

УДК 551.21

Докт. геол.-мин. наук ЗАЙКОВ В.В. (Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс, Россия)

НА РОДИНЕ ВУЛКАНА

Вулкано – остров в Средиземном море, по имени которого называют все огнедышащие горы не только на Земле, но и на других планетах. Известность он получил со времён греческой цивилизации, как место обитания бога огня Гефеста, в римской терминологии – Вулкана.

Весной 2007 года мне представилась возможность посетить этот удивительный остров, познакомиться с его строением и вулканическим окружением в Эолийском архипелаге. Вулкано посвящено огромное количество публикаций самого различного направления: от строк «Одиссея» до специальных работ, посвященных строению магматической системы, цикличности вулканизма, минералогии и гидротермальным процессам. Эти исследования опираются на глубокое изучение состава вулканических образований и минералов, изотопных характеристик пород и газов, палеомагнитных данных. При описании вулканических сооружений мной использованы материалы Г.Тазиева, А.Ритмана, Х.Раста, Г.Макдональда, В.Апродова, Е.Милановского, А.Рудмени, Г.Ардиционе, У.Сниго и многих других специалистов.

Продукты вулканических извержений. Для лучшего понимания рассказа широким кругом читателей поясню несколько геологических терминов. Главным источником выброшенного материала на вулканах являются продукты взрывов и брызги лавы – «пирокластика» (от греческого *пир* - огонь и *класис* – разбивать). Застывшие в полете обрывки горячей лавы, большей частью падающие на склон вулкана в виде переполненных газовыми пузырьками обломков, обычно называют шлаками. Вулканические бомбы - куски лавы, выброшенные в раскаленном состоянии высоко в воздух, часто округленные в полете до сферической или веретенной формы. По величине вулканические бомбы могут быть от размера яблока до многотонных глыб. Небольшие кусочки лавы или обломки посторонних пород размером несколько сантиметров названы лапиллями (от итальянского – камешки). Тончайшие частицы лавы, рассеянные в результате быстрого расширения газов, называют вулканическим пеплом или вулканической пылью. Термин «пепел», применяемый обычно для частиц лавы, может ввести в заблуждение, поскольку речь идет об обломках вулканического стекла, а отнюдь не об остатках их сгорания. Цементированные впоследствии обломки лав и пепла называют туфами.

К пирокластическому материалу относят также пемзу. Она образуется из лав с высоким содержанием кремнезема, содержащих так много газов, что еще при подъеме в пределах подводного канала сильно вспенивается. При достижении земной поверхности пемзовый материал, благодаря дальнейшему расширению газов, распадается на многочисленные обломки различных размеров – от солидных глыб пузырчатых горных пород до мельчайших обломков, состоящих из крошечных частиц разрушенных стенок газовых пузырей. Объемный вес пемзы настолько мал, что она плавает в воде и при подводных извержениях ее может быть так много, что корабли вынуждены пробиваться через эти скопления целыми днями.

Изучение Эолийских островов внесло значительный вклад в понимание механизмов извержений. Г.Меркалли, бывший руководителем вулканологической станции на Везувии и проводивший в 1889-1890 гг. исследования на острове Вулкано, выделил особый тип извержений – вулканский. Извержения начинаются с освобождения взрывным путем кратера и переходят в лавовые потоки. Известные вулканологи Г.Тазиев и Г.Макдональд кроме вулканского описывают лавовый

стромболианский тип извержений. С этими типами проводится сравнение вулканических явлений других провинций, в том числе на территории России. Для вулканского характерно извержение вязких лав с большим количеством пирокластики, результата взрыва жерловой пробки. В основном это обломки более ранних вулканических пород, разогретых газами до красного каления. Извержения стромболианского типа характерны для открытых жерл, когда достаточно жидкая лава поднимается в выводном канале почти к поверхности. Если уровень магмы в канале высокий, то большое количество лавы выбрасывается в жидком состоянии и разбрызгивается вокруг жерла. Умеренные извержения стромболианского типа могут продолжаться годы, прерываясь периодами более мощной деятельности вулкана, когда раскаленные шлаки и бомбы выбрасываются на высоту тысячи метров, и огромные черные клубы пепла поднимаются над вулканом.

Продукты вулканических извержений издавна используются человеком. Прежде всего отмечу вулканическое стекло – обсидиан. При высокой вязкости кислого расплава в процессе охлаждения образуется черная или серая стекловатая порода. Подобно искусственному стеклу, она раскалывается при ударе на осколки с очень острыми краями, служившими многим первобытным народам сырьем для изготовления ножей, стрел и копий. Потоки обсидианов характерны для многих вулканических провинций, в том числе для Средиземноморья.

Сера отлагается в устьях фумарол, которыми вулканы дышат во время затухания извержений. Отложение серы может быть настолько масштабным, что организуется добыча этого сырья. В середине XIX века одна шотландская фирма получила концессию на разработку серы на Вулькано. Сейчас эти ярко-желтые агрегаты являются материалом для коллекций.

Пемза с давних времен используются в различных областях. Самым знаменитым месторождением чистой пемзы является Монет-Пелато на острове Липари, где ее скопления большой мощности были образованы во время грандиозного извержения в 6 веке. Пемза, добываемая в карьерах, используется для приготовления легкого бетона, как средство для шлифования, полировки и чистки, в бумажной промышленности и в других целях.

Эолийский вулканический архипелаг. Вулькано входит в Эолийскую группу вулканических островов севернее Сицилии, иногда называемую Липарийской. Грандиозное зрелище представляют остроконечные конусы, воздымающиеся из морской пучины. Большинство вулканов являются активными, извержения происходили в историческое время, а Стромболи фонтанирует и сегодня.

Вместе с островами Липари и Салина Вулькано приурочен к разлому С-З простираения, с которым связана и Этна. На некоторых геологических схемах этот разлом ограничивает с запада островодужную систему Средиземного моря, что подтверждается исключительно щелочным характером магм, так называемой шошонитовой серии. К данной структуре примыкает цепочка островов северо-восточного простираения, включающая острова Аликуди, Филикуди, Панареа, Стромболи. Такая позиция типична для вулканов над зоной погружения океанической плиты под континентальную.

Остров Вулькано имеет площадь 21 км², форма его каплевидная с двумя заливами на восточном и западном берегах. Горы здесь невелики, высотой до 400 м и, по сравнению с могучими соседями, Вулькано выглядит младшим братом. Есть геологические свидетельства, что это обусловлено зарождением центра излиятий в морских глубинах. Лишь когда постройка подросла, начались наземные извержения, но мощность их была сравнительно небольшой.

Первое свидетельство об активности Вулькано датируется 5 веком до н.э., а затем извержения происходили каждые 100-200 лет. Небольшие взрывы отмечены в 1831, 1873 гг. и повторялись с нарастающей силой в 1876-1879 и 1885 гг. Описание последнего извержения опубликовано Г.Меркалли в 1907 г.: «Эруптивная туча состояла из плотной серой массы лапиллей, песка и пепла; она медленно поднималась, приобретая форму цветной капусты или гигантского гриба... Наиболее сильное извержение началось с образования пиниеподобного облака, имевшего абсолютно черный цвет... Крупные черные обломки поднимались выше облака, и в эти моменты облако освещалось вспышками молний, за которыми раздавались короткие резкие раскаты грома». При извержениях выбрасывался пепел, смешанный с угловатыми обломками пород ранних извержений, которые были так раскалены, что светились ночью, но не было признаков жидких выбросов.

3-5 августа 1888 г. произошло мощное извержение, выбросившее глыбы пород весом до сотни тонн. Некоторые из них упали в 1,5 км от кратера и были настолько горячими, что подожгли лодки в гавани. После 18 августа извержение с короткими промежутками продолжалось 19 месяцев. Еще продолжали выбрасываться глыбы пород ранних извержений, однако появляются и обломки из свежей лавы. Самые сильные взрывы давали много стекловатых обломков, а также бомб из очень легкой пемзы, заключенных в тонкую оболочку плотного обсидиана. Однако, округлые или веретенообразные бомбы, характерные для стромболианских извержений, полностью отсутствовали. При наиболее мощных взрывах бомб вообще не было: выбросы состояли из неправильных глыб свежей, но уже застывшей лавы.

Липари примыкает с севера к Вулькано и является самым крупным и освоенным в архипелаге. Площадь его 32 км², длина 9 км и ширина 5 км. На острове имеется пять городков и здесь располагается административный центр островов. Впечатляет средневековой замок и собор Святого Варфоломея. Вулканическая структура создана двумя линейными группами вулканов. Одна проходит по оси острова и включает вулканические купола с возрастом 42-23 тыс. лет и современный главный конус. Восточная группа образована куполами обсидиана и липаритов, с которыми связаны туфы и пемзы. Иногда они включают инородные минералы (кордиерит и гранат), что свидетельствует о захвате магмой обломков фундамента вулканических островов.

Вулкан Салина является следующим в северо-западной цепочке островов. Это двойное сооружение: в южной части простой конус, а в северной – осложнен круглыми кратерами диаметром 600-700 м и глубиной 100 м. Высота этих гор около 1 км, это наиболее высокие вулканы Эолийского архипелага. Ещё греки называли вулкан двойным, так как конусы разделены депрессией. На острове имеется три посёлочка, связанные красивой автомобильной дорогой. В посёлке Санта Марина на удивление посетителям открыта художественная галерея, рассказывающая о сложной истории Салины.

Вулканы Стромболи, Панареа, Филикуди и Аликуди образуют цепочку северо-западного простиранья параллельно побережью Сицилии.

Стромболи возвышается в виде могучей пирамиды непосредственно из моря на 926 м, но поскольку глубина дна более 1000 м, его общая высота 2 км. Кратер вулкана, расположенный на западном склоне, на 250 м ниже вершины, заполнен отчасти лавой, отчасти глыбами. Со стороны вершины горы он ограничен вертикальными стенками, а на западе переходит в широкий ровный склон, опускающийся к морю. Его называют «Скьяра-дель-Фуоко» - огненная осыпь. Этот склон образовался при взрыве, снесшем западную часть постройки. Многие в механизме умеренной, но почти постоянной деятельности Стромболи остается загадочным. Предполагается, что поверхность склона обеспечивает постоянное удаление вулканических продуктов, которые в ином

случае привели бы к закупориванию кратера и подготовке более сильных эксплозий. Кратер имеет три отверстия, которые действуют не одновременно, и являются изолированными глубоко проникающими каналами, допускающими подъем газов и магм. Иногда извержения усиливаются и могут даже создавать угрозу жителям двух селений, приютившихся на противоположной кратеру стороне острова.

Свидетелем сильного извержения Стромболи в 1930 г. был А.Ритман. Началось оно с необыкновенно мощных взрывов, грохот которых был слышен на расстоянии 60 км. Над вулканом поднялась эруптивная туча на высоту 2,5 км в форме пинии. Тяжелые глыбы весом до 30 тонн были выброшены на расстоянии до 3 км и разрушили многие дома в селении Джиностра. Тотчас за взрывами и выбросами обломков закупоривавшей жерло старой пробки посыпался плотный дождь из раскаленных добела шлаков. Похожая на страшные раскаленные тучи взвесь из пепла и камней в горячем газе двигалась по руслу как огромная раскаленная лавина и достигла вскипевшего моря. Через 40 минут выбросы прекратились и в ближайшие 12 часов в море вылились многочисленные лавовые потоки.

Стромболи действует с незапамятных времен и под названием «Стронгиле» упоминается еще древнегреческими и римскими учеными (Аристотель, Страбон, Плиний). В соответствии с этими описаниями мы можем сделать вывод о том, что деятельность вулкана по крайней мере в течение последних 2500 лет происходила в том же режиме, что и сейчас. Благодаря выбрасываемым через короткие промежутки времени лавам и огненному граду он заслужил у моряков название «Маяк Средиземного моря».

Остальные вулканы имеют диаметр 3-5 км и высоту 600-700 м. Близ острова Панареа действуют подводные фумаролы на глубине от 5 до 20 м, что представляет интерес для вулканологов. Изучение взаимодействия газов и растворов с морской водой имеет важное научное значение.

В моем воображении рисовалось, что вулканы мало обжиты, поскольку они активны и нет значительных источников воды. Но оказалось, что это совсем не так, на них живут многие тысячи людей, развита сеть асфальтовых дорог, построены городки и множество вилл. К услугам туристов отели, пансионаты, кемпинги. Каждый час снуют катера и судна. И всё это обеспечивает привозная вода из Неаполя.

Будни острова Вулькано. На остров я попал случайно, если не считать моего интереса к вулканам древним и современным. В университете г. Падуа близ Венеции, где мы с профессором Паоло Нимисом проводили совместные исследования, я увидел телевизионный репортаж с проснувшегося вулкана Стромболи. Целый час показывали пламенные реки и фонтанирующие извержения. Возникла мысль, почему бы не побывать на родине вулканов?

Подготовка к поездке заняла два дня. Сначала по системе GEOREF я выбрал публикации по вулкану. Долго мы с Нимисом не могли понять: почему так мало публикаций? Наконец он вспомнил, что название дается в итальянской транскрипции «Vulcano», а не в английском варианте «Volcano». Удалось собрать краткие данные по 20 статьям.

Географию острова я узнал по системе Google, которая дает возможность увидеть любую точку планеты. Инженер Лоренцо помог мне сделать снимки Эолийского архипелага и всех островов, так что заочно я познакомился с вулканами. В Неаполе я посетил Национальный институт геофизики и вулканологии, который возглавляет профессор Македония. Приём оказали очень теплый, специалисты института раньше не имели дело с российскими палеовулканологами — так я им отрекомендовался. Их интересовали типы лав, методы реконструкций, рудоносность

древних вулканов. Пока мы беседовали, в библиотеке подготовили копии интересующих меня статей об Эолийских вулканах, и теперь я был во всеоружии.

Мой путь проходил через г. Палермо, куда из Неаполя ежедневно отправляется теплоход. Отходит из Неаполя он вечером, так что была возможность полюбоваться на огни этого весёлого города и на силуэт Везувия. Восход солнца встречали уже в Палермо, который когда-то был столицей Сицилийского королевства. Два часа поездки на поезде и мы прибыли в г. Милаццо, откуда часто ходят катера и кораблики к Эолийскому архипелагу. Оказывается, туда можно попасть прямо из Неаполя, но на теплоходе другой компании. Весной он совершает два рейса в неделю. Можно добраться до Милаццо и поездом через Мессинский пролив.

Городок на Вулькано оживает в половине седьмого, когда прибывает первый катер из соседнего административного центра Липари. Именно в это время пламенел восход и поднималось солнце над далёкими Апенниннами. Приехало десятка два машин, в том числе с продуктами для кафе, звучали приветствия «Буно джорно» – добрый день. День обещал действительно быть добрым, не предвещал ненастья. Затем пришел большой корабль из Неаполя, на берег сошла группа туристов. Открылось кафе с утренним завтраком, начался рабочий день.

В мои планы входило посещение основных вулканических сооружений острова. Формирование постройки началось 120 тыс. лет назад с конуса поперечником в надводной части 3-5 км. Склоны конуса крутые, местами отвесные. Впоследствии центральная часть была взорвана и на её месте образовалась круглая кальдера Пиано диаметром 2 км. Сейчас это слегка холмистая равнина полностью занятая зданиями и разнообразными садами, есть даже церковь и капелла.

При слове «кальдера» я вспомнил популярную книгу камчатского вулканолога Геннадия Карпова «В кальдере вулкана», про дымящийся Узон. В моём представлении кальдеры отнюдь не благоприятны для поселения, но, оказывается, может быть и иначе. Несмотря на то, что вулканические извержения причиняют большой ущерб, вулканические пеплы являются ни с чем не сравнимым улучшающим и возрождающим почвы фактором. Они обуславливают исключительное плодородие почв, поставляя растениям необходимые для роста вещества, в первую очередь калий. Вулканические пепловые почвы являются, кроме того, рыхлыми, хорошо обводненными и легко обрабатываемыми.

В западной части острова, в период времени 28-13 тыс. лет, возникли купола, сложенные вулканическими стеклами – обсидианами. Эти скалистые постройки имеют протяженность около 1,5 км при ширине сотни метров. Не известно, какую часть они занимали первоначально, так как 6 тыс. лет назад началось образование главного сохранившегося конуса Дела Фоссо. По размерам он сопоставим с южным конусом, но высота его поменьше – 390 м. В центре постройки хорошо выражен кратер глубиной 100 м с активными фумаролами. Большую известность имеют серные бугры, где на глазах происходит отложение серы.

Северная часть острова с ласковым названием Вулканелла начала формироваться в подводных условиях в 183 году до н.э. Благодаря именно этому извержению римляне поместили на остров бога огня, которого назвали Вулкан. Затем вырос конус, увенчанный тремя кратерами – классическая картина постройки.

В первый день я сделал маршрут в северной части острова на вулканические жерла Вулканеллы. Начало маршрута на «сероводородных» скалах, мимо которых идешь с опаской – чувствуется резкий запах. Цвет скал ярко-жёлтый, светло-серый, красный; высота – десятки метров. Взойти на скалы не удалось, так как они являются частной собственностью.

Гидротермальное поле также приватизировано, стоит будочка и продаются билеты на посещение. Температура грязей 30-40°C, а в некоторых местах и 100°C. Посетители используют горячую грязь как лечебную, обмазываются пепельно-серой массой, а потом смывают под душем.

Путь к жерлам проходил также по приватизированной территории. Мне удалось преодолеть крепкую изгородь из колючей проволоки и попасть на вершину постройки. Обрамление жерловин сложено окремнёнными лавами, а в центре сохранились кратеры глубиной 20-40 м. На изменённых породах сохранились остатки прослоев пепла, сложенных кристаллами разных минералов.

У подножия Вульканеллы сохранились потоки более ранних базальтов мощностью 2-3 м с прекрасной зональностью: в основании брекчиевые, в центре ракристаллизованные, а в кровле шлаковые. На маленьком пляже много пемзовой гальки и самых разнообразных лав. Я отобрал образцы и пробы из всех разновидностей горных пород для шлифотеки Южно-Уральского государственного университета, они будут полезны студентам.

Второй день я начал с древней кальдеры в южной части острова. Ничего особенного, ничего огнедышащего я не заметил. Судя по садам – исключительно плодородная земля, лишь кое-где обнажены туфы. Следующая цель – обсидиановые купола в западной части острова. Впечатляющие глыбы шелковистых вулканических стекол, однородных, со следами течения лавы, с включениями разного состава. В отдельных обнажениях видны включения рыхлого слоистого пепла – даже удивительно, – совсем не спекшегося.

С этих обнажений открылась панорама основного вулканического конуса, на который проложена туристическая тропа. Конус сложен изменёнными жёлтыми лавами и покрыт тёмно-серым пеплом, сползающим по крутому склону. Вот на этом месте со мной приключилась беда. В восторге от открывшейся картины я несколько раз фотографировал скалы и прекрасные дали. Когда «очнулся» – у меня не оказалось полевой сумки с документами, билетами и прочим. В одночасье из обеспеченного человека я остался без гроша в кармане, и это в чужой стране, тем более на острове. Мои отчаянные попытки найти сумку оказались безуспешны, наверное со стороны было забавно смотреть на мое метание по скалам и зарослям колючих кустарников. Сумку я оставил близ дороги, по которой сновали машины. Где она сейчас: зашвырнул ли её вихрь вниз по склону, утащили ли собаки и интересуются в кустах её содержимым, или просто любознательный водитель прихватил находку – неизвестно. Пришлось обращаться к местной полиции – карабинерам, чтобы они выдали справку о потере паспорта. Это была главная проблема, но тотчас встали более мелкие, но конкретные сложности. Как говорят в народе: «За всё надо платить!» и за удовольствия – тоже.

Третий день начался с дождя. В кафе около гостиницы скопилось много туристов, и все хотят на вулкан: молодые и пожилые, юные и старцы, дамы и подростки. Слышен немецкий, французский, английский говор. У многих в руках лыжные палки – подниматься по серпантинной тропе тяжело. Кроме красивых видов экскурсанты познакомятся с разными породами, подышат фумаролами и соберут коллекцию самородной серы. Погода установилась к полудню, и все пошли вверх по склону, а я – к карабинерам. Кое-как объяснился с начальником, получил справку и завертелась круговерть со звонками, деньгами, переводами и прочей прозой. Спасибо всем, кто помогал мне в это сложное время – и накормили, и напоили, и подвезли к карабинерам. Спасибо вицеконсулу в Риме Сергею Шарикову, оперативно выдавшему мне документ о возвращении в Российскую Федерацию.

История островов. Освоение вулканических островов имеет сложную историю, включающую самые разные события: освоение залежей вулканического стекла, возникновение греческих колоний, борьбу Сицилийской державы и Рима с Карфагеном, пиратский разбой и норманнские завоевания, испанское владычество, строительство церквей. Знания об этих шагах истории основаны неутомимой деятельностью Л.Бреа и М.Кавалери, исследовавших исторические памятники архипелага и создавших в 1954 г. на о-ве Липари археологический музей. Он размещается в трехэтажном здании и содержит 27 залов, в которых собраны свидетельства бурной жизни архипелага.

Первые поселения возникли на островах Липари и Салина в среднем неолите, в конце 5 тысячелетия до н.э. Основным занятием островитян была добыча вулканического стекла, которым снабжалось все Западное Средиземноморье. Приходится признать, что уже в то далекое время регулярно «ходили» по морю. Обсидиановая индустрия процветала почти 2 тысячи лет, до наступления бронзового века. С этим периодом связан экономический кризис, обсидиан стал не нужен.

Возрождение жизни происходит во время колонизации островов древними греками, о чем свидетельствуют находки протогреческой керамики и микенских ваз. С этим периодом связана легенда об Одиссее и сиренах. Позже острова попадают в зависимость от этрусков и Сицилийской державы. Пелопонесская война Афин и Спарты позволила властелину Сиракуз освободиться от греческого влияния. Начинается эра пиратов, снабжавших греческие колонии рабами.

Во время Первой пунической войны между Карфагеном и Римом Липари служили базой флота для Ганнибала. Однако, в 260 г. до н.э. молодой римский флот одержал первую победу при Липари и поселения на острове были разрушены. Имеются свидетельства существования стратегической базы Октавия на Липари во время борьбы с Помпеем.

В 1-2 веках н.э. народы Средиземноморья впервые в истории оказались в пределах одной державы – Римской империи. Были стерты границы между бывшими государствами, которые стали римскими провинциями, войны и морской разбой были прекращены. Таким образом, были созданы условия для экономических и культурных связей между различными областями Средиземного моря. Это привело к прогрессу сельского хозяйства, ремесла, строительного дела, внешней и внутренней торговли. В построенной крепости стоял гарнизон, а острова использовались как место ссылки, в том числе влиятельных особ: жены императора Каракаллы, императоров Алларио и Онорио.

В 543 г. готы основали базу на Липари, а в конце столетия была построена церковь Святого Варфоломея. Но грянуло извержение на Липари в 729 г. и стерло с лица земли городки, люди покинули архипелаг на два столетия. Возрождение поселений на острове связано с норманнским Сицилийским королевством, правитель которого Рожер II организовал в 1083 году монастырь бенедиктинцев. В поселения вернулась жизнь, чему способствовала выданная папой Урбаном II привилегия островитянам в торговле серой, пемзой и квасцами.

Мирная жизнь прекратилась после возникновения пиратских баз. Важное стратегическое положение островов стало использоваться пиратами, между ними даже происходили крупные столкновения. В 1544 г. пират «Красная борода» атаковал, сжег и разграбил Липари, всех уцелевших жителей, 8 тысяч человек, продал в рабство, что поразило христианский мир. Чарльз V, король Испании, решил восстановить положение, разогнал пиратов, построил вокруг Липари мощную крепостную стену, населил остров выходцами из южной Италии и Испании. Однако люди продолжали жить в опасении террора и вторжений вплоть до XVIII века. Смутное время правления

Бурбонов и австрийцев закончилось после гарибальдийского восстания и воссоединения Италии.

Сегодня на всех островах живут люди, иногда по соседству с извергающимися жерлами. Экономика базируется на туристическом бизнесе, дороги и маршруты проложены по всем вулканам, острова посещают десятки тысяч людей. Кроме природных памятников природы действует Эолийский археологический музей, в котором можно познакомиться с бурной историей архипелага. Будет возможность – посетите родину Вулкана!

Научные проблемы вулканических островов. Научные проблемы островов связаны с вулканологией – наукой о строении и закономерностях развития вулканизма в геологической истории Земли. Зародилась она на вулканах Средиземного моря, которые являлись страшными соседями греков, этрусков, римлян и других народов солнечного края. Первым ученым, исследовавшим вулканические извержения является греческий философ Эмпедокл (490-430 г. до н.э.), живший на Сицилии. На склоне дней своих он удалился на вулкан Этна, построил жилище на высоте почти 3 тыс.м на возвышенности, которая и сейчас называется «Торе-дель-Философо». В результате наблюдений он пришел к выводу, что центральная часть земли расплавлена, а вулканы образуются в местах, где расплавленный материал выходит на поверхность. Это было новым для греческой философии, отдававшей предпочтение воле богов. К сожалению, большая часть трудов Эмпедокла не сохранилась. Существует предание, что жизнь свою он кончил, бросившись в кратер Этны.

Основой вулканологии являются постоянные наблюдения за вулканами. Как пишет Г.Тазиев, первая наблюдательная станция была создана в начале 19 века на Этне, в 100 шагах от того места, где жил когда-то Эмпедокл. В 1847 г. Франсуа Араго основал вулканологическую обсерваторию на Везувии – наиболее известном вулкане на Земле, а в начале прошлого столетия там были установлены сейсмографы. Они фиксировали все подземные толчки – предвестники землетрясений и извержений. Еще одна станция была основана в 1912 г. у кромки кальдеры вулкана Килауэа на острове Гавайи. Вслед за тем возник ряд других станций в Японии и Индонезии, на Филиппинах и Камчатке, Новой Зеландии и Меланезии. Конечно, не остались без присмотра и вулканы Средиземного моря, в том числе и Эолийского архипелага. За ними наблюдают ученые итальянского Национального Института геофизики и вулканологии, его филиалов в Катании близ Этны и в Палермо, кроме того в исследованиях участвуют сотрудники университетов этих сицилийских городов. К изучению извержений и их продуктов привлекаются специалисты многих итальянских университетов: Сиены, Пизы, Перуджи, Рима, Неаполя. Многие работы выполняются зарубежными специалистами из Франции, США, Германии, России.

Исследования вулканов архипелага в совокупности освещают строение построек, состав лав и туфов, свойства газов и горячих растворов, физические поля вулканов и их окружения. Особая статья – сведения об археологических памятниках, сохранившихся в исторической летописи благодаря или вопреки извержениям.

Когда я писал о вулканском и стромболианском типах извержений, невольно обращался к вулканическим фациям – так называют продукты извержений, отличающиеся по механизму образования. Выделенные на Вулькано, Липари, Стромболи пирокластика, лавы, обычные и спекшиеся туфы, жерловые брекчии, фумаролы описываются сейчас на всех вулканах, современных и древних. Я имел возможность познакомиться с этими фациями во время полевой вулканологической школы на Камчатке, которую проводил известный российский вулканолог Евгений Мархинин. А на практике фациальный анализ дает возможность реконструировать былые вулканы, действовавшие десятки и даже сотни миллионов лет назад.

Применительно к Уралу такие работы выполнены Виктором Коротеевым, ныне академиком, в содружестве со многими специалистами.

Конечно, само название острова Вулькано завораживает вулканологов как место рождения нашей профессии. В исторической летописи сохранились письменные свидетельства об извержениях за последние 2200 лет. Этот материал проанализирован С.Арриго с соавторами, причем наряду с геологическими широко использовались палеомагнитные методы, давшие полную хронологию грозных событий! Выводы иллюстрируются материалами по составу всех фаз извержений, включая сведения о химизме лав, содержании малых и редкоземельных элементов. Исследования выполнены на самой современной аппаратуре в научных центрах Италии и Европы, такое впечатление, что специалисты соревновались в самом дотошном изучении продуктов известных извержений.

Но этого мало! Пытливая мысль вулканологов пошла дальше вглубь истории. Сейчас последовательность извержений прослежена на сотни тысяч лет, датированы все вулканические продукты архипелага. По свидетельству В.Занона наиболее древними – 220 тыс. лет – являются лавы острова Липари, затем появились Стромболи и Вулькано. Возникла проблема сопоставления различных фаз вулканической деятельности на островах, корреляции событий. Это потребовало изучения геохимии лав и туфов, основанного на изотопных данных. Получены важные выводы по генерации, смещению и дифференциации магм, влиянию захваченных во время извержений обломков фундамента на состав расплавов. Вулканологи сумели заглянуть в основание земной коры и даже мантию Земли и определить, на каких глубинах зарождались корни вулканов, каковы размеры и морфология магматических камер. Для решения этих вопросов решающими явились геофизические исследования.

Характеристика вулканов не может быть полной без описания состава выделяющихся газов и горячих растворов. Ведь именно они определяют виды полезных ископаемых, свойственные всем вулканическим провинциям, в том числе и Средиземноморью. Присутствие в составе газов сероводорода обуславливает кислый состав гидротерм; при просачивании флюида через поры и трещины породы выщелачиваются, освобождаются от железа и кальция. Эти элементы выносятся из лав и, особенно, туфов, а на их месте образуются светлые минералы (кварц, слюды) и отлагается сера. В работах П.Фулигнати с соавторами рассмотрен механизм изменений, влияние газов на состав растворов. Гидротермальные системы исследованы в объеме построек, что является поучительным примером для древних сооружений. При изучении вулканов Урала автор совместно с Н.Анкушевой использовал этот метод при изучении флюидных включений по разрезу построек.

Развитие гидротермального процесса сопровождается отложением жил различных минералов, в том числе редких. На Вулькано неутомимой Надеждой Мозговой с соавторами в таких жилах определены загадочные серебро- и висмутсодержащие разности. Детальное исследование их состава и кристаллохимических особенностей показало, что среди них присутствует один новый, не известный ранее минерал. Он был назван вурроитом в честь профессора минералогии Филиппа Вурри из университета города Барии. Это направление очень близко ученым нашего Института минералогии, также делающим ставку на открытие новых минералов.

Следующий шаг вулканологов – морское дно. Для историков оно хранит затонувшие в результате штормов и морских битв корабли, для геологов – осадки, фундамент и окружение вулканических островов. Тирренское море очень благоприятно для определения структур, контролирующих размещение вулканов. Работы выполненные в Национальном институте геофизики и вулканологии Италии, показали

удивительную картину: оказалось, что надводные и подводные вулканы образуют почти единое кольцо, охватывающее весь бассейн. Ключом явилось сопоставление сведений о подводном рельефе с магнитометрическими и гравиметрическими данными.

Казалось бы все виды вулканологических исследований коснулись вулканов архипелага. Но есть одна наука, которая пока не нашла приверженцев среди ученых Италии. Я имею в виду биовулканологию, основанную Евгением Мархининым, и которая свидетельствует об образовании предбиологических соединений в результате вулканических извержений и сопутствующих молний. Такие исследования еще впереди!

© Зайков В.В., 2008

УДК 553.981+553.495+622.324.7

Докт. геол.-мин. наук ЗАРИЦКИЙ П.В. (Харьковский национальный университет им. В.Н.Каразина)

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕДРОВЫХ (ГЕОГЕННЫХ) БОГАТСТВ И ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ПОДГОТОВКА СООТВЕТСТВУЮЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ – ИМПЕРАТИВ XXI СТОЛЕТИЯ

Темп потребления минерального сырья из года в год нарастает неумолимо. Известно, что за последние несколько десятилетий добыто полезных ископаемых больше, чем за всю предыдущую историю цивилизации. Всё больше экономический потенциал и степень независимости государств определяются обеспеченностью их собственными недровыми богатствами. Понимание этого положения можно найти в приветствии премьер-министра Украины по случаю 80-летия геологической службы Украины: «Политическая независимость и экономическая безопасность государства обуславливается многими факторами, прежде всего, составляющими собственных производительных сил. Одной из важнейших среди них является минерально-сырьевая база, которой определяются реальные возможности развития как национальной экономики, так и народного хозяйства в целом» [1].

Выработка к настоящему времени многих месторождений полезных ископаемых на суше заставляет человечество в поисках новых источников минерального сырья начать осваивать шельфы и дно морей и Мирового океана, увеличивать глубину поисков, разведки и разработки месторождений на континентах. Очевидно, что открытие и тем более освоение таких месторождений требует огромных затрат средств и времени.

Вместе с тем, неизбежным следствием работы горнодобывающей и перерабатывающей промышленности, теплоэнергетики и других отраслей является образование и накопление больших объемов различных отходов (твердых, жидких, газообразных), которые, к тому же, отрицательно влияют на экологическую ситуацию: из оборота извлекаются сотни тысяч гектаров сельскохозяйственных и лесных угодий под отвалы и хвостохранилища, загрязняется среда обитания человека (почвы, воды, воздух), что прямым и губительным образом сказывается на здоровье людей. Ежегодный объём загрязнений на 1 км² в Украине в 6,5 раз превышает уровень США и в 3,2 раза – уровень в странах ЕЭС.

Во многих миллиардах кубических метров только горнопромышленных отходов в Украине есть фактически все, что может быть использовано в народном хозяйстве, но ещё не подсчитано и не проанализировано: что есть, сколько, как взять, стоит ли брать,