

---

---

## ЭКСПЕДИЦИИ И ПУТЕШЕСТВИЯ

---

# ПО ВУЛКАНИЧЕСКИМ ОБЛАСТЯМ ИТАЛИИ

**В. И. Володавц**

*Доктор геолого-минералогических наук*



*В сентябре 1954 г. в Риме происходила X Генеральная ассамблея Международного геодезического и геофизического союза<sup>1</sup>, во время которой состоялись экскурсии на действующие вулканы Италии и на геотермоэлектростанции в Лардерелло. Советская делегация, принимавшая участие в работах этой Ассамблеи, совершила ряд экскурсий. Своими впечатлениями делится один из представителей ученых нашей страны на Ассамблее.*

Итальянские действующие вулканы расположены в густо населенных районах Европы, и здесь впервые началось изучение вулканической деятельности. И если Везувий в свое время стал родиной вулканологии, то современная Италия в известной степени является пионером по практическому использованию могучих вулканических сил — глубинного тепла.

Предистория современной вулканической деятельности в Италии начинается примерно со времени формирования Апеннинского хребта. Тектонические процессы, вызвавшие, с одной стороны, образование Альп и Апеннинского хребта, а с другой стороны, сбросы, приведшие к образованию Тирренского и Адриатического морей, обусловили возобновление вулканической деятельности.

В течение кайнозойского времени вулканы действуют во многих областях Италии: в Венецианской, Апулийской, Тосканской и Римской (причем в последней вулкан Альбано действовал еще в первом тысячелетии до нашей эры).

Вулканическая деятельность на юге Ита-

лии и на прилежащих островах продолжается и в настоящее время. Она сосредоточена в Неаполитанском районе, на Эолийских островах и в Сицилии. Действующие вулканы здесь приурочены к тектоническим разломам.

Некоторые исследователи считают, что вулканическая деятельность в Италии связана главным образом с огромным сбросом, происшедшим в начале третичного периода между юго-западным побережьем Апеннинского полуострова, северным побережьем Сицилии и восточным побережьем Сардинии и Корсики, и что вулканы возникли как раз по краям этого сброса.

Мы выехали из Рима утром 26 сентября и через несколько часов были в Неаполе. Затем автобус доставил нас на западную окраину Неаполя, значительно возвышающуюся над морем. Внизу раскинулась изумительная панорама: Неаполь, к югу от него — синее море, а на горизонте возвышается Везувий — классический вулкан, который вошел во все учебники общей геологии и географии.

Вулкан в целом представляет собой не одну гору, а две. Одна, имеющая вид усечен-

---

<sup>1</sup> См. «Природа», 1955, № 3, стр. 62—69.



Вулкан Монте-Нуово

ного копуса, — это собственно Везувий, а вторая, расположенная несколько севернее, с крутыми южными и более пологими северными склонами, — это часть вулкана Соммы.

В Неаполитанский вулканический район, наряду с Везувием и Соммой, входят так называемые Флегрейские поля с прилегающими островами.

Вулканическая деятельность в Неаполитанском районе началась в третичный период (в плиоцене, а может быть, в верхнем миоцене) и продолжается до настоящего времени. Она была особо интенсивной в районе Флегрейских полей.

Здесь, на площади около 150 км<sup>2</sup>, обнаружено 27 кратеров. Кроме того, на о-вах Прочида известно два кратера, на Виварии — один кратер и на Искии — семь кратеров. Наконец, есть и подводные вулканы — одни к востоку от о-ва Иския и два к востоку от Прочида.

Вулканическая деятельность на Флегрейских полях началась около 12 000 лет тому назад и продолжалась весьма интенсивно и в историческое время.

Из многочисленных вулканов Флегрейских полей в настоящее время наиболее активен вулкан Сольфатора. Он представляет собой низкий гребень — вал высотой 200—166 м над уровнем моря, окружающий кратер диаметром около 500 м. Дно кратера, лежащее на высоте около 100 м над уровнем моря, сложено трахитовыми породами, которые под воздействием сольфатар сильно

изменились и превратились в глинистые, местами очень зыбкие образования<sup>1</sup>.

Многие считают, основываясь на неточных высказываниях древних писателей, в том числе и Петрарки, что Сольфатора извергалась в последний раз в 1198 г.

В настоящее время на дне кратера выделяется пар и находятся грязевые котлы, из которых иногда выбрасывается грязь. Во время землетрясения 23 июля 1930 г. комки грязи размерами до 25—30 см выбрасывались на высоту до 25—30 м. Очевидно, в 1198 г. также наблюдалось лишь усиление выбрасывания комков грязи, вылетевших выше края кратера, а не извержение.

Деятельность в кратере вулкана протекает достаточно интенсивно. Внешне же она обычно малозаметна: вьются небольшие струйки пара, слегка пахнущие сероводородом. Но стоит только зажечь газету и помахать ею над дном кратера или зажечь папиросу и выдуть дым, как вдруг, как будто по маговению волшебной палочки, все кругом покрывается густыми клубами пара. Это конденсируется пар вокруг частичек дыма. В кратере этого же и некоторых других, рядом расположенных вулканов находятся известные пещеры, в которых собаки задыхались от обилия в нижнем слое воздуха (до высоты 1 м) углекислоты, а люди проходили свободно и оставались живыми.

В вулканическом районе Флегрейских

<sup>1</sup> Сольфатары — выделяющиеся из трещин водяные пары с сероводородом и другими сернистыми соединениями, а также углекислым газом.

полей, как и в некоторых других районах Италии, отдельные весьма подвижные участки земли испытывают вертикальные движения буквально на глазах людей. Так, около г. Поццуоли на берегу моря между вулканами Монте-Нуово и Сольфаторой во II в. до н. э. был построен храм Сераписа.

Первоначально подножие храма располагалось на высоте 6 м над уровнем моря. В дальнейшем храм Сераписа испытал три периода вертикальных движений. В первом — до XI в. — он опустился почти на 12 м. Во втором — с XI по XVII в. — вновь поднялся на 8 м (но над уровнем моря пол поднялся только на 2 м). Наконец, примерно с 1830 г. опять началось опускание, которое продолжается и по настоящее время.

Важным событием вулканической жизни Флегрейских полей был внезапный прорыв магмы в 1538 г. На берегу моря около Поццуоли образовался вулкан Монте-Нуово.

Франческо дель Неро пишет, что образовалась огромная «огненная пропасть», длина и ширина которой доходила до 800 м. 28 сентября, около 12 ч. 15 м. пополудни, у Поццуоли обнажилось дно моря на протяжении 270 м, и жители города на песчаном дне собирали целыми возами рыбу.

На следующий день в 8 ч. 15 м. утра то место, где была «огненная пропасть», опустилось почти на 3 м и произошло извержение водяного столба. Около полудня земля начала сильно вздуться. Приблизительно в 7 ч. 45 м. вечера из-под земли появился яркий огонь и с ужасным грохотом и шумом раскрылась «пропасть». Вместе с огнем летели вверх земля и камни, падавшие неподалеку. В море они образовали огромную мель. На протяжении 112 км в окрестности земля и деревья были покрыты пеплом, а на расстоянии 9,5 км вокруг Поццуоли ветви всех деревьев были сломаны градом, уничтожена растительность и убито много яиц, птиц и других мелких животных. Извержение возобновилось 3 и 6 октября, а затем до января 1539 г. только на вершине вулкана наблюдались выделения пара.

Конусообразный вулкан высотой 139 м, с диаметром кратера 370 м и глубиной 120 м, сложен из светлого туфа и очень небольшого лавового потока. За прошедшие 420 лет вулкан Монте-Нуово основательно остыл. Пройденная в его кратере несколько лет тому назад скважина глубиной около 700 м не вызвала возобновления вулканической активности. Вода в скважине была более или менее соленой, начиная почти с уровня моря. Температура ее на глубине 200 м была 76°, а на глубине 664 м — 75°, т. е. почти не изменилась.



Стромболи

Действующий вулкан Эпомео мы не посетили. Однако для полноты картины приведем некоторые сведения и о нем.

Этот вулкан высотой 789 м расположен на о-ве Иския, который представляет собой вулcano-тектонический горст или ряд глыб, наклоненных в различные стороны и испытывающих вертикальные перемещения и в настоящее время. Они опускаются со скоростью около 3 мм в год. Вулканическая деятельность на о-ве Иския началась раньше, чем на Флегрейских полях и Соммы-Везувия. Впоследствии она неоднократно возобновлялась, в том числе и в историческое время. Последнее извержение в 1302 г. продолжалось два месяца и сопровождалось сильным кампем и пеплопадом и излиянием трахитового лавового потока, длина которого достигла 3 км.

Некоторое время мы посвятили осмотру Везувия и Соммы.

Вулкан Везувий — один из наиболее изученных на земле. Ему посвящено много работ, начиная с описания Плинием Младшим знаменитого извержения Везувия в 79 г., погубившего города Помпею, Геркуланум и Стабию.

Вулканическая деятельность в районе Везувия началась давно. Сперва образовался большой вулкан Сомма. Жизнь этого вулкана была полна катастрофических событий, в результате которых три раза исчезала его вершина, а затем в образовавшихся впадинах возникали новые вулканические сооружения.

Самый первый вулкан, так называемый Сомма Первоначальная, или Первозданная, возник около 11 500 лет тому назад. Он

был сложен трахитовыми пемзами и туфами. После некоторой передышки снова началась вулканическая деятельность, которая привела к образованию второй — Древней Соммы. Это произошло около 8000 лет тому назад. В образовавшейся затем впадине Древней Соммы сформировалась несколько более 3000 лет тому назад третья — Новая Сомма, которая представляла собой стратовулкан.

Наступил длительный период покоя. Кратер Соммы зарос лесом, в котором, по преданию, скрывался Спартак. Люди забыли, что гора Сомма представляет собой вулкан. Несколько столетий все было в покое.

5 февраля 63 г. произошло сильное землетрясение в районе Везувия, от которого значительно пострадали Помпея, Геркуланум и другие города. Следующее катастрофическое извержение 79 г., создавшее собственно Везувий, было преимущественно взрывным. Вулкан выбросил огромное количество вулканического песка и пыли, долетевшей до Рима, Египта и Сирии. В районе Везувия вулканическая пыль создала непроглядную мглу.

Плиний Младший так описывает это событие: «Стал падать пепел, пока еще редкий; оглянувшись, я увидел, как на нас надвигается густой мрак, который, подобно потоку, разливался вслед за ним по земле... наступила темнота, не такая, как в безлунную или облачную ночь, а какая бывает в закрытом помещении, когда потушен огонь. Слышны были женские вопли, детский писк и крики мужчин: одни звали родителей, другие детей, третьи жен и мужей, сляясь распознать их по голосам; одни оплакивали свою гибель, другие гибель своих; некоторые в страхе перед смертью молились о смерти...».



Южная часть главного (вершинного) кратера Этны 29 сентября 1954 г.

В результате этого извержения погибли Помпея, Геркуланум и Стабия.

В Помпее, насчитывавшей в то время 25 000 жителей, было обнаружено около 1500 жертв. Город был погребен под семивосьмиметровой толщей рыхлого материала, легко поддающегося раскопке. Работы здесь начались в 1748 г. и к настоящему времени откопано  $\frac{3}{4}$  города.

Грязевой поток, заливший Геркуланум, образовал более плотную породу, благодаря чему и раскопки его производить значительно труднее. До сих пор откопано только  $\frac{1}{6}$  города. В Стабии, залитой лавой, раскопки почти невозможны.

История Везувия начинается с извержения 79 г., которое положило начало формированию конуса во впадине Соммы. С тех пор на протяжении почти 1900 лет характер вулканической деятельности Везувия неоднократно менялся.

С 79 по 1631 г. был период преимущественно взрывной деятельности, в котором большие извержения происходили сравнительно редко, обычно после длинных периодов покоя. За это время произошло 19—20 извержений, из которых наиболее сильные были в 79, 472 и 512 г.

С 1631 г. по настоящее время наблюдаются довольно частые извержения с излияниями лавы и взрывной деятельностью, причем большей частью они были длительными и разделялись одно от другого более короткими промежутками покоя.

Одно из самых сильных взрывных извержений началось в декабре 1631 г. и окончилось лишь в марте 1632 г. Сначала было выброшено огромное количество вулканического пепла и глыб. Затем, после сильного землетрясения, из кратера вылился мощный лавовый поток, который, разделившись на много рукавов, через час достиг моря. Во время этого извержения погибло около 3000 человек.

Всего с 1631 по 1712 г. произошло 17 извержений. Известный итальянский ученый Меркаллы, анализируя деятельность Везувия с 1712 по 1904 г., установил, что активность вулкана носит циклический характер.

За последние 240 лет можно выделить 14 циклов продолжительностью от полугода до 34 лет. Продолжительность же покоя между циклами более или менее близка к 2—4 годам. В последние годы, начиная с 1875 г. и по настоящее время, извержения стали значительно реже.

Особенно сильные извержения Везувия произошли в 79, 470, 1631, 1822, 1872, 1906 и 1944 г.

Подъем на Везувий полностью механизирован. От Неаполя до обсерватории, занимающейся вулканическими исследованиями и в особенности изучением признаков-предвестников приближающихся извержений, ведет хорошая автомобильная дорога. Далее до склона конуса вулкана проложена линия трамвая. На склон поднимаются по подвес-



*Верху:* Везувий; на переднем плане — советская делегация осматривает раскопки Помпей.  
*Внизу:* вид с вершины вулкана Вулькано; справа — конус Вульканелло; на заднем плане — остров Липари





*Вверху: Этна, вид с востока. Внизу: лавовый поток в ущелье южного склона Этны*



*Цветное фото В. И. Влодавца*

ной канатной дороге (на высоту по вертикали около 450 м).

Директор обсерватории проф. Дж. Имбо встретил советскую делегацию очень любезно. Нам показали библиотеку, музей, сейсмическую аппаратуру.

Мы расписались в книге посетителей, в которой есть подпись знаменитого русского геолога академика А. П. Карпинского, посетившего Везувий в 1910 г.

Проф. Дж. Имбо сопровождал нас при посещении вершины вулкана и давал в пути и у кратера объяснения. Он рассказал, что во время последнего (1944 г.), очень сильного извержения Везувия непрерывно вел наблюдения из обсерватории и несколько раз подымался к самой вершине вулкана.

Усеченный конус Везувия — большой конус («Grande cono»), как называют его итальянцы, — с севера и востока окружен гребнем, представляющим собой остатки древнего вулкана Соммы.

На вершине Везувия — кратер, размеры которого после сильных извержений изменяются. Так, после извержения 1906 г. он увеличился с 175 м в диаметре до 800 × 700 м и с 75 до 500 м в глубину. Затем после небольших излияний лав в нем появился конус, который достиг перед извержением 1944 г. высоты 1300 м, в то время как края кратера имели высоты от 1270 до 1200 м. Извержение Везувия в 1944 г. началось 18 марта и продолжалось 11 дней. Было выброшено очень много вулканического песка. Лавовые потоки разрушили города Масса и Сан-Себастьяно. Был разрушен фуникулер и часть Везувийской железной дороги. Размеры кратера стали 480 × 580 м, а глубина его — около 300 м.

После этого извержения наступил период покоя. Во время нашего посещения вершины Везувия мы наблюдали на диких, почти отвесных внутренних стенках восточной половины кратера и особенно на крутой ступенчатой западной стенке кратера лишь проявления довольно интенсивной фумарольной деятельности. Некоторые струи фумарольных газов имеют температуру от 300 до 500°. Местами на дне кратера и его стенках видны разноцветные пятна возгонов.

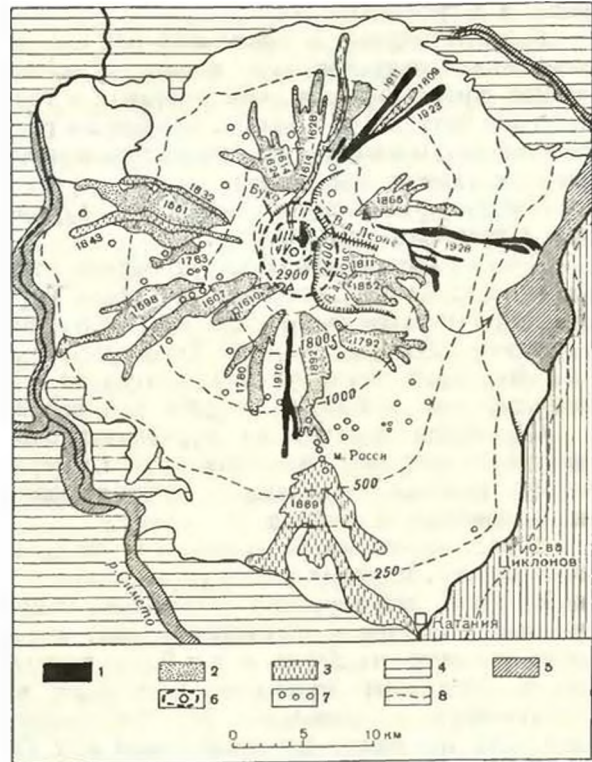
В настоящее время Везувий мало интересен, так как находится в покое. Дно кратера, глубина которого хотя и уменьшилась бла-

годаря осыпям до 200 м, глубоко, и к нему обычными путями не добраться. Но вскоре надо ожидать возобновления чисто вулканической деятельности кратера — после извержения 1944 г. прошло уже 12 лет.

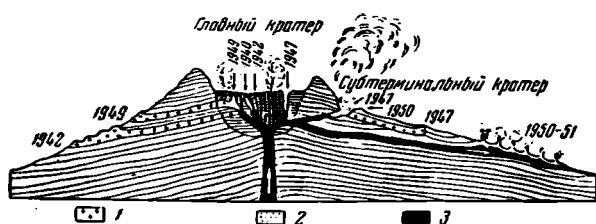
Ожидают, что сначала на дне кратера образуется малый шлаковый конус, потом из него потекут небольшие лавовые потоки, которые постепенно заполнят кратер, а затем перельются через его края или же вытекут по трещине в стенке кратера. Оправдается ли этот прогноз или нет — докажет ближайшее будущее.

Другие осмотренные нами вулканы расположены на островах.

Южнее Везувия и Флегрейских полей в Тирренском море расположена группа Эоловых островов, образующих три луча, как бы расходящиеся от центра. По запад-



Схематическая карта Этны. 1 — современные лавовые потоки (XX в.); 2—3 — более ранние лавовые потоки (XV—XIX в.); 4 — лава третичного возраста; 5 — аллювий; 6 — главный кратер в стадии его развития: I — кратер-трилистник, II — эллиптический кратер, III — Пьяноцель-Лаго кратер, IV — современный кратер; 7 — боковые кратеры; 8 — горизонталь; цифрами даны годы извержения



Разрез вершины Этны (по Г. Понте). 1—нисходящие каналы, закупоренные лавами последних извержений; 2—восходящие каналы, закупоренные осыпями; 3—лава извержения 1950—1951 гг.; 4—каналы бокк, выходы которых наблюдались нами 29 сентября 1954 г.

ному лучу расположены о-ва Салина, Филкуди и Аликуди; по юго-юго-восточному—Липари, Вульканелло и Вулькано; по северо-восточному—Панареа, Базилупцо, Стромболи и Стромболиццо.

Все эти острова, а также еще ряд совсем маленьких островов-скал имеют вулканическое происхождение; они возникли в третичное и четвертичное время, и, судя по расположению, повидимому, связаны с радиально расходящимися трещинами.

Сейчас продолжается активность вулканов Стромболи и Вулькано.

Вулкан Стромболи образует остров площадью в 12,6 км<sup>2</sup>. Он поднимается среди Тирренского моря на высоту 926 м над уровнем моря и на 3200 м над его дном. Таким образом, большая часть этого вулкана, одного из самых высоких в Европе, скрыта под водой.

Стромболи состоит из первоначального древнего конуса, составляющего главную массу вулкана, сложенного андезитовыми и базальтовыми лавами и туфами.

В углублении северо-западной части древнего конуса, впритык к нему образовался новый, ныне действующий неполный конус (имеющий высоту в настоящее время, меньшую примерно на 200 м, чем у более древнего) с групповым кратером, состоящим из одного-двух, а временами из четырех-семи меньших кратеров, расположенных как бы на террасе или уступами у самой вершины вулкана.

Для Стромболи характерны ритмические, сравнительно слабые взрывы, повторяющиеся обычно через несколько минут или десятков минут. Пластичные комки лавы и раскаленные куски шлака выбрасываются сравнительно невысоко и недалеко. При более силь-

ных взрывах эти комки лавы образуют вулканические бомбы. Благодаря таким, относительно ритмичным выбросам раскаленных бомб и шлака, Стромболи с древних времен называют «маяком Средиземного моря».

Вулкан считается самым активным в мире и известен как постоянно действующий, по крайней мере в течение последних 3000 лет. Иногда происходили и более сильные, преимущественно взрывные извержения (как, например, в годы 1882, 1907, 1912, 1915 и др.) и с излиянием лавы (в 1889, 1891, 1907, 1930, 1938 и 1952 гг.). Таким образом, деятельность Стромболи, подобно большинству вулканов, бывает различной, а не ограничивается только так называемым стромболианским типом извержения.

Лава изливается преимущественно по находящейся на северо-западном склоне вулкана впадине, называемой «Шарра дель Фуоко», или «Дорога огня», окаймленной дикими мрачными скалистыми стенками, спускающимися от кратера по крутому склону вулкана к морю.

Пароход «Панареа», на котором мы плыли от Неаполя до о-ва Липари, подошел к о-ву Стромболи рано утром. В 5 часов и в 5 ч. 10 м. утра мы видели над кратером небольшие выбросы кусков раскаленного шлака. Следующий, повидимому, такой же выброс происходил в 6 ч. 8 м., но, так как уже взошло солнце, красного шлака не было видно, а были видны только серые клубы газов на фоне выходящих белых газов и пара.

Действующий вулкан Вулькано на одноименном острове (площадь в 21 км<sup>2</sup>) прославлен в древней классической мифологии как место обитания бога-кузнеца Вулкана. От этого имени и произошло название «вулкан», а от особого характера деятельности Вулькано—«вулканский тип» деятельности.

Ныне этот вулкан представляет собой усеченный конус высотой 499 м, расположенный в северо-западной части острова, во впадине. Кратер его состоит как бы из двух чаш: верхней—более пологой, и нижней, расположенной в центральной части верхней, относительно более крутой.

Деятельность Вулькано была весьма интенсивной. С 330 г. до н. э. по настоящее время известно 15 извержений, во время которых изливались лавы. Последнее извержение произошло в 1888—1890 гг., после не-



Геотермоэлектростанции Лардерелло № 2 и Лардерелло № 3

го до настоящего времени вулкан находится в фумарольной стадии деятельности, временами значительно усиливающейся.

К северной части острова примыкает небольшой, повидимому побочный, вулкан Вульканелло с лавовым плащом, доходящим почти до о-ва Вулькано. Вульканелло возник в 183 г. до н. э. (по другим данным, в 330 г. до н. э.) на месте подводного вулкана. Последнее извержение Вульканелло произошло в 126 г. до н. э. Его кратер лежит на продолжении к северу меридиональной линии, на которой расположены сольфатары на склоне и у подножья Вулькано, все они, повидимому, связаны с одной трещиной.

После осмотра вулканических образований на о-ве Липари мы на пароходе «Эолио» приплыли в г. Милаццо на северном берегу Сицилии. Затем поездом через г. Мессину (известный катастрофическим землетрясением в 1908 г., во время которого помощь местному населению была оказана русскими матросами) приехали в город-курорт Таормина.

29 сентября мы посетили вулкан Этну. Дорога идет сначала на юг вдоль моря, потом, не доезжая до г. Катаньи, поворачивает в горы и идет по склону Этны. Было чудесное солнечное утро. К востоку — спокойные синие воды Мессинского пролива, а на западе — величественный пологий конус Этны с многочисленными боковыми вулканчиками на ее склонах. Над главной вершиной интенсивно выделяются белые пары, а подножья вулкана утопают в садах и виноградниках.

Широкое асфальтированное шоссе расположено до домика альпинистов на южном склоне Этны, на высоте 1882 м. Оно извивается змейкой среди андезитовых и базальтовых лавовых потоков. С дороги очень хорошо видны ближайшие боковые конусы.

Лавовые потоки Этны уничтожали и уничтожают на своем пути сады и пашни, поселки и деревни, заливают поля. Но народ борется с этой бедой. Он разравнивает подходящие участки лавовых потоков, устраивая на крутых местах потоков террасы, и на этих площадках, покрытых гравием (песка не было видно), создает виноградники. Удивляешься, как здесь, среди каменной дровы, растет лоза, и отдаешь должное трудолюбию жителей Сицилии.

До высоты 2400 м относительно крутая тропинка поднимается по лавовым потокам, засыпанным во многих местах вулканическим песком. Далее подъем более пологий, но утомительный, так как на протяжении нескольких километров путь следует по глубокому рыхлому вулканическому песку. Здесь, на высоте 2941 м, вблизи вершинного конуса с главным кратером расположена вулканологическая обсерватория. Высота вершины Этны 3263 м над уровнем моря. Фактическая же высота вулкана около 2900 м, так как фундаментом у него являются третичные образования. Таким образом, конус Этны по высоте уступает Стромболи.

Склопы Этны очень пологие: у подножья угол склона от 2 до 5°, а затем — 10° у овальной, слегка выпуклой вершины. В северной части вершины находится конус с углом склона в 32°. На склонах вулкана насчитывается свыше 200 боковых кратеров. С восточной стороны расположена большая впадина Вале-дель-Бове с обрывистыми стенками высотой от 600 до 1200 м.

Первые сведения об извержении Этны относятся к 1500 г. до н. э. От этой даты до XVII в. н. э. сохранились сведения о 49 извержениях, которые были как чисто взрывными, так и сопровождавшимися явлениями лавы. Особенно частыми они стали с начала XVII в. Так, в этом веке произошло

14 извержений, из которых самым большим и сильным за историческое время было извержение 1669 г.

Ему предшествовало 8 марта 1669 г. сильное землетрясение. 11 марта в 16 ч. 30 м. на южном склоне Этны образовалась очень глубокая трещина длиной 18 км и шириной около 2 м. Из нижнего конца ее потекла лава, из которой образовалась гора Росси, а вслед за этим еще 23 маленьких кратера, из которых выбрасывались раскаленные камни. Поток, питаемый все новыми и новыми порциями лавы, спускался все дальше и дальше вниз по склону и залил площадь размером около 50 км<sup>2</sup>. При этом он последовательно разрушил 12 городов и деревень и достиг 15 апреля стен г. Катании, а 23-го — моря у этого города. До 29 апреля лава продолжала двигаться и под водой.

Попытка отклонить лавовый поток от города окончилась неудачей. 30 апреля и 15 мая лава проломилась брешью в городской стене, проникла в город и частично его разрушила.

Частые извержения, преимущественно из боковых кратеров и трещин, происходили и в дальнейшем. Так, в XVIII в. их было 19, в XIX в. — 25, а в первой половине XX в. — 13. Последние извержения произошли в 1940, 1942, 1947, 1949, 1950—1951, 1955 гг. Таким образом, за последние 3500 лет было не менее 120 извержений, т. е. в среднем одно извержение через каждые 29 лет, а с начала XVII в. извержения происходили через каждые 3,5 года.

Кратер Этны — это огромная чаша диаметром около 700 м, с достаточно крутыми внутренними стенками, по которым поднимались струйки фумарольных газов, отлагая на кусках лавы и плака преимущественно водные сернокислые возгоны.

На дне главного кратера находится несколько внутренних кратеров (бокк). Кроме них, два больших кратера находятся в непосредственной близости от главного кратера на его внешних — северо-восточном и южном — склонах. Последний, из которого в 1949 г. произошло извержение с излиянием лавы, при нашем посещении не показывал признаков жизни. В то же время из некоторых бокк в главном кратере попеременно выделялись значительные количества пара, а из северо-восточного внешнего кратера непрерывно, временами значительно усиливаясь, выдувались огромные массы пара и газов.

Характерной особенностью деятельности Этны являются лавовые излияния преимущественно из боковых кратеров, образующихся на разных высотах. Подводящие каналы боковых кратеров близ вершины представляют собой ответвления от центрального вулканического канала. Геофизические исследования, произведенные недавно, дают

основания предполагать, что вулканический очаг Этны находится глубоко — на глубине 60 км, в то время как вулканический очаг Везувия, по геологическим данным, находится на глубине 5—6 км.

В истории Земли вулканы возникали и возникают в соответствующих геолого-тектонических участках земной коры. Они сравнительно недолговечны: как только прекращаются извержения, процессы разрушения начинают явно преобладать, и вулканы, в зависимости от их строения, начинают более или менее интенсивно разрушаться.

Такая жизнь вулкана с его процессами созидания и разрушения хорошо и правильно была понята еще в древние времена, что нашло свое выражение в стихах Овидия:

«И Этна не будет огнедышащей,  
Ибо не всегда она была таковой».

\* \* \*

Вулканы Италии сами по себе очень интересны. Но еще интереснее успехи итальянцев в использовании сопутствующих вулканизму явлений.

В процессе деятельности вулканов выделяется глубинное тепло, которое выносится огненно-жидкими лавами, выбросами раскаленных глыб, струями горячих газов и, наконец, горячими источниками. Человеческая мысль давно искала путей использования вулканов для народного хозяйства.

Среди этих способов выделения вулканического тепла относительно наиболее легко можно использовать паро-гидротермы. Это выделяющиеся из недр земли под тем или иным давлением струи горячего водяного пара в смеси с другими газами или струи горячей, перегретой воды, или, наконец, струи вещества, находящегося в паро-жидком состоянии.

Паро-гидротермы, кроме того, могут быть использованы как источники некоторых полезных химических продуктов, а также для бальнеологического лечения.

Вопросом использования паро-гидротермальной энергии занимались и занимаются в Новой Зеландии, в США, в Японии, Индонезии и Исландии. К изучению этого вопроса приступают также в Сальвадоре, Уганде, на Малых Антильских островах, в Никарагуа и Чили. Но именно в Италии сначала иссле-

дования по извлечению из соффиони<sup>1</sup> борной кислоты, а затем по получению электрической энергии, привели к весьма значительным успехам.

Наиболее эффективным месторождением подземного горячего пара в Италии является Тосканский район, расположенный в 200—250 км к северо-западу от Рима. На это месторождение, известное больше как месторождение Лардерелло, была организована экскурсия, в которой принимала участие и советская делегация.

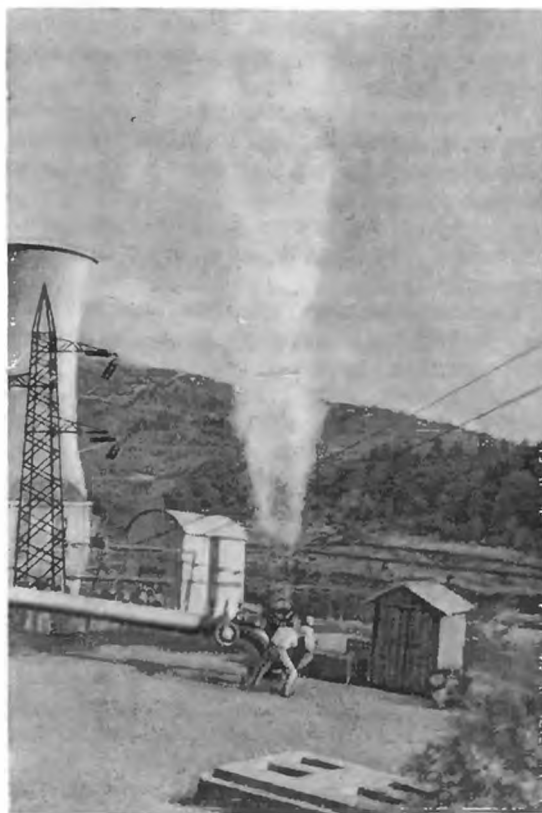
В Лардерелло в 1777 г. в водах одной из лагоны (маленькое озерко с водой и с гейзероподобным выделением газов) была обнаружена борная кислота. В 1818 г. начали ее извлекать полкустарным способом. Вскоре для увеличения добычи стали бурить скважины.

Первый опыт использования струй соффиони как источника механической энергии был проведен в 1874 г. 4 июля 1904 г. направили пар в небольшой двигатель, соединенный с динамо, и была получена первая электрическая энергия.

До 1931 г. мощность этих электростанций нарастала медленно. В этом году в скважине произошел взрыв, после которого производительность ее возросла почти до 200 т в час при температуре 205° и давлении 4,5 атм. Это послужило стимулом к увеличению количества скважин и к дальнейшему наращиванию мощностей. К 1953 г. уже семь геотермоэлектрических станций давали до 1860 млн. кВт-ч, а в 1954 г. — 2000 млн. кВт-ч электроэнергии. Значение этих цифр для экономики Италии станет понятным, если учесть, что полученные в 1952 г. 1800 млн. кВт-ч электроэнергии составили 5,8% от всей энергии, выработанной в стране.

В Тосканских месторождениях максимальная температура пара в 1953—1954 гг. достигла 239—241°. Пар и паро-жидкие струи выходят из скважины под значительным давлением: в последние годы оно равнялось 3—6 атм в открытых скважинах и 11—17 атм в закрытых. Струи пара или паро-жидкие струи выходят из скважин со скоростью от 125 до 470 м/сек.

<sup>1</sup> Соффиони — струи газов, состоящих из паров воды и углекислоты с примесью сероводорода, борной кислоты и некоторых других газов и выделяющихся с шумом и шипением.



Лардерелло. Выпуск пара под давлением 4 атм из каптированной скважины

Что касается максимального дебита пара, то в мощных скважинах он равнялся в 1953—1954 гг. 300 т в час, суммарный же дебит всех действующих скважин в последние годы был 3000 т в час.

Электроэнергия в Лардерелло получается различными путями. При прямом использовании неочищенный пар поступает прямо в турбины, вращающие генераторы тока, и затем идет в химическое производство. При косвенном использовании водяной пар очищают от газов, потом нагревают неочищенным паром и таким образом получают вторичный чистый пар, который затем идет в турбины.

Применяется и третий вариант, экономически более выгодный для извлечения борной кислоты, аммонийных солей и других соединений из пара, а затем из воды, образующейся в результате его сжижения.

Для этих же целей можно использовать и перегретую воду, выделяющуюся из некоторых скважин.

Несмотря на незначительное содержание в парах и водах борной кислоты (в среднем всего лишь 0,3 г на 1 кг пара), она извлекается в промышленных количествах благодаря огромному дебиту пара и благоприятному сочетанию электрического и химического циклов.

Борная кислота извлекается также из вод, которые обогащаются в земле бор-содержащими парами.

На химических предприятиях «Лардерелло» получают неочищенную 95%-ную и очищенную 99,5%-ную борную кислоту, а также буру (борнокислый натрий). Кроме того, недавно налажено производство карбида бора, который получается в электрической печи при помощи реакции между особым очень чистым углем и борным ангидридом. Извлекается также аммиак, среднее содержание которого 0,3 г в 1 кг пара.

Для производства кислого углекислого аммония необходим углекислый газ. Он находится в достаточном количестве в этих же газах соффони.

Всего в Лардерелло в 1953 г. было выработано 4415 т борных продуктов и 619 т аммониевых продуктов.

Кроме того, в настоящее время в Лардерелло проводятся исследования аппаратуры для извлечения серы из сероводорода. Предполагают ежегодно получать 8760 т серы.

Исследования месторождений пара на Флегрейских полях и на о-ве Иския, проводившиеся в 1950—1951 гг. с применением роторного бурения, дали хорошие результаты: с максимальным дебитом в одной из скважин

100 т в час водяного пара и воды, и с максимальной температурой в самой глубокой скважине около 300°.

На о-ве Иския ныне строятся две опытные геотермоэлектростанции, одна мощностью в 300 квт, а другая — в 500 квт.

Пар на Флегрейских полях и на о-ве Иския вторичный, т. е. он образуется главным образом за счет морской воды, просочившейся в вулканические образования. В начале выделения пары были прерывистые, потом скважины достигли глубин с постоянным дебитом. Надеются вскоре войти в зоны с большим количеством пара.

В других районах Италии (Витербо, Сомма-Везувий, Сицилия, о-в Вулькано и в северной части Италии) производятся главным образом разведочно-поисковые работы. На о-ве Вулькано проведены три скважины с максимальной глубиной в 230 м. Температура пара у поверхности земли 110°. Максимальный дебит одной скважины 1 т в час при давлении около 2 атм.

Сравнивая флегрейский тип месторождений с тосканским, следует отметить, что, по данным, имеющимся в настоящее время, паро-гидротермы тосканского типа, связанные, повидимому, с глубинным вулканизмом, являются пока более перспективными, более мощными, чем паро-гидротермы, явно связанные с вулканическими образованиями.

Таким образом, подземные горячие пары и перегретые воды, приуроченные к определенным геологическим поясам — к областям развития современного и новейшего вулканизма, завоевывают права гражданства как новые источники энергии и химического сырья.

