогазовых струй на дне кратера. Здесь же неустанно клокочет и кипящий грязевой котел.

Авачинская группа вулканов

Нам предстоит ознакомиться с очень интересной **Авачинской группой вулканов**. В этой группе несколько вулканов, в том числе два действующих — **Авача** и **Коряка**.

Вулкан **Авача** необычайно популярен на Камчатке, и не случайно. Это один из наиболее активных вулканов Камчатки. Знаменит он еще и тем, что **Авача** — весьма эффектный двойной вулкан. Хорошо видно даже с большого расстояния, что конус вулкана находится как бы во впадине, имеющей крутую внутреннюю кромку, которая опоясывает этот конус. Получается конус в конусе, или двойной вулкан. О таких вулканах говорят, что он построен по типу «Сомма-Везувий».

История этого названия такова. В 79 г. н. э. произошло катастрофическое извержение вулкана **Везувий** (Апеннинский полуостров), в результате которого был взорван его конус. От конуса осталась лишь впадина, окруженная кольцеобразным выступом (остаток конуса), который по-итальянски называется соммой. Образовался двойной вулкан, или конус в конусе, названный «Сомма-Везувий». В дальнейшем так стали именовать все двойные вулканы.

Вулкан **Авача** необычайно красивое и своеобразное сооружение и, если его увидеть хотя бы один раз, навсегда можно запомнить, что такое двойной вулкан, или конус в конусе.

Но для того чтобы образовался двойной вулкан, должно последовать либо катастрофическое, либо же ряд сильных извержений. Действительно, когда-то конус вулкана **Авача** был выше современного. А потом произошло взрывное извержение титанической силы, и полторакилометровый конус вулкана был снесен. О том, какой была сила взрыва, свидетельствуют глыбы весом в десятки тонн, которые были отброшены на 25 км от

места взрыва. В дальнейшем в образовавшейся впадине стал расти вулканический конус, достигший к настоящему времени высоты 2751 м.

Факелы кипящего камня вулкана Авача не однажды озаряли все вокруг и позднее. Однако в дальнейшем вулкан поубавил свой пыл, и извержения его стали намного слабее. Об этом свидетельствуют извержения, которые произошли в историческое время, в том числе и совсем недавно — в 1938 и 1945 гг. Первое из них началось взрывом. Над вершиной вулкана взметнулось газопепловое облако, рассекавшееся частым сверканием молний. Много выбрасывалось раскаленных мелкодробленых частиц, которые растопили находившийся вокруг снежный покров. Это и явилось причиной образования грязевого потока, опустошившего на своем пути широкую полосу протяженностью около 16 км.

Извержение 1945 г. началось в феврале и по своей силе превосходило предыдущее. Оно также началось частыми взрывами. От вулкана к Тихому океану протянулась сплошная пепловая туча. В этой полосе выпавшего пепла достигал полуметровой мощности.

Как и предыдущее, оно изрядно всполошило жителей, особенно Петропавловска-Камчатского, но особой опасности не представляло.

А что можно ожидать от вулкана в будущем? Изучение материалов более древних извержений (после образования двойного вулкана) показывает, что они были примерно такими же, как и два последних. Вероятно, и последующие вулканические извержения по своей силе будут схожи с ними.

Совсем рядом с Авачей находится вулкан К о р я к а. На нашей планете много действующих вулканов. Среди них есть всякие — самые обычные, некоторые даже малоприметные, но есть красивые и очень красивые. К очень красивым, несомненно, и относится вулкан Коряка. Если мы говорим, что для вулканов наиболее характерна конусовидная форма, то Коряка в этом отношении являет собой классический образец ее. Он и самый высокий в Авачинской группе — 3456 м над уровнем моря.

Извержения вулкана отмечаются очень редко. По своей «работоспособности» он уступает многим вулканам, но по своей изящности — почти ни одному из них.

В историческое время вулкан пробуждался дважды — в 1895—1896 и 1956—1957 гг., но извержения были более чем умеренные. Кратер вулкана по сравнению с кратерами других вулканов довольно миниатюрный — диаметром 90 м и глубиной всего 24 м.

Вулкан виден издали и хорошо запоминается еще и потому, что на его склонах от подножия до вершины протягиваются глубокие врезы, а также многочисленные каменные ребра — барранкосы. Нередко из кратера вулкана на высоту до двух километров поднимается грибообразное облако паров и газов.

Вулкан Коряка поражает своим величием. Естественно, чтобы могла образоваться столь громадная постройка, должны были последовать необычайно сильные извержения, во время которых на поверхность земли поступали многие десятки кубических километров вулканических продуктов. Ведь объем только одного конуса вулкана составляет около 90 км³!

Находясь в Петропавловске-Камчатском, нельзя не обратить внимание на красивый вулканический конус — вулкан Вилючик, находящийся южнее города. Немного левее его вдаль всегда видны светлые столбообразные облака. Это заявляет о себе вулкан М у т н о в с к и й.

Вулкану не присущи теперь мощные катастрофические извержения, но обычные не так уж редки — в среднем они происходят через каждые 6—7 лет. Только в текущем столетии отмечено десять взрывных вулканических извержений. Извержения сменяются активной фумарольной деятельностью, что и составляет одну из особенностей вулкана.

Значительно раньше, когда взрывные извержения вулкана чередовались с лавовыми потоками, были образованы два конуса. Но затем извержения вновь сменились только взрывными и вершины конусов были снесены. В одном из конусов в воронке взрыва возник более молодой конус, который и является теперь высшей отметкой Мутновского вулкана (2324 м).

В результате дальнейшей вулканической деятельности (взрывы, а возможно, и частичные провалы) образовалась кальдера около 4 км в поперечнике. В кальдере возникли несколько кратеров, один из которых назвали Активной воронкой. В ней наиболее интенсивно проявляется фумарольная деятельность. Над ней пос-

тоянно видно даже из Петропавловска-Камчатского столбообразное облако. Самые мощные фумаролы в этой воронке приурочены к открытым трещинам. Из них и вырываются струи газа с температурой 300—400°С, достигающие порой 500—800°С. Вначале это бесцветные фонтаны, которые вскоре превращаются в клубы белого пара. Тепловая мощность Активной воронки очень велика и соответствует 900 м³ насыщенного пара в секунду, или 500 кг перегретого пара.

Еще в больших масштабах проявляются фумарольная деятельность и выходы термальных источников севернее вулкана Мутновского. В общей сложности они прослеживаются на десятки километров. Как сам вулкан, так и прилегающие к нему участки весьма насыщены фумаролами и горячими источниками, представляя собой огромные запасы тепловой энергии. Предполагается, что ее вполне достаточно для мощной геотермальной электростанции.

В этом отношении вулкан Мутновский является редчайшим объектом, поэтому ему в настоящее время уделяется самое пристальное внимание исследователей.

Вблизи вулкана Мутновского расположен вулкан Горелый, а точнее хребтообразный массив, образовавшийся из нескольких сросшихся вулканических конусов, на которых размещено 9 кратеров.

Извержения вулкана Горелого происходят редко и имеют небольшую силу. А что же было раньше? В далеком прошлом это был громадный вулканический массив с диаметром основания около 25 км. Из его жерла выбрасывались мелкодробленые вулканические продукты на высоту в десятки километров, изливались необыкновенно мощные лавовые потоки, которые хорошо сохранились до настоящего времени. Но после многочисленных извержений магматический очаг иссяк и вулкан провалился в опустевшее пространство, образовав кальдеру размером 12×10 км. Извержения продолжались и в этой кальдере, но уже из нескольких кратеров и не столь мощные. Конусы постепенно наращивались, что и привело в конечном счете к образованию хребтообразного протяженного вулканического массива.

Вулкан Горелый по характеру своей деятельности в какой-то мере напоминает вулкан Мутновский. Он так-

же находится в фумарольной стадии деятельности, хотя по масштабам значительно уступает своему соседу.

На значительном удалении от вулкана Горелого вырисовывается массивный вулкан Опала. Конус этого вулкана находится в кальдере внушительных размеров — 12×15 км. Он сложен лавами и рыхлыми отложениями (туфами), представляя собой типичный стратовулкан.

Извержения вулкана Опала в прошлом были довольно сильные. Но те, которые происходили в историческое время, не отличались большими масштабами. Для вулкана характерны взрывные извержения с выбросом пепловых туч на значительную высоту.

А теперь последуем на юг к очень интересному вулкану Ксудач. Если находиться вдали от вулкана, то особого впечатления он не производит. Высота его не столь велика, всего около 900 м. Но это громадное вулканическое сооружение, диаметр основания которого равен почти 35 км. Здесь нет конусовидной вулканической постройки, имеется лишь большая впадина, или кальдера, диаметром 9 км. Она так и называется — кальдера Ксудач. Высота стенок кальдеры очень велика, в отдельных местах она достигает 700 м.

Вероятно, кальдера Ксудач была образована вследствие провала конуса в опустевшее пространство и отчасти в результате взрывных извержений (она очень похожа на кальдеру Узон).

Масштабы извержений этого вулкана были грандиозны, и пламенем их не однажды озарялись огромные просторы. Но постепенно все утихло, а затем в кальдере не очень быстро стал расти конус. Его назвали именем геолога Штюбеля. Конус долгое время украшал кальдеру Ксудач. И вдруг в начале XX в. (28 марта 1907 г.) произошло очень сильное извержение, которое отчасти и разрушило этот конус. Объем же взорванной части конуса составил около одного кубического километра. Мелкодробленный вулканический материал был разнесен на расстояние до 1000 км, а мощность взрывных отложений вблизи кратера была равна 10 м.

Теперь же в кальдере Ксудач наблюдается слабая фумарольная деятельность.

Вулкан Желтовский, имеющий почти двухтысячную отметку над уровнем моря, подобно Авачинскому,

также построен по типу «Сомма-Везувий». После того, как разбушевавшаяся стихия унесла значительную часть вулканического конуса, в образовавшейся впадине (кратере) вырос не один, а четыре купола. Самый высокий из них и считается вершиной вулкана.

Несомненно, вулкану Желтовскому в прошлом были присущи сильные, а возможно, и катастрофические извержения, о чем свидетельствуют вулканические сооружения и те продукты, которыми они сложены. Но потом наступила пауза в несколько тысячелетий. И только в 1923 г. у вулкана появились признаки пробуждения. В это время произошло взрывное извержение. Возможно, что тогда же излился и небольшой лавовый поток.

Следующее извержение, а точнее попытка к нему, наблюдалось в 1972 г., когда над кратером вулкана было замечено парогазовое облако. Тем все и кончилось, извержение дальнейшего развития не получило. В настоящее время вулкан находится в фумарольной стадии деятельности.

Несколько южнее вулкана Желтовского находится Курильское озеро. Обойти его невозможно, это своеобразная жемчужина Камчатки. Озеро очень красиво. Оно по площади значительно уступает оз. Кроноцкому и еще больше Нерпичьему, но по своей привлекательности превосходит их. Кроме того, озеро является крупнейшим нерестилищем лососевых рыб. На восточном берегу озера расположен вулкан Ильинский. Вулкан имеет очень изящную форму, его правильный конус ровный, словно отполированный. Вершина конуса снесена взрывным извержением, которое произошло в 1801 г. Ровно через сто лет последовало новое извержение вулкана, но уже не из центрального, а из бокового кратера.

Вулкан также относится к типу «Сомма-Везувий» (как известно, сомма — это внешнее обрамление конуса вулкана). Сам же конус вырос во впадине, которая образовалась после сильного взрывного извержения.

Извержения Ильинского вулкана уже давно прекратились, но у его подножия хорошо заметно выделение газопаровых струй.

Юго-западнее вулкана Ильинского находится вулкан, а точнее вулканический хребет Кошелева. Он состоит из группы вулканических конусов, занимая площадь около 130 км². Вулкан начинается на побережье

Охотского моря и почти в широтном направлении прослеживается в глубь полуострова, до отрогов вулкана Камбального.

Чтобы возникло такое вулканическое сооружение, должна была последовать целая серия мощных извержений. Предполагается, что последнее из них произошло в конце XVII в.

Вулкан Кошелева представляет значительный интерес, поскольку здесь хорошо сочетаются вулканические постройки, экструзивные купола и малоглубинные тела. Они разные по происхождению, и это дает возможность проследить распространение разноглубинных горных пород, выяснить, в каких условиях они образуются. Изучение вулкана Кошелева помогает также уяснить происхождение многочисленных выходов горячих источников. В этом отношении интересны выявленные здесь поздние кольцевые и радиальные разломы, к которым нередко приурочены парогидротермы.

В протяженном поясе действующих вулканов Камчатки самым южным является вулкан Камбальный. Он хорошо просматривается как с Охотского, так и с Тихоокеанского побережья. Он же и наиболее высокий в южной группе вулканов. Правильный конус его поднят на высоту 2160 м над уровнем моря.

На вершине вулканического конуса расположены три кратерные впадины — свидетельство сильных вулканических извержений. Вероятно, некоторые из них происходили уже в историческое время, что и подтверждается свежими вулканическими продуктами. В настоящее время в самой большой кратерной впадине сосредоточена вся жизнь вулкана, откуда высоко поднимаются парогазовые струи. Вблизи вулкана теперь бьют горячие ключи.

Несколько слов еще об одном вулкане в пределах Камчатки — Ичинском. Это единственный вулкан, находящийся в протяженном Срединном хребте, в стороне от других действующих вулканов. Из всех вулканов Ичинский занимает самую большую площадь — 560 км². Он и самый высокий в Срединном хребте (3631 м), достигающий заоблачных высот. Трудно даже представить, какой силы здесь бушевали стихии, создавшие такую вулканическую постройку, и сколько раз озярялись факелами окружающие вулкан просторы.

Теперь вулкан уже во многих местах подвергся разрушению и отдельные скалистые выступы его достигают трехкилометровой высоты, что дает возможность вулканологам хорошо изучить строение вулкана, который создавался на протяжении многих тысячелетий. В свою очередь, это помогает расшифровке построек и других вулканов.

В природе все движется и изменяется. Это относится и к вулканам, в том числе и к Ичинскому. Извержения его уже не происходят, но он постоянно посылает ввысь парогазовые облака.

* *
*

Ранее было описано очень редкое и своеобразное трещинное Толбачикское извержение, единственное в историческое время, продолжавшееся 450 дней. Оно дало возможность изучить как сами процессы извержения, его продукты, так и многие сопутствующие извержению явления. Попутно дано описание других действующих вулканов Камчатки, а также приведены сведения о наиболее характерных вулканических извержениях.

Вулканы, как и их извержения, часто не схожи между собой. Если, например, вулканы Шивелуч, Безымянный и др., во время извержения в один миг выбрасывали на поверхность огромные (километровые) объемы вулканических продуктов, то при трещинном Толбачикском извержении такие же объемы поступали с глубин очень медленно. Известно также, что постройки крупных вулканов наращиваются в течение тысячелетий. При трещинном Толбачикском извержении моногенные вулканы возникли за относительно короткий срок, хотя, разумеется, в объемном отношении они уступают крупным вулканам.

В целом же масштабы проявления вулканической деятельности в пределах Камчатки очень велики в настоящее время и еще более масштабными они были в недавнем прошлом. Сошлемся в этом отношении лишь на вулкан Ичинский, при извержениях которого поступило на поверхность земли 450 кубических километров вулканических продуктов!

Действующие вулканы рассказывают о многом, а вновь возникающие — тем более. Посланцы огненной стихии, какими являются продукты извержений — газопаровые струи, поднимающиеся на огромную высоту, мелкодробленые выбросы (куски шлака, вулканические бомбы, лапилли, песок, пепел), а также «тихие» лавовые потоки и лавовые речки, — дают богатейшую информацию не только о том, что поступает на поверхность земли, но и о тех глубинных горизонтах, которые скрыты глубоко в недрах. Вулканические извержения не случайные вспышки, а закономерный процесс в развитии нашей планеты и, как теперь уже достоверно известно, некоторых других планет Солнечной системы. Извержение вулканов — это своеобразная громадная природная лаборатория, позволяющая расшифровывать одно из величественных явлений на нашей планете.

Прогноз вулканических извержений

При описании действующих вулканов нам уже приходилось вскользь упоминать о предсказании или прогнозе вулканических извержений. Но это чрезвычайно важный и сложный вопрос, и на нем следует остановиться, более подробно.

Мы уже знаем, что только в пределах одной Камчатки происходили необычайной силы катастрофические извержения, например очень сильные извержения вулканов Ксудач, Авача, Узон и др., когда взрывами выбрасывались многокилометровые объемы вулканических продуктов и рассеивались на больших пространствах. Извержения вулканов происходили в пределах Камчатки не только в историческое время, но и намного раньше — десятки и сотни тысяч лет назад, но свидетелями их остались лишь искаленные вулканические постройки да едва сохранившиеся продукты извержений. Но совсем недавно после катастрофических извержений вулканов Ключевского, Безымянного и Шивелуч можно было наблюдать воочию, во что превращается окружающая местность после них и какое это далеко не отрадное зрелище.

Колоссальной разрушительной силы вулканические извержения происходили и происходят во многих других

местах земного шара. Они наблюдались уже в историческое время и вызвали страшные разрушения и гибель многих десятков тысяч людей. Везувий в Италии, Мон-Пеле на о. Мартиника (Атлантический океан), Тамбора на Малых Зондских островах, Кракатау на острове того же названия, Лаки в Исландии и некоторые другие оставили после своих катастрофических извержений такие шрамы, которые оказались незалеченными и по сей день. Естественно, человек искал защиты от столь неумолимой стихии, стремясь как-то предотвратить нависшую угрозу. Так, еще более трехсот лет назад при извержении вулкана Этна на о. Сицилия надвигавшемуся лавовому потоку на г. Катанию (расположенному южнее вулкана) люди пытались поставить всяческие преграды. Но все это делалось наспех и не могло принести ощутимой пользы, так как в то время о возможности прогноза вулканических извержений еще не знали.

В наше время имеются более надежные меры защиты. Совсем недавно (в 1973 г.) при извержении вулкана Хельгафель на о. Хеймаэй (Исландия) мощный лавовый поток, надвигавшийся на город, был остановлен тем, что его непрерывно поливали из водометов холодной морской водой. Иногда возникала необходимость изменить направление лавовых потоков, чтобы предотвратить гибель городов и населенных пунктов, находящихся на их пути. В таких случаях прибегали к помощи авиации и при бомбежке разрушали истоки лавовых потоков и их туннели. В результате предпринятых защитных мер удавалось изменить направление движения лавовых потоков. Так именно и поступили в 30-е годы нашего столетия на о. Гавайи при извержении вулкана Мауна-Лоа.

Однако необходимо отметить, что только строго научное предсказание извержений позволит предпринять необходимые меры и тем самым предотвратить нависшую угрозу, ибо в этом случае могут быть определены наиболее опасные зоны, возможные пути движения лавовых потоков, радиус действия раскаленных туч и многое другое.

Извержения вулканов происходили ранее и будут, несомненно, происходить и в будущем. Предотвратить извержения пока невозможно. Но люди уже давно начали задумываться над тем, как заранее узнать о гро-

зящей им опасности. Однако прогноз извержений вулканов очень сложная проблема, и, прежде чем люди научились их предсказывать, прошли многие сотни лет.

Прогнозом извержений занимались и занимаются ученые разных стран. Много и плодотворно в этом направлении работали и вулканологи Камчатки вначале на Ключевской вулканологической станции, а затем в Институте вулканологии АН СССР.

На чем же основаны предсказания вулканических извержений?

Существуют долгосрочные и краткосрочные прогнозы. Первые из них базируются на соответствующем районировании действующих вулканов. Такое районирование для Камчатки и Курильских островов было проведено еще в 1960—1962 гг. сотрудниками Ключевской вулканологической станции Е. К. Мархиным, А. Н. Сириным, К. М. Тимербаевой и П. И. Токаревым. Основная задача вулканического районирования сводится к тому, чтобы определить опасные зоны, связанные с вулканическими извержениями. Оно учитывает строение вулканов, характер деятельности его в прошлом, изучение вулканических продуктов и рельефа местности, включает анализ тектонической обстановки (разломы и трещины, перемещения блоков) и т. д. Разработка методов прогноза вулканических извержений состоит также в том, чтобы детально анализировать существующие извержению явления. С этой целью ведутся длительные наблюдения, охватывающие как период извержения, так и период покоя. В настоящее время ученые установили зависимость вулканической деятельности от солнечной активности, приливных циклов и т. д.

Краткосрочный прогноз извержений основывается прежде всего на вулканических землетрясениях. Это наиболее универсальный предвестник извержений, предшествующий почти каждому из них. Причиной землетрясений являются нарушения в земной коре в виде разломов, трещин, сдвигов. От этих нарушений возникают толчки, а затем в горных породах образуются упругие волны — продольные и поперечные, которые распространяются во всех направлениях. Эти волны и вызывают землетрясения. Они улавливаются и записываются специальными приборами, которые называются

сейсмографами. Одни землетрясения бывают довольно ощутимые для людей, другие улавливаются лишь приборами. Землетрясения иногда начинаются за несколько недель до извержения. Обычно чем ближе извержение, тем число землетрясений увеличивается. Например, в последний день перед извержением вулкана Шивелуч землетрясения происходили почти непрерывно.

Предвестником извержения являются и наклоны земной поверхности, которые больше всего увеличиваются у подножия вулканов. Они также регистрируются специальными приборами — наклономерами. Этими приборами улавливаются даже очень малые наклоны земной поверхности.

Одним из вспомогательных предвестников извержения является изменение газового состава и температуры фумарол, чувствительно реагирующее на поведение вулкана.

В какой-то мере предстоящее извержение можно предсказать по изменению магнитного и гравитационного полей, хотя эти методы не столь универсальны.

На основании всех этих данных и главным образом вулканических землетрясений дается прогноз извержения, определяются его место, время, масштабы, энергия и зона опасности.

На Ключевской вулканологической станции, а затем в Институте вулканологии вот уже более четверти века службу прогноза и механизма извержения вулканов возглавляет П. И. Токарев. Им создана оперативная служба слежения за сейсмическим режимом вулканов Камчатки, весьма нужная для прогноза извержений. За этот промежуток времени накоплен большой фактический материал, позволяющий научно обосновывать предсказание извержений. И это очень сказалось на работе как лаборатории прогноза и механизма извержений, так и смежных с ней звеньев.

Знание закономерностей связи сейсмического режима и вулканической деятельности и четкая работа оперативной службы позволили предвидеть извержения вулкана Безымянного в декабре 1959 г., апреле 1960 г. и марте 1961 г.

Весьма интересным было предсказание катастрофического извержения вулкана Шивелуч в 1964 г. За несколько месяцев до извержения уже было ясно, что

этот вулкан ведет себя беспокойно, о чем свидетельствовали землетрясения в районе расположения вулкана. Примерно за неделю до извержения произошло около 400 землетрясений, отчетливо записанные сейсмостанциями. В связи с этим была произведена необходимая подготовка для наблюдения за извержением и приняты соответствующие меры предосторожности. Но в то время еще только велась разработка метода и не все верили в возможность прогноза извержений. Поэтому П. И. Токареву 2 ноября 1964 г. на имя дирекции Института вулканологии пришлось писать докладную записку, в которой предупреждалось о возможности извержения вулкана в ближайшее время и о необходимости усиления наблюдений за ним. И вот 12 ноября 1964 г. разразилось чрезвычайной силы извержение, которого не было здесь более 100 лет. По своей силе оно может быть сопоставимо лишь с извержением этого же вулкана в 1854 г.

Предсказание извержений стало реальностью. Этот день на вулканологической станции в пос. Ключи запомнился всем.

Достоверно было предсказано извержение и Толбачикских вулканов. Оно оказалось настолько важным, что по своему значению не уступает самому процессу извержения. Это предсказание явилось значительным итогом достижений советской вулканологии.

Извержения бывают разные. Выделяются слабые извержения, при которых поступает на поверхность не более $0,05 \text{ км}^3$ вулканических продуктов. При умеренных извержениях вулканических продуктов будет на порядок выше — $0,5 \text{ км}^3$. Большие, или сильные, извержения происходят редко — от нескольких десятков до сотен лет, но зато объем поступившего материала может достигать 5 км^3 . Естественно, катастрофические извержения — еще более сильные, но происходят они очень редко.

Какие же прогнозы были сделаны для трещинного Толбачикского извержения? Буквально за одни сутки до извержения в областной газете «Камчатская правда» П. И. Токарев писал следующее: «Ожидаемое извержение никакой угрозы населенным пунктам Камчатки представлять не будет. При извержении центрального кратера пепловая туча может подняться на высоту до

пяти, а возможно, десяти километров. Вулканические бомбы могут выпадать на расстояние двух-трех километров от кратера. При побочном извержении длина лавовых потоков может достичь десяти-пятнадцати километров, а разлет бомб на расстояние не более пяти километров. Таким образом, опасная зона будет ограничиваться радиусом в 15 километров от центра извержения».

Несколькими днями раньше сообщалось, что в ближайшие дни произойдет прорыв побочного кратера в 10 км к юго-западу от активного кратера вулкана Плоский Толбачик. Чтобы так уверенно оповестить прессу, а также официально поставить в известность заинтересованные организации и учреждения о предстоящем извержении, нужно обладать не только незаурядными профессиональными знаниями, но и большой смелостью и настойчивостью.

Это был первый официальный прогноз вулканического извержения, и он оказался довольно точным.

После такого уверенного прогноза началась интенсивная подготовка к этому извержению в Институте вулканологии. Нужно было встретить вулканическое извержение так, чтобы не упустить ни одной важной детали, как говорят, — быть во всеоружии. Поэтому к месту извержения еще до предполагаемого его начала была направлена группа сотрудников Института вулканологии.

Извержения Плоского Толбачика происходят как из центрального кратера, так и из трещин на склонах и у подножия вулкана, в некоторых случаях до 40 км от центрального кратера.

На сей раз события развивались примерно так же, как и в 1939—1941 гг. — извержение началось из центрального кратера. Однако в дальнейшем все было иначе.

Активная подготовка к Толбачикскому извержению началась 27 июня 1975 г. В это время активизировался центральный кратер вулкана. Возможно, одновременно с этим происходило образование скрытых трещин, по которым в дальнейшем магматический расплав продвигался к поверхности.

Само же трещинное Толбачикское извержение, как об этом уже говорилось, началось 5 июля 1975 г.

в 18 км к югу от кратера вулкана Плоский Толбачик. Напомним только, что площадь, покрытая вулканическими продуктами этого извержения, радиус действия, масштаб и место почти совпадают с данными прогноза. Все это подтверждает уникальность сделанного предсказания Большого трещинного Толбачикского извержения.

О созидательной роли вулканов

Многие извержения вулканов и особенно катастрофические причиняют неисчислимые беды. Такие извержения были в очень далеком прошлом, еще до появления человека на Земле и даже намного раньше, происходят они и в настоящее время. Подобных примеров предостаточно на нашей планете. Укажем лишь на совсем недавние, которые произошли на Камчатке. Здесь извержения вулканов Безымянного и Шивелуч опустошили большие пространства, уничтожили на них лесные массивы, а также речки и озера, погубили все живое, обитавшее в этих местах. Обошлось без человеческих жертв только потому, что все поселения находились на значительном удалении от центров извержения.

Трещинное Толбачикское извержение 1975—1976 гг., изучение которого дало очень много для науки, тоже произвело немалые опустошения. Мы уже упоминали о том, что вокруг вновь образованных конусов все усеяно пеплом и шлаком, создается впечатление лунного ландшафта. Излившиеся лавовые потоки покрыли значительную площадь, превратив ее в пустыню.

В некоторых случаях пепловые тучи, выпадая на поверхность земли, уничтожают растительность, находящуюся от места извержения на расстоянии многих десятков километров. Так было при извержении вулкана Шивелуч в 1964 г. Пагубные воздействия вулканических извержений можно наблюдать и во многих других местах Камчатки. Если же вспомнить катастрофические извержения вулканов в других частях планеты, то последствия их были еще более страшными — помимо необычайных разрушений, гибли многие десятки тысяч людей.

В настоящее время предсказание вулканических извержений имеет очень большое значение. Но предотвратить извержения, этот закономерный процесс развития Земли, их губительное воздействие на окружающую среду пока ничто и никто не может.

Однако это лишь одна сторона деятельности вулканов. Вулканические извержения могут приносить и большую пользу человечеству. Изучение вулканов, особенно во время их активизации, дает очень много материала для познания процессов, происходящих в глубинах нашей планеты. Известно, что вулканические извержения поставляют на поверхность земли обилие всевозможных продуктов, которыми теперь широко пользуются люди. Выше упоминалось о шлаках новых Толбачикских вулканов, которые по своим качествам превосходят шлаки извержений других вулканов. Они эффективно могут быть использованы в строительстве. Да и сам вулканический пепел, причиняющий на первых порах много вреда, когда он выпадает в раскаленном виде, оказывается очень полезным для растительности и может применяться для удобрения почв.

Вулканические горные породы широко используются человеком. Такие из них, как пемза, туфы, перлиты, обсидианы и др., нашли весьма большое применение в строительном деле и других отраслях народного хозяйства, и обойтись без них теперь невозможно.

Пемза обнаружена во многих местах Камчатки, встречается она, в частности, и в Армении. Образуется она из монокристаллических пород, весьма насыщенных кремнеземом. Такая порода вспенивается, будучи еще в расплавленном состоянии, а, застывая, превращается в губчатую массу, которую называют еще каменной ватой. Пемза обладает многими ценными качествами, такими, как твердость, однородность, легкость. Поэтому она используется в строительном деле как тепло-, звуко- и электроизоляционный, а также абразивный материал.

Большого внимания заслуживают вулканические туфы. Эти породы сложены песком, пеплом, лапилли и др., которые выбрасываются при вулканических взрывных извержениях. Со временем они уплотняются и из них получается твердая порода, или туф. Туфам присущи многие ценные качества: высокая пористость, низкая

тепло- и звукопроводимость, мягкость, в результате которой туф легко поддается механической обработке.

Особенно широко известны арктические туфы Армении благодаря своим декоративным качествам. Из них построено множество домов и других сооружений как в самой Армении, так и в других местах нашей страны, в том числе и в Москве.

Хорошо известны и такие горные породы, как обсидианы и перлиты. Они образуются при излиянии очень кислых (насыщенных кремнеземом) и вязких расплавов, поэтому не кристаллизуются, а застывают в виде стекла. Применение обсидианов и перлитов очень велико. Из них изготовляют плиты для всевозможной облицовки, оптическое стекло, лабораторную и сортовую посуду, стекловолно, искусственную пемзу, перлитостеклопласт (заменяет дерево) и др.

Во многих местах, притом в больших объемах, используются и другие горные породы вулканического происхождения. Прежде всего это относится к базальтам, а также андезитам, дацитам и липаритам. Базальты не только являются великолепным строительным материалом, но в их лавовых туннелях были обнаружены даже отдельные древние поселения человека.

Напомним также о том, что с вулканической деятельностью связано образование многих видов полезных ископаемых. Наибольшей известностью в этом отношении пользуется сера. Образование многих руд, в которых содержатся такие металлы, как цинк, свинец, ртуть, медь, а также железо, марганец и некоторые другие, связано с деятельностью вулканов. По сути дела это дары вулканов, которыми давно уже пользуются люди.

Вулканические вспышки, когда рождаются новые вулканы или же возобновляют свою деятельность старые, возникают как бы внезапно, нередко протекают очень бурно, а затем на долгое время умолкают. Однако вулканическая деятельность в большинстве случаев не угасает, она лишь обретает иную форму. Продолжение вулканической деятельности находит свое выражение в так называемой фумарольной стадии, когда выделяются парогазовые струи, а вокруг вулканов бьют термальные источники, порой образующие горячие речки. В противоположность вулканическим извержениям, которые

часто совершаются мгновенно, эта стадия весьма долговечна и может продолжаться сотни и тысячи лет.

Люди уже научились с большой пользой применять продукты вулканической деятельности. Особое значение в этом отношении придается термальным водам (или гидротермам) вулканического происхождения. Они теперь используются во многих местах, хотя далеко не в полную меру. Где же и как используются этими богатыми дарами природы? Примеров тому имеется немало. Укажем прежде всего на приполярную, совсем безлесную страну Исландию. Она термальными водами пользуется уже около четырех десятилетий. Воздух над ее столицей Рейкьявиком является самым чистым на Земле. Здесь отсутствуют какие-либо выбросы из котелен и прочих дымоходов. В этом городе термальными водами (с температурой около 90°) обогреваются жилые дома, промышленные и административные здания, учебные заведения, больницы. Помимо этого, во многих местах термальными водами обогреваются многочисленные теплицы, в которых выращиваются овощи.

Свыше 70 лет в Италии на термальных водах работают электростанции. Геотермальные электростанции имеются и в других странах, в частности в США, Новой Зеландии, Австралии.

Термальными водами (независимо от того, как они возникли) пользуются во многих местах и в нашей стране. Приведем лишь несколько примеров. Свыше трех десятилетий они служат в лечебных целях, а также для обогрева жилых и служебных помещений на курорте Талая (Магаданская область, в 250 км от г. Магадана). Используются они и в такой студеной области, как Чукотка. Термальные воды нашли эффективное применение для обогрева жилых зданий в некоторых населенных пунктах на Кавказе, особенно в Дагестане. Велики потенциальные возможности использования термальных вод в Сибири, Казахстане, Средней Азии и в других местах нашей страны.

Особое значение придается термальным водам (источникам, ключам, гейзерам, паровым струям) Камчатки, связанным главным образом с ныне действующими вулканами. Они уже нашли широкое применение на полуострове, но в перспективе — использование термальных вод может дать еще больший эффект. Как

показывают расчеты, запасы тепловой энергии очень велики. Только часть источников Камчатки выносит в год тепло, равное тепловой энергии, которая образуется при сгорании нескольких сотен тысяч тонн условного топлива в течение того же времени. Величина же тепловой энергии всех гидротермальных систем Камчатки, как полагает В. М. Сугробов, изучающий их на протяжении многих лет, эквивалентна теплу, которое выделилось бы при сжигании 30 млн. т условного топлива.

В этом отношении интересен вулкан Авача. Как полагают некоторые ученые (Ю. П. Масуренков и др.), под этим вулканом, всего на глубине 3—4 км, находится магматический очаг объемом около 20 км³ с температурой 700—800°С. Если использовать хотя бы часть этого тепла (путем нагрева воды через скважины и др.), то его окажется вполне достаточно для геотермальной электростанции мощностью в миллион киловатт на очень долгое время.

Термальные воды с полным основанием можно также рассматривать и как химическое сырье, ибо в них содержатся очень ценные минеральные компоненты (бор, мышьяк, ртуть, цинк, медь и некоторые другие).

О богатстве Камчатки термальными, а отчасти и холодными подземными водами теперь уже хорошо известно не только на самой Камчатке, но и далеко за ее пределами. Некоторые из них впервые были описаны знаменитым исследователем Камчатки Степаном Крашенинниковым свыше двух столетий назад (1735—1741 гг.). Им упоминаются Паужетские, Озерновские, Банные, Начикинские и Семячикские источники (ключи). О некоторых из них С. П. Крашенинников писал: «Ключи бьют во многих местах, как фонтаны, по большей части с великим шумом в вышину на один и полтора фута. Некоторые стоят, как озера в великих ямах, а из них текут маленькие ручейки...» (с. 212).

Значительно позднее термальные источники в разных местах Камчатки отмечались некоторыми участниками морских экспедиций. Отдельные источники изучались А. Эрманом (1829 г.), К. Дитмаром (1851—1855 гг.) и др. Большая роль в этом отношении принадлежит краеведу, ботанику по образованию П. Т. Новограбелову. Сведения о горячих источниках опубликованы им в «Известиях Русского географического общества»

(1929—1931 гг.) и «Трудах Тихоокеанского комитета АН СССР» (1932 г.). Особое значение изучению термальных источников придавал выдающийся советский вулканолог Б. И. Пийп, посвятивший Камчатке всю свою жизнь. Его книга «Термальные ключи Камчатки» (1937 г.) широко известна и имеет большую научную ценность.

Изучением термальных источников занимались некоторые сотрудники Научно-исследовательского института курортологии и физиотерапии, Всесоюзного научно-исследовательского института гидрогеологии и инженерной геологии. Но наиболее всестороннее изучение источников ведется сотрудниками Института вулканологии, находящегося в Петропавловске-Камчатском.

В настоящее время на Камчатке насчитывается свыше 200 термальных источников, а точнее районов, где они сосредоточены (иногда в одном месте их не менее 15—20). Они различаются по типу минерализации и температурному режиму. На рис. 4 показаны известные на Камчатке источники. На схеме хорошо видно, что они расположены в основном в южной и восточной частях полуострова — в полосе активно действующих вулканов. В этом случае прямая связь их с вулканической деятельностью неоспорима. Все термальные источники этой полосы с очень давних пор тяготеют к тем же зонам нарушения — глубинным разломам и трещинам, к которым приурочены и активно действующие вулканы. В зоне потухших вулканов они встречаются реже.

В полосе активно действующих вулканов отмечаются сероводородно-углекислые, азотно-углекислые, азотные источники. Исследования В. В. Иванова показали, что первые из них связаны с выходами парогазовых струй и обычно сосредоточены вокруг вулканических центров. Азотно-углекислые источники также образуются в пределах тепловых потоков, которые идут от вулканических очагов.

Минеральный состав источников зависит в основном от той среды (горных пород), в которой они циркулируют. Горячая вода, поднимаясь по трещинам к поверхности, пронизывает горные породы, сильно их изменяя, но в то же время выщелачивает и растворяет часть содержащихся в них минералов. Так образуются минерализованные источники или минеральные воды.

Когда же термальные источники попадают на поверхность, они испаряются, частично охлаждаются, раствор становится пересыщенным, поэтому содержащиеся в них минералы выпадают и отлагаются вокруг. Особенно эффектны кремнистые отложения или гейзериты, окружающие грифоны (трубообразные струи источников) гейзеров. Гейзериты представляют собой большей частью натеки либо же маленькие конусы и терраски. Нередко встречаются и травертины. Это соли угольной кислоты, которые выпадают из растворов наподобие гейзеритов. Иногда из термальных источников выделяются сера, соединения железа, а также соли — кальцит, гипс, галит и т. д. Те или иные отложения видны во многих местах; по ним можно хорошо уяснить характер источников, вокруг которых они отлагаются.

Термальные источники выходят на поверхность по-разному. В одних случаях это спокойно изливающиеся ключи, в других — непрерывно бурлящие, бьющие. Бывает и так, что выбросы кипящей воды и пара происходят через определенные промежутки времени. Это гейзеры (что означает «бьющие», «фонтанирующие»), которые встречаются очень редко. Камчатке в этом отношении очень повезло. Здесь встречаются не только отдельные гейзеры, имеется красивейшая Долина Гейзеров — единственная в нашей стране.

В некоторых местах вокруг трубчатых выходов термальных источников образуются миниатюрные грязевые вулканчики, «кратеры» которых все время пульсируют. Отдельные или групповые источники в пониженных местах образуют небольшие бассейны.

Неодинакова и температура вод термальных источников при выходе их на поверхность. Так, например, Начикинские имеют температуру 70°C, Паратунские — 81°, Малкинские — 83°; более высокая у Узонских — 97° и Паужетских — около 100°. Что же касается фумарольных парогазовых струй, то температура некоторых из них очень высокая — 300—500°, а иногда достигает 800°C.

Термальные и другие минеральные воды — большое богатство полуострова. Некоторые источники уже нашли свое применение, но их используют еще далеко не в полную меру.

Широкую известность получили минеральные источники, обладающие лечебными свойствами. На базе таких источников на Камчатке в поселках Начики и Паратунка построены санатории. Они получили общесоюзную известность. Применяются в лечебных целях и Нижне-Семячские термальные источники, но пока в неорганизованном виде. Многие камчатцы пользуются Малкинскими источниками, из которых производится розлив воды в бутылки. Вода эта не только приятна на вкус, но и имеет лечебные свойства.

Нашли применение термальные воды и в области энергетики. На Паужетском месторождении уже сооружена геотермальная электростанция, хотя пока небольшой мощности (около 5 тыс. кВт). Имеются и другие месторождения; к ним можно отнести Паратунские и Больше-Банские источники. Большой интерес вызывает Мутновский район, где обнаружены значительные запасы энергетических ресурсов.

Положено начало отоплению помещений горячими водами. Таких примеров пока немного (Паужетка, Начики, Эссо), но можно с уверенностью сказать, что количество таких объектов в будущем возрастет во много раз. Используются воды термальных источников в тепличном и парниковом хозяйствах, в которых выращивают очень нужные жителям Камчатки овощи (огурцы, помидоры, лук).

И еще одна важная особенность термальных источников. Она заключается в том, что воды, поступающие с больших глубин на поверхность, непрерывно восстанавливаются за счет фильтрации поверхностных вод вглубь, что имеет большое практическое значение.

К этому хотелось бы только добавить, что большинство термальных источников находится в красивых, живописных местах. Это касается поселков Паратунка и Начики. Не уступает им Паужетка, кальдера Узон и многие другие места. Но особенно запоминается Долина Гейзеров, где как будто по мановению волшебной палочки внезапно взлетают ввысь на многие десятки метров струи кипящей воды и на сотни метров — клубы густого пара, которые окутывают все вокруг, и столь же внезапно все прекращается. Впечатление усиливается еще и тем, что происходит это на фоне обрывистых скал или в глубоких ущельях.

Таковы термальные источники Камчатки, тесно связанные с современной вулканической деятельностью. Они уже поставлены на службу человеку, но это только начало. За ними — большое будущее и большие перспективы.

Может возникнуть вопрос, а как же образуются термальные источники в тех областях, где вулканы давно прекратили свою деятельность. А дело здесь вот в чем. Как известно, во многих районах происходят молодые интенсивные тектонические процессы — образуются разрывы, разломы, трещины, которые порой достигают больших глубин. А чем дальше в глубь Земли, тем температура становится выше, ведь через каждые 33 м она повышается на один градус (так называемый геотермический градиент). В эти разломы и трещины попадает вода. Она нагревается и в дальнейшем устремляется к поверхности (это присуще любому сильно нагретому веществу). Во многих случаях в определенных местах образуются естественные выходы источников, иногда же они выводятся искусственным путем при помощи скважин.

Горячая вода на пути к поверхности взаимодействует с теми породами, через которые она проходит. В результате такого взаимодействия и получается минеральная вода определенного состава.

Иногда же термальные воды образуются несколько иным путем. Благоприятные условия в этом отношении создаются в нефтегазоносных областях, в частности на о. Сахалин. Первостепенное значение для образования термальных вод здесь имеют геохимические условия, которые возникают в недрах нефтегазоносных областей.

Неблагоприятными для распространения термальных источников являются области многолетней («вечной») мерзлоты. Однако они встречаются здесь и имеют довольно высокую температуру. Так, на Чукотском полуострове в Мечигменских источниках температура достигает 95°. Там же отмечаются и другие источники, но с более низкой температурой. Предполагается, что наличие их обусловлено крупными зонами тектонических нарушений и проникновением по ним воды на большие глубины.

Можно привести и другие примеры. На Северо-Востоке нашей страны, где температура в зимнее время

опускается до 50—60°, а мощность вечномерзлых толщ измеряется многими сотнями метров, тоже встречаются источники. И, хотя термальными их назвать нельзя, тем не менее даже в суровую зимнюю пору они не замерзают. Один из таких источников обнаружен в верховье Индигирки с температурой плюс 26° при температуре воздуха минус 40° (источник называется Сытыган-Сылба). В бассейне р. Момы (правый приток Индигирки) найдена незамерзающая полынья с температурой воды в верхней части плюс 7,1° при температуре воздуха около 36° ниже нуля. И это не единичные случаи. Такие выходы относительно теплой воды расположены в зоне Момского разлома, который находится в состоянии постоянного перемещения блоков земной коры сотни миллионов лет. Вероятно, по этой же причине здесь происходили вспышки вулканической деятельности. Последняя была совсем недавно, возможно менее тысячи лет назад, когда возник вулкан Балаган-Тас. Этим, видимо, и обусловлено существование незамерзающих источников, поскольку они подогреваются вулканическим очагом, а затем просачиваются через мощные вечномерзлые толщи к поверхности.

Таким образом, мы коротко познакомили читателя с созидательной ролью вулканов, которая очень обширна и многогранна.

Послесловие

Народная мудрость всегда отражает истину. В древнеримских и древнегреческих мифах и легендах бог огня Вулкан наделен довольно мирной профессией кузнеца (по-гречески Гефест). Однако же давно известно, что этот «кузнец» порой бывает очень далек от созидания. Нередко бывает наоборот — он производит невообразимые разрушения, уничтожая все вокруг. И тем не менее...

Действительно, вулканическая деятельность, разумеется, за сотни миллионов лет, во многом способствовала образованию земной коры, созданию высочайших гор и горных хребтов. Хорошо известно, что в результате вулканической деятельности образуются рудные месторождения. Вулканическое тепло в разных точках земного шара (в том числе и на Камчатке) служит

источником для геотермальных электростанций. Приносят большую пользу твердые вулканические продукты (горные породы), поступающие с больших глубин во время извержения. Термальные источники используются людьми для лечения многих болезней.

Достоверно известно также, что вулканическая деятельность далекого прошлого во многом превосходила современную (иногда в сотни раз!). Поэтому неудивительно, что такие вулканические извержения способствовали созданию грандиозных сооружений на поверхности Земли. Но и современные извержения, хотя имеют и не столь широкое распространение, как в далекие времена, иногда образуют вулканические постройки (главным образом шлаковые конусы) буквально в считанные дни. Поэтому исследованиям вулканической деятельности вообще придается большое значение. Вулканы — это своеобразные зонды, дающие информацию о строении Земли на глубину многих десятков километров.

На нашей планете ежегодно отмечается до 20 вулканических извержений. В основном периодически возобновляются извержения постоянно действующих вулканов. Это хорошо известные в нашей стране вулканы Камчатки и Курильских островов. Но рождение новых вулканов, особенно на суше, — явление необычное, и происходит оно очень редко. В пределах Курило-Камчатской вулканической дуги в XX в. впервые наблюдалось трещинное извержение на Камчатке, получившее вскоре столь широкий резонанс. Вполне естественно, что ему было уделено самое пристальное внимание и оно тщательно изучалось сотрудниками Института вуканологии и некоторыми другими научными организациями нашей страны.

Необыкновенно важным в данном случае оказалось и то, что Большое трещинное Толбачикское извержение было точно предсказано службой прогноза и механизма извержений.

Все это вместе взятое позволило ученым хорошо подготовиться к предстоящему извержению, а затем произвести сложное комплексное изучение как самого процесса извержения, так и разнообразных вулканических продуктов (твердых, жидких и газообразных), которые поступали с больших глубин на дневную поверхность. Ценность этих исследований заключается в том,

что вулканические продукты изучались сразу же, в момент выхода их на поверхность. Они поступали с таких глубин, которые пока нельзя достичь никакими сверхглубокими скважинами.

Чтобы лучше понять природу Большого трещинного Толбачикского извержения, продукты его сопоставлялись с продуктами вулкана Плоский Толбачик. Деятельность этого вулкана тесно связана с новым Толбачикским извержением; он приурочен к одной и той же активной зоне с одинаковым составом вулканических продуктов.

Для сравнения масштаба и характера извержений приводились краткие сведения о других действующих вулканах Камчатки и иных мест нашей планеты.

Трещинное Толбачикское извержение по сравнению с некоторыми катастрофическими извержениями оказалось небольшим, и тем не менее изучение как самого извержения, так и его продуктов дало очень много вулканологам нашей страны, а значение полученных данных не ограничивается только Камчаткой.



Фото 1. Одна из систем трещин перед прорывом и выходом раскаленного магматического расплава на поверхность. Северный прорыв

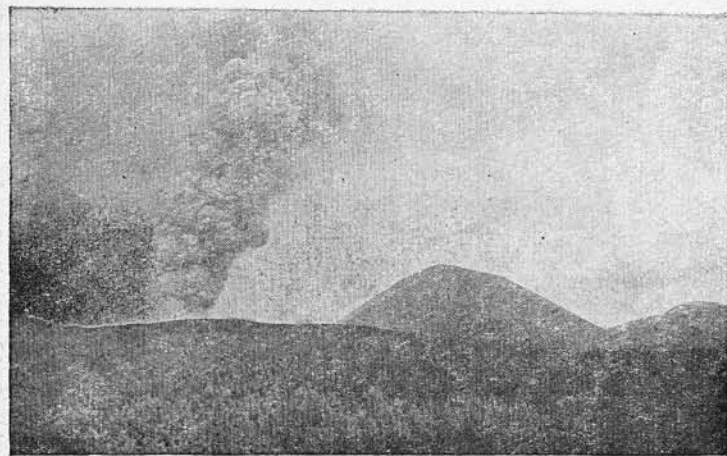


Фото 2. Столбообразное пепловое облако над вторым конусом Северного прорыва

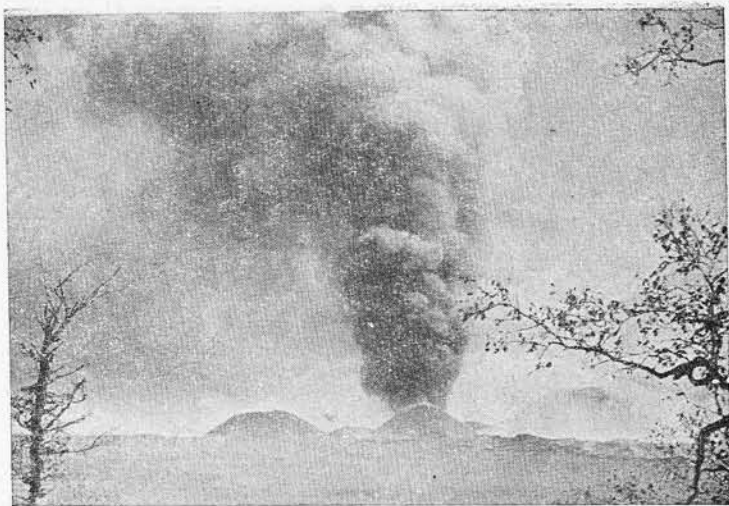


Фото 3. Самая активная стадия второго конуса Северного прорыва трещинного Толбачикского извержения. Слева — фумаролы третьего конуса, справа — виден первый конус

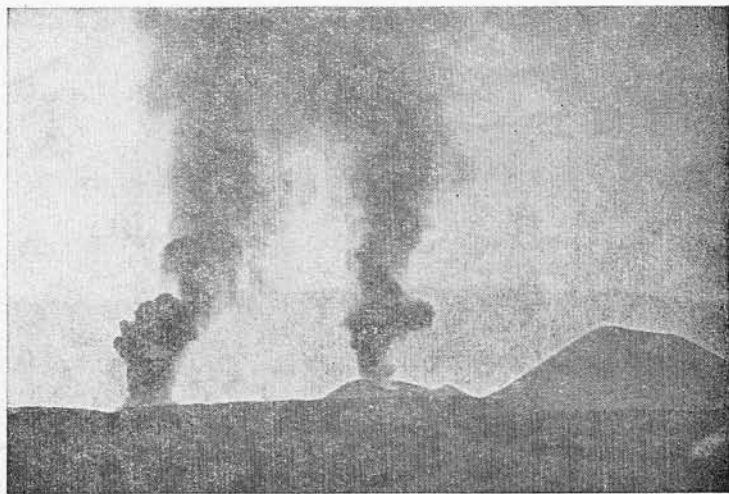


Фото 4. Одновременное извержение второго и третьего конусов Северного прорыва. Справа — первый конус

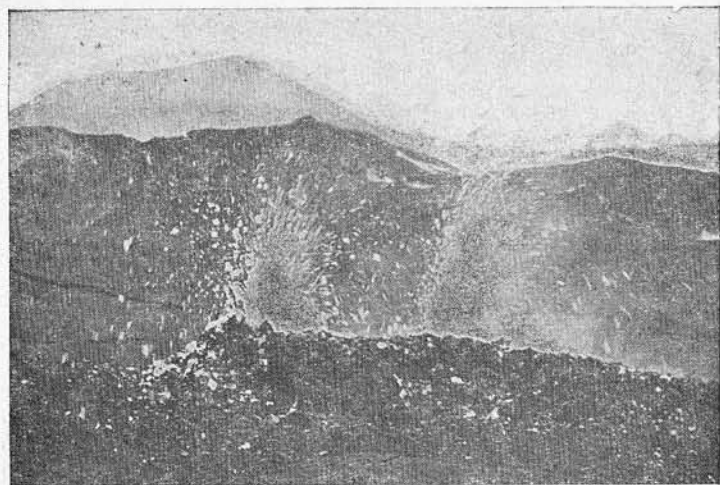


Фото 5. Лавовые фонтаны из образовавшейся трещины. Слева видно продолжение трещины. Северный прорыв

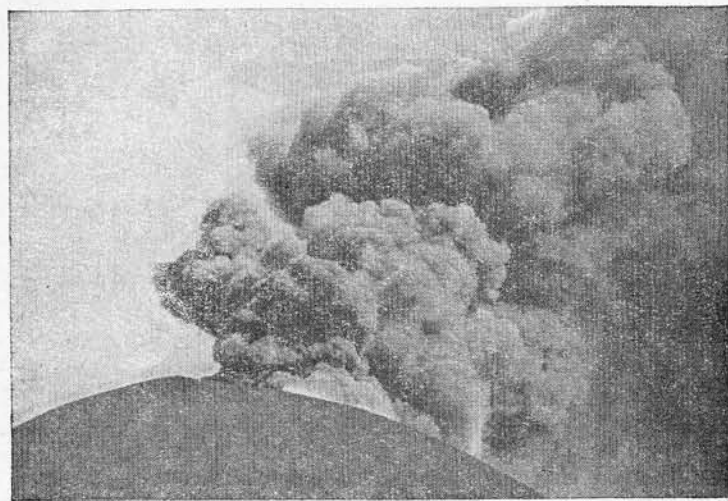


Фото 6. Пепловые выбросы из кратера конуса Южного прорыва

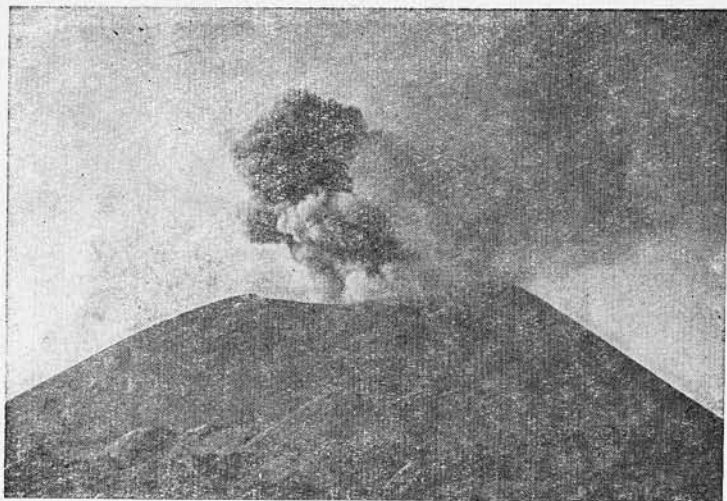


Фото 7. Конус Южного прорыва. На переднем плане лавовые потоки и останцы конуса начального этапа извержения

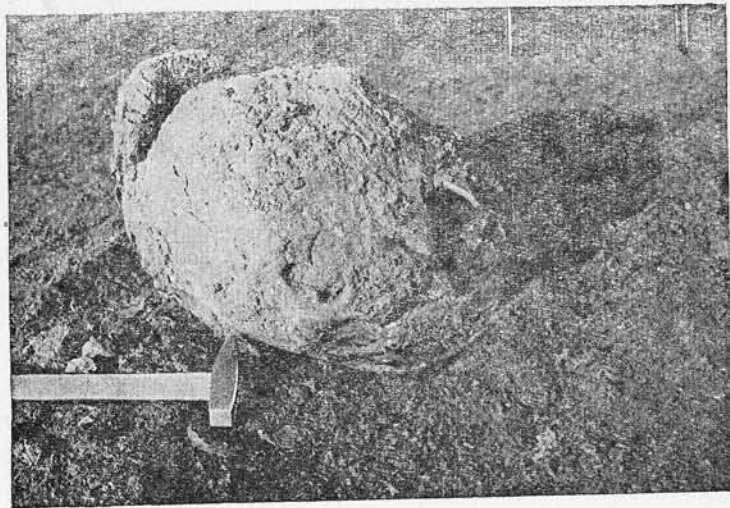


Фото 9. Вулканическая бомба Южного прорыва

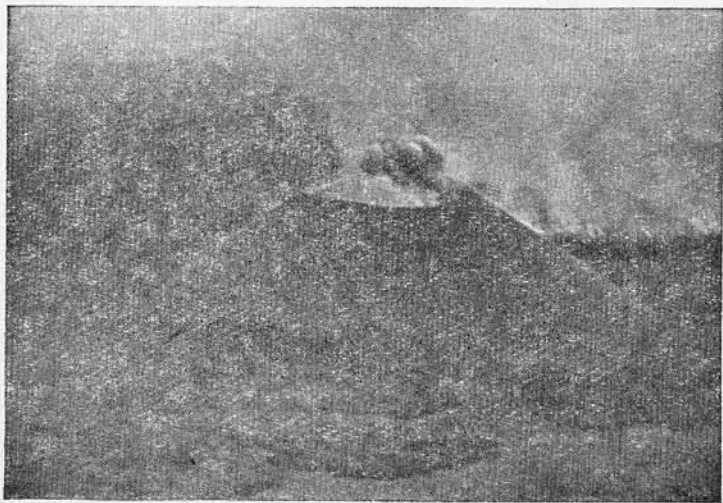


Фото 8. Конус Южного прорыва трещинного Толбачикского извержения с образовавшейся вокруг него «пустыней». На дальнем плане — парение над истоком лавы

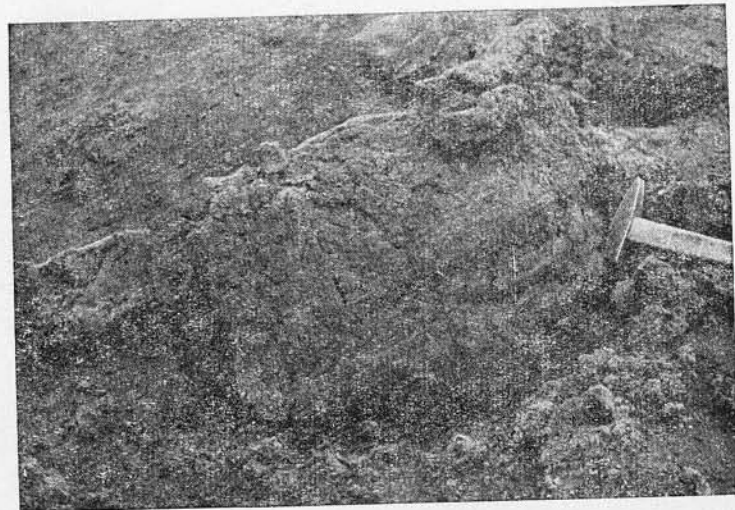


Фото 10. Вулканическая бомба Южного прорыва. Такие бомбы характерны для вязкой лавы



Фото 11. Кусок горной породы, запеченный в лавовой корке. Своеобразная вулканическая бомба. Северный прорыв



Фото 13. Исток глыбовой лавы у подножия конуса Южного прорыва

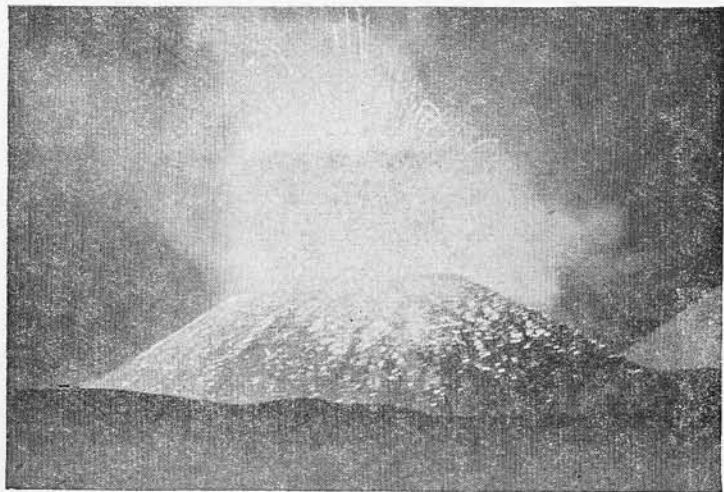


Фото 12. Фейерверки извергающихся раскаленных частиц над вторым конусом (ночной снимок). Северный прорыв

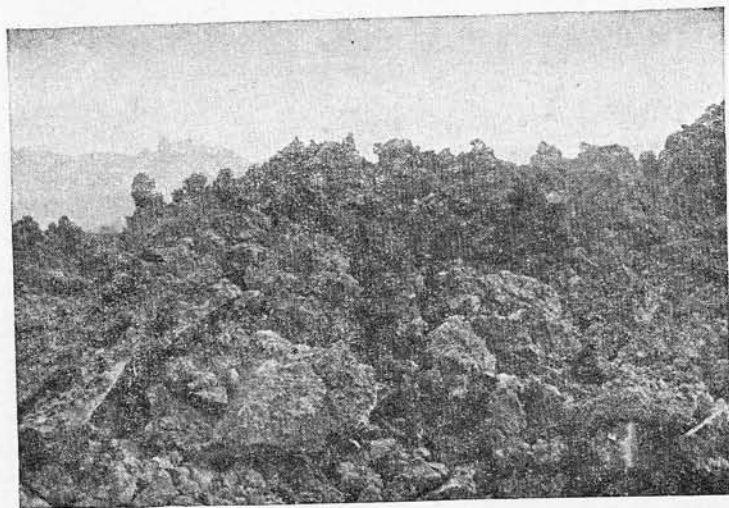


Фото 14. Фронтальная часть глыбового лавового потока. Южный прорыв

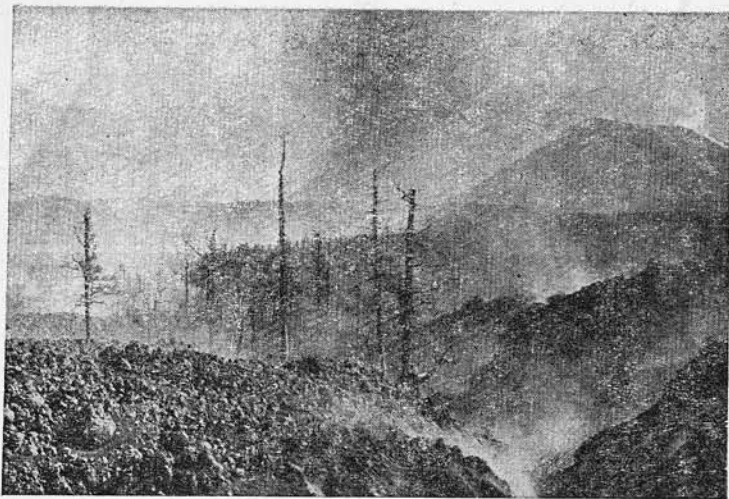


Фото 15. Лавовый поток Северного прорыва (центральная часть). Хорошо видна парящая поверхность лавового потока. На дальнем плане (в центре) облаком пепла окутан второй конус

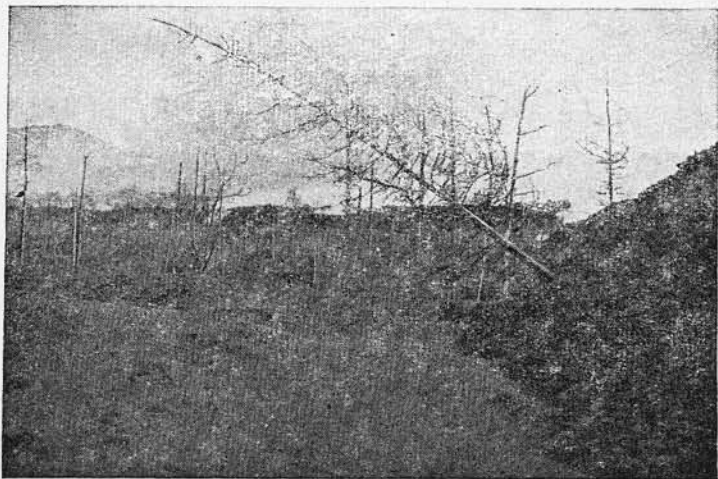


Фото 16. Наступление лавового потока на лесную растительность; часть потока движется по «лунному» ландшафту. Поверхность потока сложена шипообразными обломками. Северный прорыв

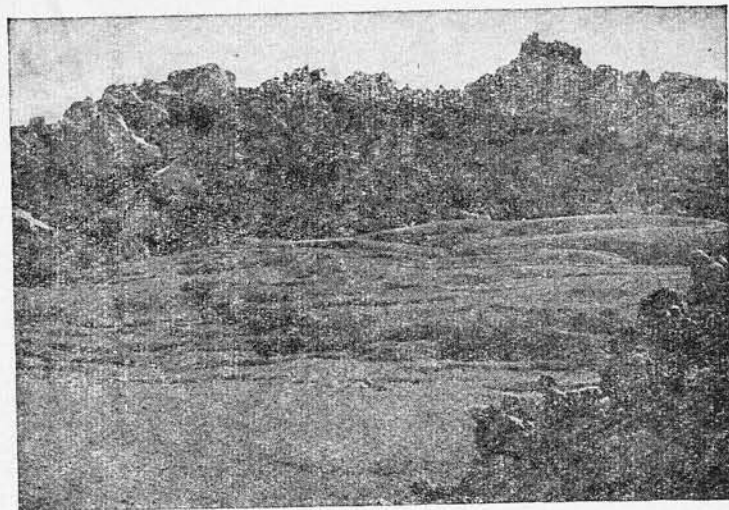


Фото 17. Передняя (фронтальная) часть лавового потока. Он движется по засыпанному шлаком и деплом полю, образуя на нем морщинистый вал. Северный прорыв

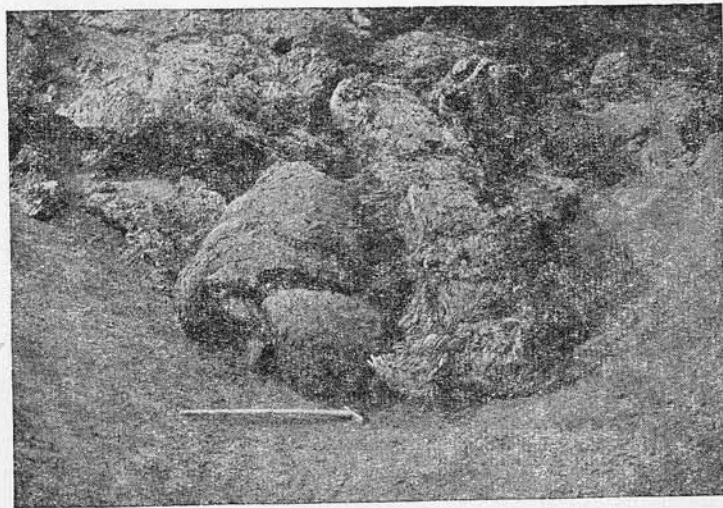


Фото 18. Один из участков жидкой лавы; выдавливание жидкого расплава через трещины остывшей корки. Северный прорыв

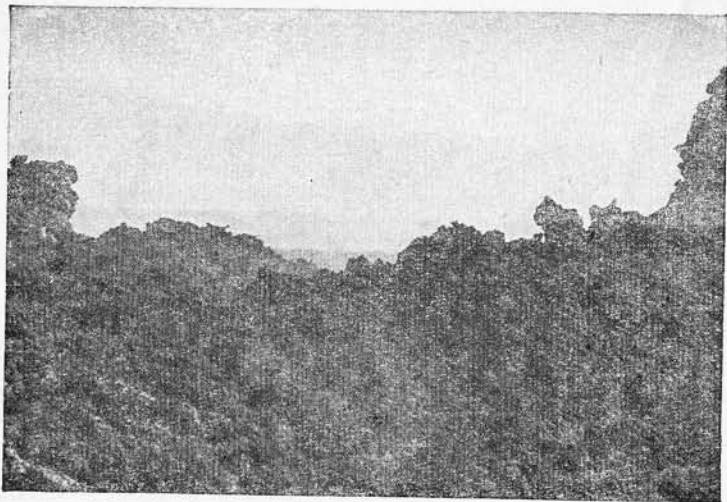


Фото 19. Поверхность лавового потока гавайского типа по фарватеру. Южный прорыв

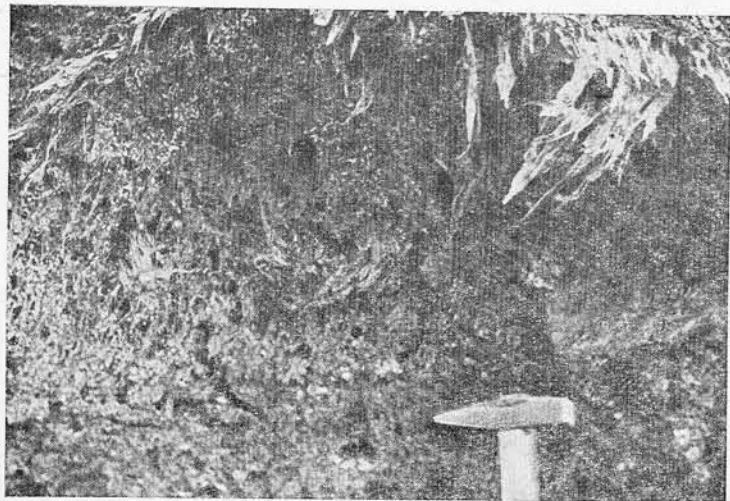


Фото 20. Стеклообразные нити на сводах лавовых пузырей, насыщенных газами. Южный прорыв

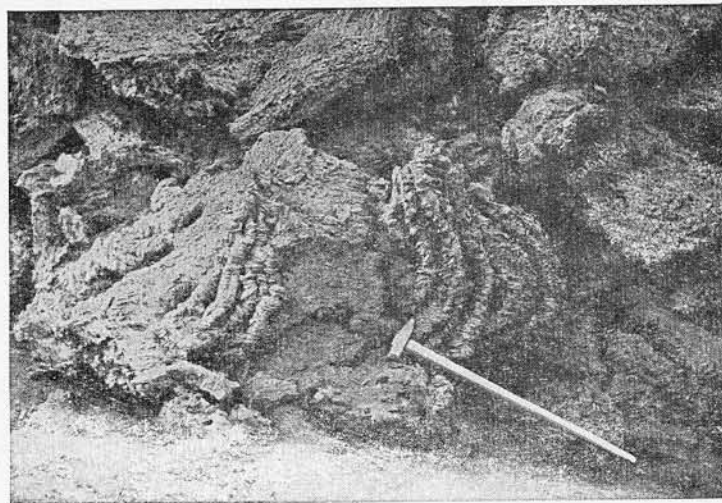


Фото 21. Начальная стадия образования лавы с канатной поверхностью. Южный прорыв



Фото 22. Фрагмент жидкой лавы с канатной поверхностью в середине потока. Южный прорыв

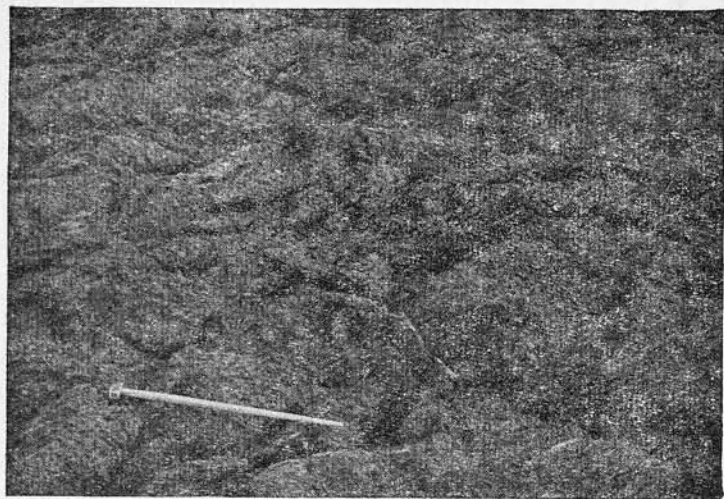


Фото 23. Морщинистая поверхность лавового потока. Южный прорыв

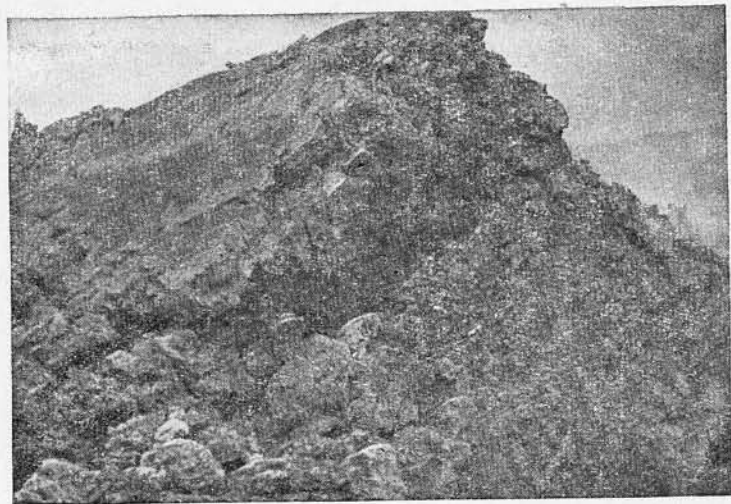


Фото 25. Лавовый бугор на лавовом потоке. Огромные глыбы, уже намного остывшие, переносятся лавовым потоком. Южный прорыв



Фото 24. Волнистая лава, несколько припорошенная пеплом. Южный прорыв

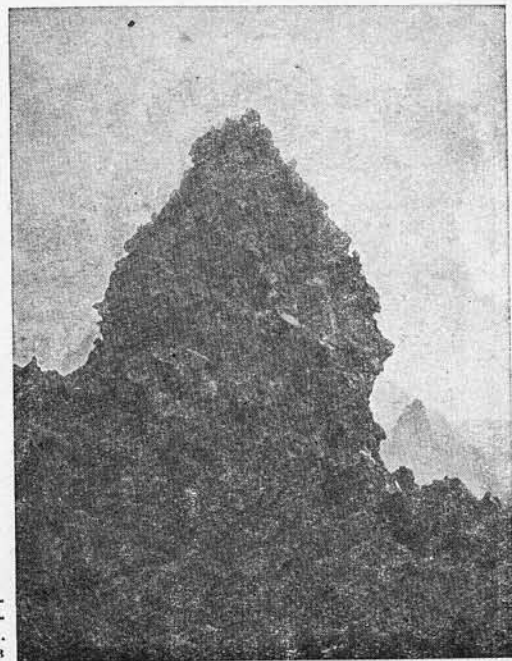


Фото 26. «Корабли» (части конуса) на поверхности лавового потока. Южный прорыв

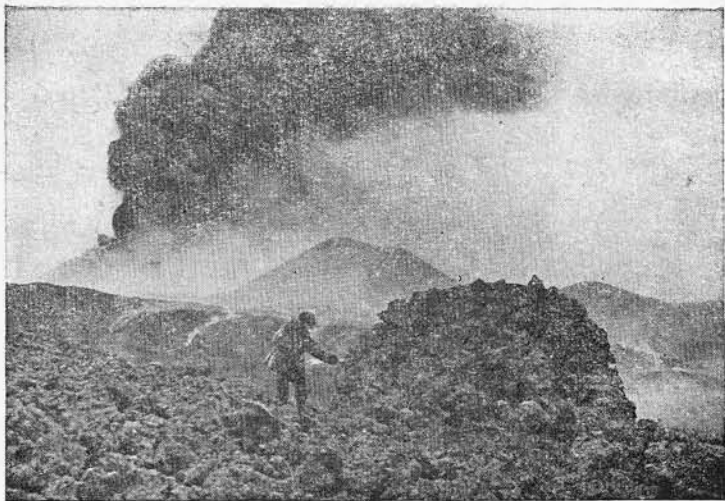


Фото 27. Шарообразные бугры на лавовом потоке. Далее видны поток вязкой лавы и конусы Северного прорыва

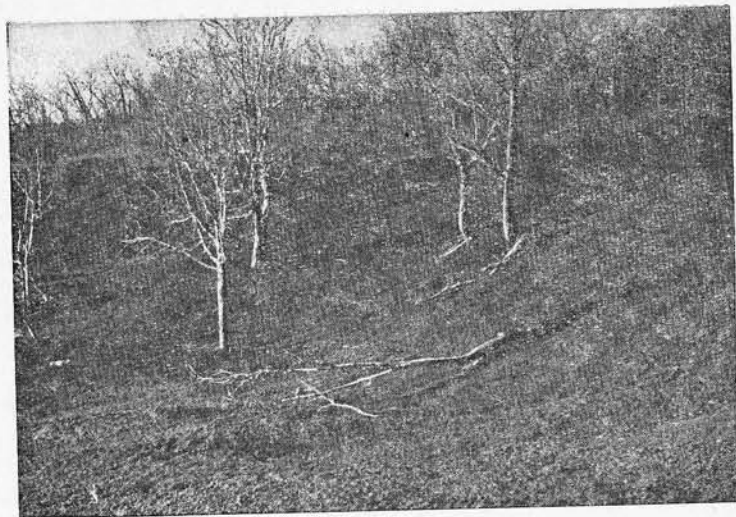


Фото 29. Там, где прошел грязевой поток (начало). Северный прорыв

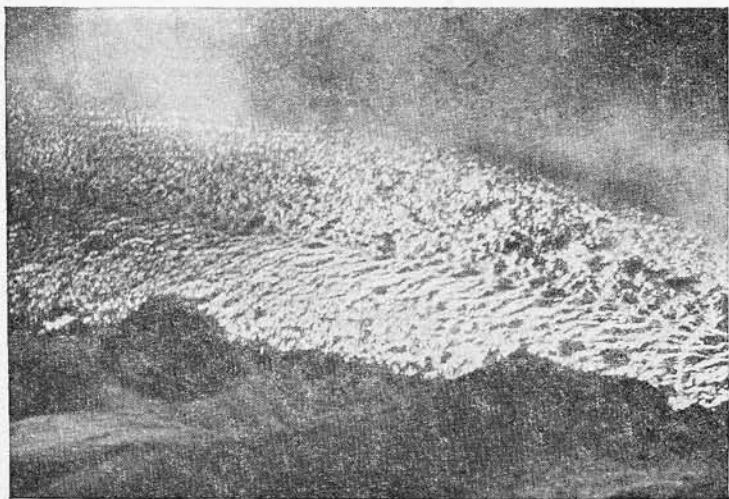


Фото 28. Характер поверхности лавовой речки у ее истока. Южный прорыв

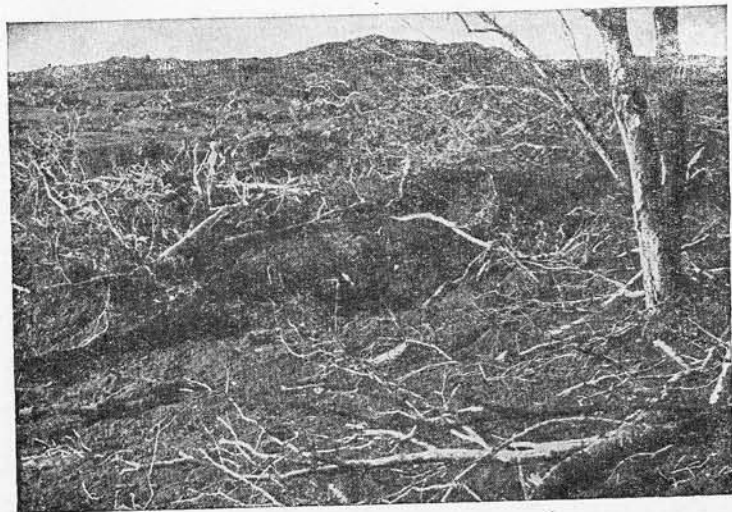


Фото 30. Последствия мощного грязевого потока, который прошел по лесной растительности. Северный прорыв

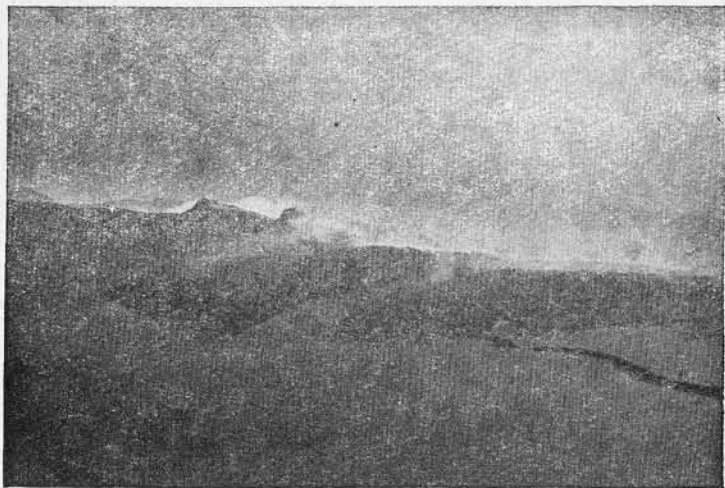


Фото 31. Зияющие трещины, из которых в начальную стадию еще не поступают продукты извержения. Северный прорыв

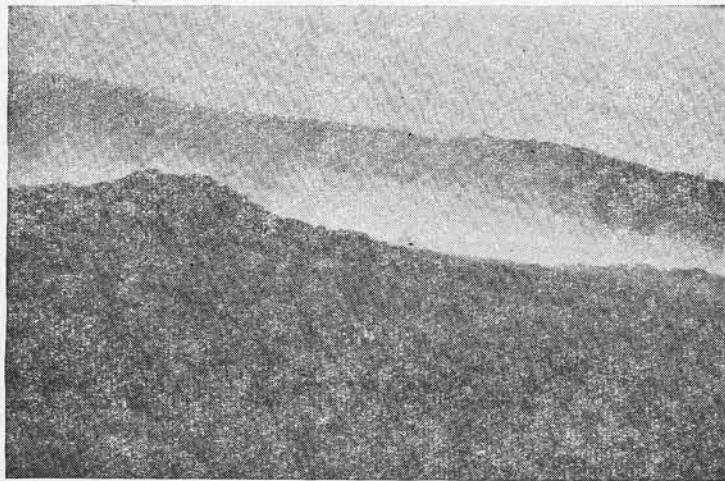


Фото 32. На переднем плане — трещина, предвещающая выход лавы на поверхность. На заднем плане на одной из подобных трещин уже происходит выжимание лавового потока (видна парящая поверхность лавы). Северный прорыв

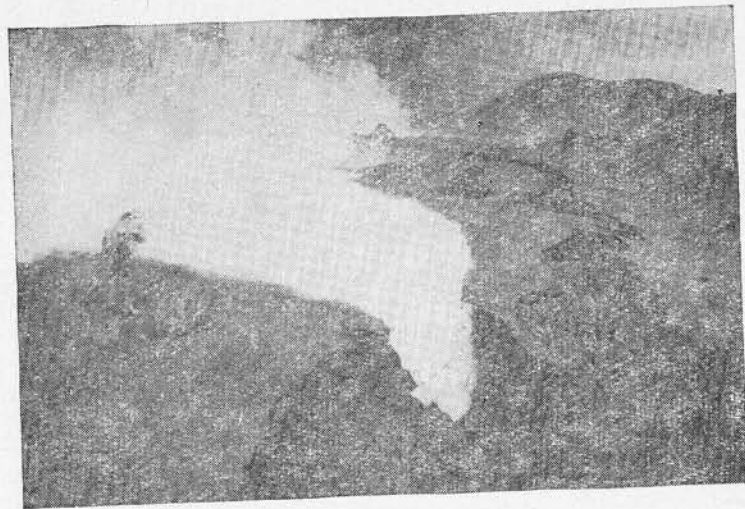


Фото 33. Широкая трещина, вдоль которой поднимаются парогазовые выделения и выжимается лава. На дальнем плане в одной из трещин заметно фонтанирование лавы (разбрызгивание). Северный прорыв

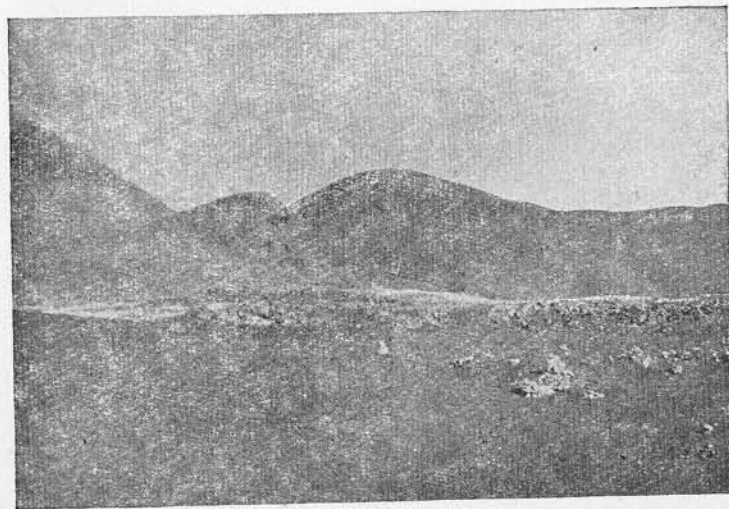


Фото 34. Трещина в древнем шлаковом конусе 1004, из которой излился первый лавовый поток. Это одно из наиболее эффектных явлений, которое произошло при этом извержении. Северный прорыв



Фото 35. Кратер Плато Толбачика до трещинного Толбачикского извержения. Снимок сделан в 1967 г.



Фото 37. Извержение вулкана Безымянного в 1977 г. В центре снимка — короткий лавовый поток на внешнем склоне конуса Новый



Фото 36. Кратер (кальдера) Плато Толбачика, засытого в 1977 г. (с той же точки, см. фото 35), но уже после обрушения, как следствие трещинного Толбачикского извержения. Хорошо виден контур обвала по ледяной кромке

Что можно прочитать еще о Камчатке

- Белов М. И. Подвиг Семена Дежнева. М., Мысль, 1973.
- Влодавец В. И. Вулканы Земли. М., Наука, 1973.
- Ефимов А. В. Из истории великих русских географических открытий. М., Наука, 1971.
- Крашенинников С. П. Описание земли Камчатки. М.—Л., Главсевморпуть, 1949.
- Мархинин Е. К., Сирин А. Н., Тимербасва К. М., Токарев П. И. Вулканы Камчатки и Курильских островов. Петропавловск-Камчатский, Дальневост. кн. изд-во, 1959.
- Пийп Б. И. Термальные ключи Камчатки. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1937.
- Пийп Б. И. Ключевская сопка и ее извержение в 1944—1945 гг. и в прошлом. — Тр. Лабор. вулканологии АН СССР, вып. 11, 1956.
- Полевой Б. П. О происхождении названия «Камчатка». — В кн.: Краткий топонимический словарь Камчатской области. Петропавловск-Камчатский, 1967.
- Чирков А. М. Толбачикское извержение в 1975 г. на Камчатке. — Природа, 1976, № 7.

Словарь терминов

Атрио — кольцевая долина вокруг внутреннего конуса у двойных вулканов.

Базальт — излившийся или поступивший в дробленном виде на поверхность земли при вулканических извержениях магматический расплав, для которого характерно низкое содержание кремнезема.

Бокка — отверстие на дне кратера или на внешнем склоне вулканического конуса, откуда происходят извержения.

Вулканы — конусовидной или иной формы образования, возникающие при извержении глубинных магматических расплавов на дневную поверхность. В процессе вулканических извержений образуются главным образом конусовидные горы. Среди вулканов в зависимости от характера выводного отверстия различают: центрального типа, сложенные лавами с пирокластикой, поступающими из одного, для того же отверстия (для них характерна конусовидная постройка с крутыми склонами); щитовые с явным преобладанием лав над пирокластикой и очень пологими склонами (от 8—10 до 2°); трещинные, образующиеся при извержении вулканических продуктов (лав и пирокластики) из трещины, причем в одних случаях на всем протяжении их, в других происходит локализация лишь в определенных местах.

Вулканические бомбы — куски раскаленной лавы, выброшенные при взрывных извержениях вулканов. Куски (размером от 10—15 см до 1 м и больше), находясь в пластичном состоянии, в воздухе приобретают самую разнообразную форму (эллипсоидальную, изометричную, веретенообразную и др.). Внутренняя часть бомб пористая, а наружная корка их плотная, стекловатая.

Гейзеры — периодически фонтанирующие горячие источники. Они возникают в тех местах, где недалеко от поверхности залегают неостывшие магматические массы. Великолепным примером в этом отношении является Долина Гейзеров на Камчатке.

Геосинклиналь, геосинклиальная зона — подвижная область земной коры, которая медленно погружается, благодаря чему в ней накапливаются мощные толщи осадков. Во время воздымания накопившиеся осадки собираются в складки — образуются складчатые горы.

Гидротермальные источники (термальные ключи) — выход воды из глубин в горячем, иногда перегретом состоянии, поступающей на поверхность в виде пароводяной смеси. Тяготеют к ныне действующим вулканам и тектонически нарушенным зонам.

Горные породы — естественные ассоциации минералов, возникшие в результате физико-химических и геологических процессов. Горные породы могут быть плотными (гранит, диорит, липарит, базальт и др.) или рыхлыми (песок, лёсс, глина, гравий и др.).

Дайка — протяженное, уплощенное или иной формы тело, образовавшееся в результате заполнения магматическим расплавом трещины. Форма ее зависит от конфигурации заполненной расплавом

трещины. В некоторых случаях дайки являются своеобразными конями лавовых потоков.

Дацит — горная порода с высоким содержанием кремнезема. Образуется из выжатого на поверхность вязкого магматического расплава. Большой частью ими сложены экструзивные купола.

Игнимбрит («огненный ливень» или «палящая туча») — выброшенная на поверхность при взрывных вулканических извержениях раскаленная масса мелких обломков кислого состава (насыщенных кремнеземом). При падении на землю эти обломки спекаются и в результате образуется монолитная горная порода — игнимбрит.

Инверсия — смена общего прогибания геосинклинали общим поднятием.

Инфильтрация — проникновение атмосферных и поверхностных вод в почву, горные породы и различные пористые вещества, в результате чего образуются инфильтрационные, или грунтовые, воды.

Интрузивные горные породы — породы полнокристаллического облика, образовавшиеся в результате медленного застывания магмы в толще земной коры на значительной глубине от поверхности.

Кальдера (котел, котловина) — впадина, или депрессия, образовавшаяся вследствие оседания кровли или вулканического конуса. Причиной оседания является понижение уровня магматического очага. По этой причине нарушается равновесие (теряется опора) и в конечном счете происходит обрушение.

Кратер — впадина в виде чаши или воронки, расположенная на вершине конусовидной горы. Образуется в результате взрывных вулканических извержений. Обычно из кратера изливаются лавовые потоки, а также выходят газы и выбрасываются дробленые вулканические продукты.

Лава — магматический расплав, достигший дневной поверхности при извержении вулканов. Постепенно теряя пар и газ (летучие), расплав образует различной мощности и протяженности лавовые потоки и покровы.

Лапилли (по-итальянски означает «камешки») — обломочные частицы размером от 2 до 20 мм, выброшенные на поверхность при взрывном вулканическом извержении. Для вулкана Плоский Толбачик, а также трещинных Толбачикских вулканов (Южный прорыв) весьма характерны плагиоклазовые лапилли. Это сростки 10—15-миллиметровых (иногда меньше) тонких пластинок плагиоклаза, образующие округлые шарики, напоминающие по внешнему виду грецкий орех.

Магма — огненно-жидкий расплав, возникающий в глубинных горизонтах Земли. В отличие от лавы магма в большей степени насыщена летучими (газом и паром).

Маар — взрывная воронка вулканического происхождения, образование которой не сопровождается излиянием лавовых потоков.

Обсидиан — плотное вулканическое стекло, содержащее около 65% кремнезема. Образуется при быстром застывании лавы либо поверхности экструзивного купола.

Пепел — наиболее мелкие частицы магматического расплава, выбрасываемые на поверхность при взрывных вулканических изверже-

ниях. Иногда поднимается на десятки километров в высокие слои атмосферы, образуя пепловые облака.

Пемза — вспенившееся стекло (или каменная пена) кислых и средних по составу расплавов (лав). Большие массы пемзы образуются при сильных вулканических извержениях.

Пена базальтовая — сплетение тонких волосовидных стеклянных нитей. Свойственна гавайским и толбачикским типам вулканов.

Перлит — вулканическое стекло, обогащенное водой (более 1%). При быстром обжиге мелкодробленого перлита в печах при температуре 1200°С он вспучивается, увеличиваясь в объеме в 10—15 раз, давая искусственную пемзу.

Пирокластика, или пирокластический материал, — различные по размеру и форме обломки, выброшенные в раскаленном состоянии взрывными, или эксплозивными, вулканическими извержениями. К ним относятся шлаки, бомбы, лапилли, песок, пепел.

Сомма — остатки древнего разрушенного конуса вулкана (следствие взрыва или провала), образующего кольцевой или полукольцевой вал вокруг более молодого внутреннего вулканического конуса.

Стратовулкан — вулканический конус, сложенный чередованием рыхлых, или эксплозивных (шлаки, песок, пепел и др.), продуктов и лавовых потоков, поступающих из жерла вулкана. Это наиболее характерная форма вулканов.

Тектоника — отрасль геологии, изучающая движение и деформации земной коры и те особенности ее строения, которые ими создаются.

Тектонические процессы — внешние и внутренние геологические преобразования, вызывающие развитие деформаций (искажений) земной коры (разломы, трещины, передвижение блоков).

Туф — порода вулканического происхождения, состоящая из обломочного, большей частью несортированного материала, впоследствии сцементированная и отвердевшая. В нашей стране большой известностью пользуется армянский туф (Армения). Он имеет розовато-фиолетовый цвет различных оттенков. Обладает высокой пористостью, малой средней плотностью, низкой тепло-звукопроводимостью. Имеются и другие туфы с несколько большей плотностью и более богатыми цветовыми оттенками. Туф применяется главным образом как стеновой и облицовочный материал.

Шлак — куски лавы разной величины — один из главных продуктов выброса при взрывных извержениях вулканов. Он сильно пузыристый и пористый (вследствие чего бывает легче воды), напоминающий строение шлаков доменных печей. Образуется шлак и на поверхности лавовых потоков.

Фумаролы — выходы горячего вулканического газа и пара в виде струй либо спокойно парящих масс из трещин, каналов, а также неостывших лавовых потоков. Температура некоторых фумарольных струй достигает 300—500°С, а порой и больше. Низкотемпературные (от 90 до 300°С), преимущественно сернистые фумаролы называются сольфатары, а еще более низкотемпературные, в основном углистые — мофеты. В общей сложности все это определяется как фумарольная стадия вулканической деятельности.

Эксплозивные продукты (explosio — взрыв) — рыхлые или мелкообломочные породы вулканического происхождения, образовавшиеся в результате взрывных извержений. К ним относятся различной величины и формы куски шлака, вулканические бомбы, лапилли, песок и пепел.

Экструзия — выжимание или выдавливание на поверхность преимущественно вязкого магматического расплава, в результате чего образуются куполовидные (экструзивные) тела главным образом изометричной формы. Существуют три разновидности: выжатые монолиты с равенством диаметра подводящего канала и выступающего на поверхность купола; с превосходством выжатого купола над подводящим каналом; веерообразная поверхность купола, также превышающая диаметр подводящего канала.

Эффузивные породы — породы, образованные магматическим расплавом, поступившим из глубин Земли на ее поверхность (по разломам, трещинам, при вулканических извержениях).

Оглавление

Предисловие	3
Камчатка и ее особенности	5
Камчатка. Почему она так названа?	7
Что предшествовало открытию Камчатки	8
Ландшафты Камчатки	13
Плутон бежит из ночи	19
Что такое вулканы?	21
Рождение Толбачикских вулканов на Камчатке	23
Другие действующие вулканы Камчатки	49
Прогноз вулканических извержений	69
О созидательной роли вулканов	75
Послесловие	84
Что можно прочесть еще о Камчатке	106
Словарь терминов	107

20 коп.
НЕДРА

