

ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ



**Сборник научных трудов
Всероссийской научной конференции,
посвященной 130-летию со дня рождения профессора
Бориса Александровича Можаровского**

2013

Министерство образования и науки Российской Федерации
Саратовский государственный технический университет

Факультет экологии и сервиса



ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ

**Сборник научных трудов
Всероссийской научной конференции,
посвященной 130-летию со дня рождения профессора
Бориса Александровича Можаровского**

Под редакцией А.В. Иванова

Саратов 2013

ВУЛКАН МОН-ПЕЛЕ: ИСТОРИЯ И ПРОДУКТЫ ИЗВЕРЖЕНИЯ 1902-1903 гг., ЗНАЧЕНИЕ В ВУЛКАНОЛОГИИ

В.В. Романова

*Государственный геологический музей имени В.И. Вернадского РАН,
Москва*

В фондах Государственного Геологического музея им. В.И. Вернадского РАН (г. Москва) хранится коллекция вулканических пород Малых Антильских островов, поступившая в музей в 1903 г. Значительной частью этой коллекции являются образцы, собранные на вулкане Мон-Пеле (о. Мартиника) в 1902 г. во время известного разрушительного извержения. В статье приводится история этого извержения, описание коллекции и краткая петрографическая характеристика наиболее представительных пород и оценивается значение этого извержения в истории современной вулканологии.

MOUNT PELEE: HISTORY AND IGNEOUS ROCKS OF 1902-1903 ERUPTION, IMPORTANCE FOR VOLCANOLOGY

V.V. Romanova

Vernadsky State Geological Museum RAS, Moscow

The collection of volcanic rocks from Lesser Antillas acquired in 1903 is stored at Vernadsky State Geological Museum. Main part of this collection are specimens collected at Mount Pelee (Martinique Island) during the famous destructive eruption in 1902. The history of this eruption is described and the description of the collection including petrographical characteristic of the most representative rocks is given. The significance of that eruption for volcanology science is discussed.

История извержения вулкана Мон-Пеле 1902-1903 гг.

8 мая 1902 г. в результате катастрофического извержения Мон-Пеле почти мгновенно был уничтожен город Сен-Пьер и 30000 его жителей. Это событие стало самым разрушительным эпизодом продолжительного извержения, протекавшего с апреля 1902 г. до середины 1903 г.

Город Сен-Пьер расположен на берегу моря в 7-8 км южнее вершины вулкана Мон-Пеле («Лысая гора», высота 1397 м). По мнению А.П. Павлова, «по красоте положения, удобствам жизни, по живописности окружающей природы это был один из самых приятных городов в мире» (Павлов, 1948, с. 52). Вулкан не вызывал особых опасений, т.к. со времен колонизации острова французами в 1635 г. произошло лишь два слабых извержения – в 1792 г. и 1851 г. Вершина горы служила местом отдыха и экскурсий.

Первые сведения о возобновлении вулканической деятельности были получены 2 апреля 1902 г., когда в верховьях реки Бланш появились фумаролы (Лучицкий, 1971, с. 120-123). В конце апреля наблюдались пеплопады, ощущался резкий запах сероводорода, проявились первые толчки зем-

летрясений. Была назначена комиссия, которая пришла к выводу, что опасность городу не угрожает, на 11 мая были назначены выборы.

Активность вулкана нарастала: 5 мая в устье реки Бланш горячими грязевыми потоками был разрушен сахарный завод, погибло более 30 рабочих; 6-7 мая деятельность вулкана еще усилилась, сильные взрывы можно было слышать на соседних островах.

8 мая после затишья в 7 часов 50 минут раздались оглушительные взрывы и вверх из кратера взвились черные тучи. Следующий сильнейший взрыв был направлен не вверх, а в сторону. Он вызвал появление потока, состоящего из раскаленных газов и пепла («палящая туча»). С огромной скоростью поток ринулся вниз по склону в сторону города, в течение 2-3 минут достиг его и обрушился в море, вскипевшее у берега. Весь город был охвачен пламенем – вспыхнули цистерны со спиртом на ромовых заводах. Механическое действие потока было необыкновенно сильным. Со всех домов были сорваны крыши, каменные стены до метра толщиной опрокинулись, статую весом 3 т протащило на 20 м, столетние деревья были вырваны с корнем, стальные балки измяты. Город был полностью разрушен. Большинство людей погибло мгновенно из-за удушья и ожогов. Температура потока превышала в городе 650-700°C.

Граница области распространения взрывной волны была весьма резкой. Площадь разрушения начиналась в истоках реки Бланш и, постепенно расширяясь, доходила до Сен-Пьера и заканчивалась у селения Карбе в 10 км к югу от кратера вулкана. Границы этой области пересекали речные долины, холмы и другие неровности рельефа.

После катастрофы 8 мая извержение вулкана продолжалось многие месяцы; 20 мая повторился направленный взрыв, аналогичный по силе взрыву 8 мая, он охватил ту же площадь. Суммарная мощность пепла в городе после двух извержений достигала 30 см, крупный пирокластический материал отсутствовал. 30 августа произошел третий и последний направленный взрыв, область разрушения которого сдвинулась восточнее, затронув северную окраину Сен-Пьера, и разрушив ряд деревень, расположенных на возвышенности. При этом погибло еще 2000 человек. Другие многочисленные извержения отличались меньшей силой и направлением схода палящих туч (раскаленных лавин), которые двигались в основном по долинам рек Бланш и Сеш, расположенных северо-западнее Сен-Пьера, и оставляли отложения в виде смеси мелкого материала и крупных обломков.

Осенью 1902 г. в центре кратера стал расти обелиск, состоящий из очень вязкой лавы. Этот обелиск («игла», «Пелейская башня») имел диаметр от 100 до 170 м при высоте более 300 м, скорость его роста составляла в среднем 10 м в сутки. Максимальная высота была достигнута в мае 1903 г., после чего рост прекратился, и обелиск стал постепенно разрушаться.

Характер извержения вулкана Мон-Пеле до того времени был не известен вулканологам. Детальными исследованиями этого необычного из-

вержения занимались ученые Франции, Англии и США. Результаты наблюдений изложены во многих монографиях. Наиболее важной является монография французского исследователя А. Лакруа «Гора Пеле и ее извержение», изданная в 1904 г.

Породы вулкана Мон-Пеле и продукты извержения 1902 г.

Коллекция содержит 55 образцов с вулкана Мон-Пеле. Многие образцы долгое время не экспонировались, так как не были определены. При изучении коллекции в 2007 г. встал вопрос об авторстве коллекции. В книге записей предметов, поступавших в Геологический кабинет Московского университета, есть краткая запись за 1903 год: «Коллекция пород Малых Антильских островов – 200 р.», означающая, что коллекция куплена за внушительную сумму, фамилия автора не указана.

При просмотре образцов, каталога и авторских этикеток выяснилось, что автор не занимался систематическим отбором материала и детальным изучением пород (большинство образцов не определено, привязка часто общая и т.д.), но сразу обращалось внимание на наличие образцов, привязанных по времени к конкретным эпизодам известного извержения Мон-Пеле 1902 г. Коллекция поступила в музей в 1903 г., «по горячим следам», когда извержение еще фактически не закончилось. Кем же был автор коллекции? Нужные сведения обнаружились в статье А.П. Павлова «Вулканические катастрофы на острове Мартинике 1902-1903 гг.». Статья была написана в 1904 г. для серии «Чтения для учащихся», устраиваемых Московским педагогическим обществом. В статье (цит. по: Павлов, 1948, с. 62-63) читаем: «В том же июне Мартинику посетил молодой русский геолог Скоржинский, ассистент в Варшавском политехникуме. Он поднимался на вулкан до самого кратера, побывал в знаменитой долине реки Белой (Бланш), излюбленной дороге горячих туч, и сделал много фотографий». А.П. Павлов поместил в публикацию фотографию, сделанную Скоржинским, на которой «изображена долина реки Белой, засыпанная камнями и горячим пеплом, температура которого в день съемки (12 июля 1902 г.) достигала на поверхности 60-80°C, на небольшой глубине была более 100°C. Ноги вязли в горячей золе, и хождение по такой почве было затруднительным» (там же).

А.П. Павлов продолжает: «18 (5) августа, находясь на пароходе в бухте, Скоржинский наблюдал выход горячей тучи и ее сфотографировал. Вот как он ее описывает: «С вулкана свалилась по его склонам серовато-черная клубящая масса, будто облако неимоверно густое. Достигнув моря, страшный вулканический метеор облек всю местность непроницаемой тьмой. Скорость, с которой катилась эта неопределенная масса, сравнима с движением урагана: расстояние от кратера до моря (6 км) было пройдено в течение 2,5 минут. Явление представляло в миниатюре то, что, должно быть, произвело катастрофу в Saint Pierre» (рис. 1).



Рис. 1. Палящая туча извержения 5 августа 1902 г.
 Фото К.М. Скоржинского (Павлов, 1948)

Судя по данным, приведенным в статье А.П. Павлова, по содержанию кратких авторских надписей на этикетках (рис. 2), именно Скоржинский собрал и передал каменный материал. Позже, при изучении литера-

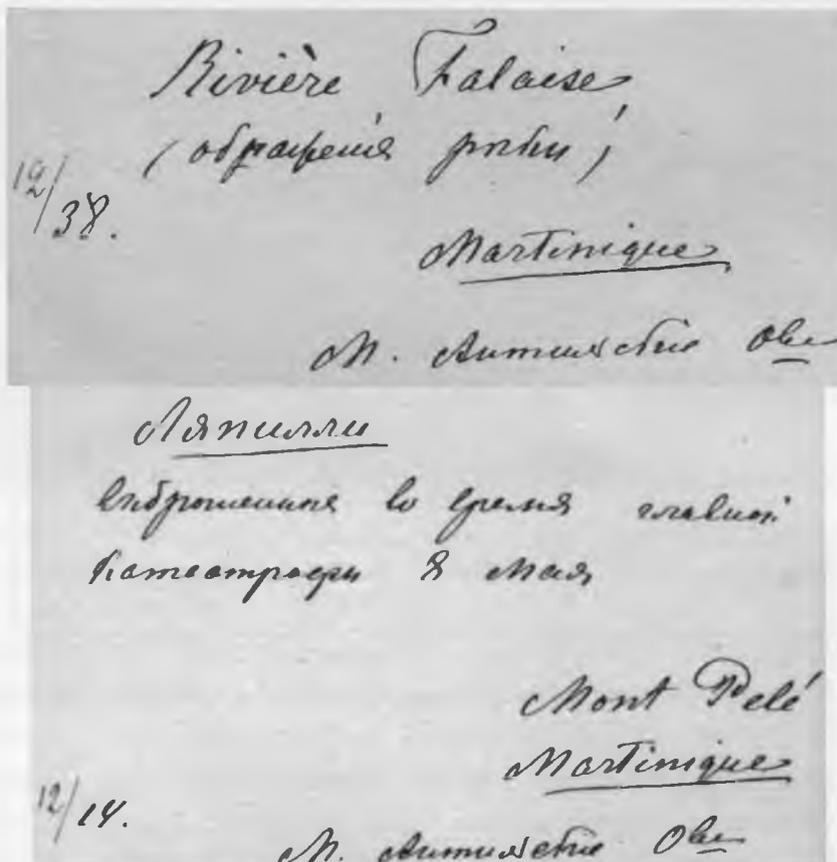


Рис. 2. Первичные этикетки

турных источников, обнаружилось прямое указание на авторство данной коллекции. К XII съезду естествоиспытателей и врачей (1909-1910 гг.) была издана брошюра, в которой А.П. Павлов привел сведения о содержании отделов Геологического кабинета Московского университета. Так в III отделе (Петрография) указываются «серия норвежских кристаллических пород и серия продуктов вулканической деятельности Мон-Пеле на Мартинике и некоторых других антильских вулканов, собранных К.М. Скоржинским» (Добров, 1962, с. 150-151).

В коллекции содержатся рыхлые продукты извержения 1902 г. (вулканические бомбы, лапилли, пепел), отобранные как на вершине и склонах вблизи кратера, так и на удалении от вулкана в окрестностях городов Сен-Пьер, Форт-де-Франс и др. (рис. 3). Породы обелиска отсутствуют, видимо, ко времени возникновения «иглы», К.М. Скоржинский уехал с Мартиники.

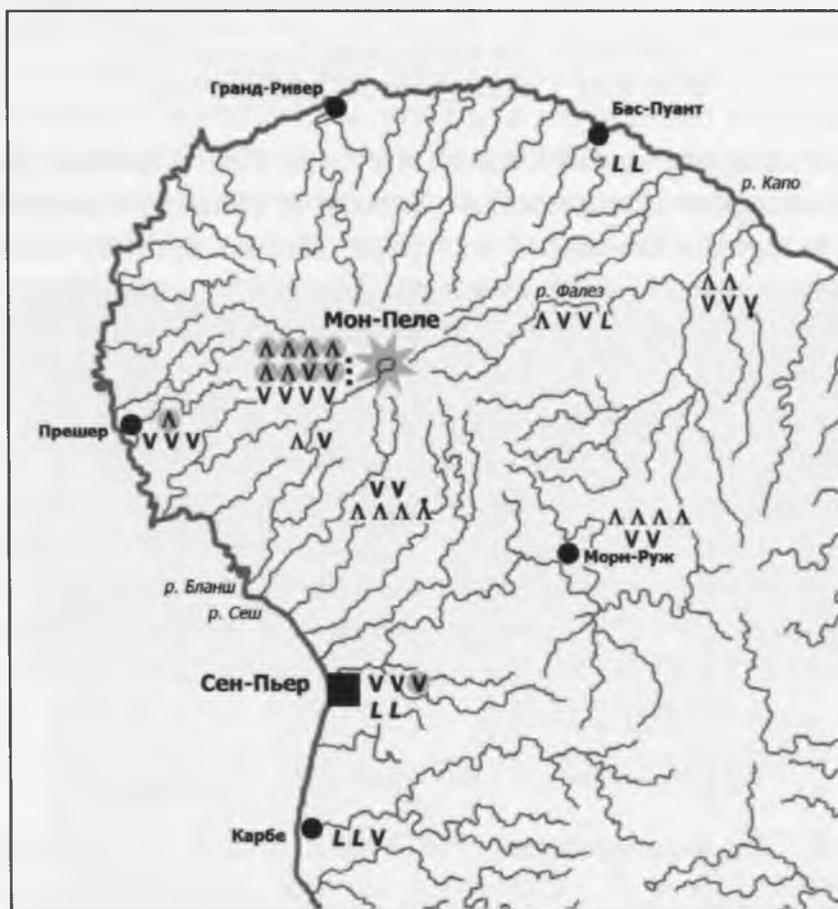


Рис. 3. Схема отбора образцов на вулкане Мон-Пеле и его окрестностях:

Один значок соответствует одному образцу:

L – андезибазальт

V – андезит

Λ – дацит

Υ – туф

● – бомбы и лапилли

• – пепел

Вулканические бомбы (7-15 см), собранные в основном на вершине («старый кратер Трианон») и западном склоне, имеют сглаженную форму округлых и эллипсоидных очертаний (рис. 4) и шероховатую или гладкую поверхность. Они сложены преимущественно светло-серыми или желтовато-серыми пористыми дацитами, реже серыми массивными андезитами.

Лапилли (1-5 см) с западного склона и вблизи п. Прешер уплощенной сглаженной формы (рис. 4) сложены однообразными светло-серыми или желтоватыми пористыми дацитами. Отмечаются «особенные» лапилли с юго-западного склона, «...выброшенные во время главной катастрофы 8 мая».

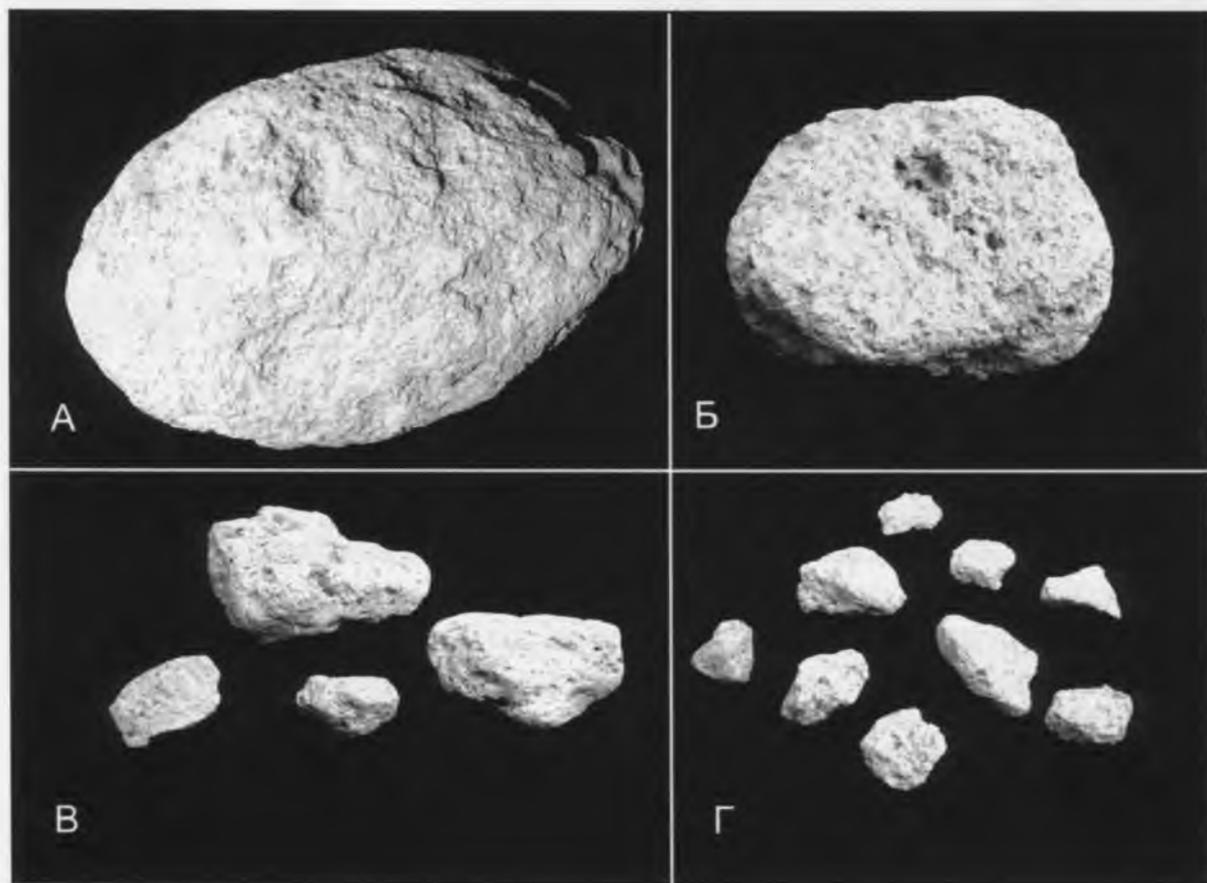


Рис. 4. Вулканические бомбы и лапилли извержения 1902 г., сложенные пористым дацитом. Размеры: а – 13×9×7; б – 8×7×6; в, г – лапилли 2⁻⁵ см

Вулканический пепел разнообразен. Пепел, собранный на юго-западном склоне вулкана, представляет собой темно-серый либо серый разнородный пирокластический материал (вулканический песок) с угловатой формой отдельных частиц. Интересен пепел, впервые появившийся в г. Фор-де-Франс 3 мая, в виде светло-серой пыли (вулканическая пыль). Особый интерес представляет «фигурный пепел» (Малеев, 1980, с. 80), состоящий из темно-серых «шариков» и их осколков размером 0,5-

2 мм с незначительной примесью угловатых обломков серого и белого цвета. К сожалению, привязка этого образца не точна, первичный номер плохо сохранился, но, судя по каталогу и этикеткам, это может быть либо «пепел последнего извержения с западного склона (9 июля)» либо «пепел главной катастрофы 8 мая (собранный в Fort de France)».

Кроме рыхлых пирокластических образований, в коллекции присутствуют лавы, реже туфы, слагающие конус вулкана. Многие образцы отобраны из коренных обнажений преимущественно в юго-западной и южной части вулкана: по долинам рек Бланш и Сеш, в обрывах морского побережья, в каменоломнях около г. Фор-де-Франс. Реже присутствуют образцы с северо-восточных склонов, отобранные в долинах рек Капо и Фалез (рис. 3).

В коллекции широко представлены разнообразные андезиты, реже встречаются дациты и андезибазальты. Приведем краткое петрографическое описание лишь наиболее характерных пород.

Андезиты двупироксеновые встречаются как в коренных обнажениях, так и в вулканических бомбах извержения 1902 г. Это породы зеленовато-серого или бурого цвета порфировой структуры и массивной, реже тонкопористой текстуры. Под микроскопом наблюдаются многочисленные (до 40% объема породы) относительно мелкие (0,2-1, редко 2 мм) вкрапленники, представленные плагиоклазом, ортопироксеном и клинопироксеном. Состав зонального плагиоклаза соответствует лабрадору и основному андезину. Среди вкрапленников пироксенов явно преобладает ортопироксен, который представлен гиперстеном. Он образует удлиненные кристаллы, часто с правильными четырех- или восьмиугольными сечениями. Характерна опацификация (рис. 5). Клинопироксен наблюдается в виде короткопризматических кристаллов и зерен, отмечаются простые и полисинтетические двойники. Основная масса преимущественно витрофировая, серое или буроватое вулканическое стекло включает редкие игольчатые микролиты плагиоклаза, зерна пироксена и рудного минерала. Среди андезитов выделяются также амфибол-двупироксеновые и оливин-двупироксеновые разновидности.

Дацинты двупироксеновые слагают в основном вулканические бомбы и лапилли извержения 1902 г., редко встречены в коренных выходах. Визуально это светло-серые или желтоватые породы мелкопорфировой структуры и пористой текстуры. Под микроскопом видны немногочисленные (10-20% объема породы) мелкие (0,1-0,7, редко до 1 мм) вкрапленники плагиоклаза, ортопироксена и клинопироксена. Состав плагиоклаза не типичен для дацитов и соответствует лабрадору. Ортопироксен, преобладающий среди пироксенов, представлен гиперстеном, образует удлиненные слабо окрашенные кристаллы и зерна, не опацифицирован. Клинопироксен встречается в виде редких мелких зерен. Витрофировая основная масса представляет собой бесцветное кис-

лое стекло, иногда включающее редкие игольчатые микролиты плагио-клаза и пироксенов.

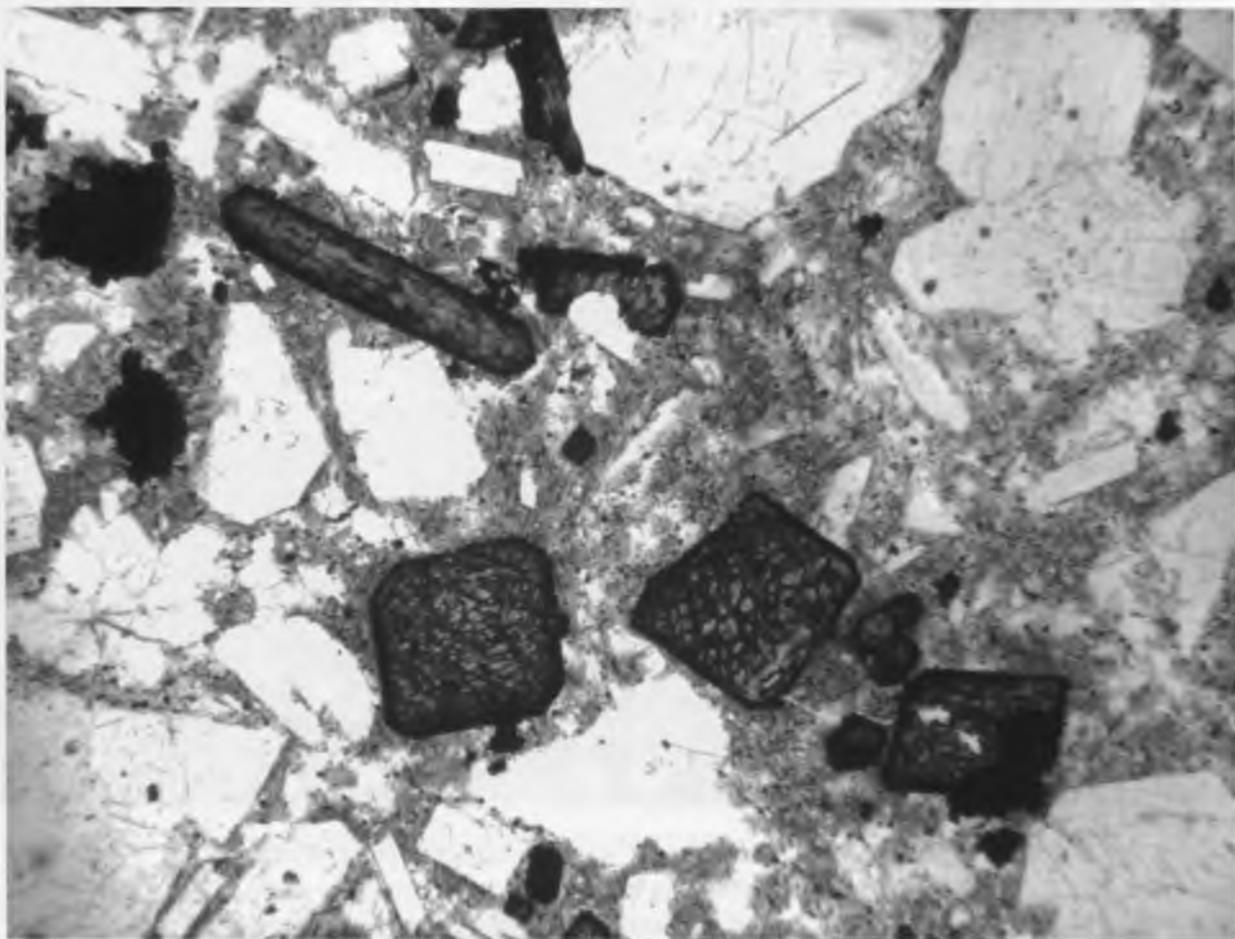


Рис. 5. Андезит дупироксеновый.

Вкрапленники интенсивно опацизированного гиперстена и плагиоклаза, структура основной массы витрофирная. Ув. 60, без анализатора

Иногда наблюдается «грануляция?» (рис. 6) стекла («лапилли с юго-западного склона главной катастрофы 8 мая»). Мелкие поры (0,1-0,3, редко 0,5 мм) неправильной или удлиненной формы составляют от 10 до 40% объема породы.

Андезибазальты дупироксеновые приурочены к подножью вулкана и вскрываются в береговых обрывах. Они отличаются темно-серой окраской, относительно крупнопорфировой структурой и массивной текстурой. Многочисленные вкрапленники (до 50% объема породы) представлены плагиоклазом (лабрадор), клинопироксеном (преобладает среди пироксенов), гиперстеном, рудным минералом, иногда оливином. Основная масса гиалопилитовая, реже витрофирная. Бурое или темно-серое вулканическое стекло иногда включает многочисленные тонкие микролиты плагиоклаза (основной андезин), пироксенов и обильные зерна рудного минерала.



Рис. 6. Дацил дупироксеновый. «Грануляция?» стекла основной массы, вкрапленники плагиоклаза и гиперстена. Лапилли, выброшенные во время катастрофы 8 мая 1902 г. Ув. 60, без анализатора

Последствия и уроки извержения вулкана Мон-Пеле 1902-1903 гг.

Извержение вулкана Мон-Пеле 1902-1903 гг. стало заметной вехой в вулканологии. В результате детального изучения этого извержения была уточнена классификация вулканов, обоснован механизм нового типа извержений (пелейский тип), введены такие новые понятия, как «палящая туча», «раскаленная лавина», «направленный взрыв» и многие другие. После данного извержения ученые осознали необходимость постоянных наблюдений над вулканами, стали появляться вулканические обсерватории и станции. Власти поняли необходимость эвакуации населения, как главную защиту от палящих туч. Извержение изменило геологическую судьбу некоторых видных вулканологов.

Пелейский тип извержений впервые выделил и детально изучил французский вулканолог А. Лакруа (1863-1948). Для этого типа характерными чертами являются: высокая эксплозивность, появление разрушительных палящих туч и раскаленных лавин, формирование экструзивных

тел. Впоследствии представление об этом типе извержений было уточнено и расширено работами Ф.А. Перре, наблюдавшим извержение Мон-Пеле 1929-1932 гг., Г.С. Горшкова и Г.Е. Богоявленской, изучавшими вулканы Безымянный (1955-1963 гг.) и Шивелуч (1948 г.) на Камчатке, Г. Макдоналда на вулканах Хибокхибок (Филиппины) и Ламингтон (Новая Гвинея) и других исследователей. Примерами более поздних крупных извержений пелейского типа являются: извержение вулкана Мерапи (о. Ява) в 1994 г., Сен-Хеленс (США, Каскадные горы) в 1980 г., Ундзей (Япония) и Пинату-бо (Филиппины) в 1991 г. и др.

Палящие тучи. Первоначально А. Лакруа ввел термин «палящая» или «раскаленная» туча для всех разрушительных явлений на Мон-Пеле – взрыва 8 мая и всех последующих извержений этого вулкана в 1902-1903 гг. Однако наблюдения отдельных взрывов и изучение их отложений показало, что большинство этих «туч» представляет собой более сложное образование, которое состоит из двух частей – лавины в основании и перекрывающего ее облака из газа и пыли. По мнению Г. Макдоналда, туча представляет собой только пылевидные частички, поднимающиеся над лавиной: «Поэтому название «палящая туча», которое подчеркивает второстепенную особенность этого явления, кажется не совсем точным, и многие вулканологи в настоящее время предпочитают использовать термин раскаленная (или палящая) лавина» (Макдоналд, 1975, с. 148).

В настоящее время различают два явления: извержение раскаленных лавин и извержение пелейских туч направленного взрыва (Влодавец, 1984, с. 107, 113).

Извержение направленного взрыва вулкана Безымянного (Камчатка) 1959 г. детально изучалось Г.С. Горшковым и Г.Е. Богоявленской. Эти исследователи считают, что данное извержение подобно нескольким взрывам вулкана Мон-Пеле 1902 г., при этом выбросы 8 и 20 мая и 30 августа были направленными взрывами, все остальные – раскаленными лавинами. Они подчеркивают, что пепловые тучи над лавинами быстро охлаждаются. Г.С. Горшков неоднократно наблюдал их на расстоянии до 10 м, при этом снег от выпавшего пепла не таял, хотя сами лавины были горячими. По мнению этих исследователей, «настоящие палящие тучи, действительно уничтожающие все живое, – это воздушные волны от направленных взрывов, они возникают в пункте извержения и несут раскаленный пепел, который распространяется независимо от рельефа» (Горшков и др., 1965, с. 146). Далее приводятся отличия отложений направленных взрывов и раскаленных лавин: «Отложения направленных взрывов представляют собой довольно тонко раздробленный материал (песок и пепел), который в виде маломощного слоя отлагается независимо от рельефа (как в понижениях, так и на возвышенностях). Отложения раскаленных лавин – разноразмерный агломерат, отлагающийся в долинах рек и других понижениях в виде мощных толщ

(иногда до 100 м), очертания которых в точности отображают депрессии рельефа» (Горшков и др., 1965, с. 146-147).

Следует подчеркнуть, что до сих пор под единым названием «палящие тучи» часто объединяются оба эти явления (раскаленные лавины и направленные взрывы). Это встречается как в научной, так и в научно-популярной литературе.

Вулканические обсерватории. Извержение Мон-Пеле 1902 г. показало, что необходимо проводить постоянные наблюдения за вулканами. Первая обсерватория была построена в середине XIX века на Везувии в Италии. В 1903 году на Мон-Пеле тоже была создана вулканическая обсерватория. В начале XX века стала создаваться сеть обсерваторий и сейсмических станций во многих вулканических областях: на Гавайских островах (1912 г.), на острове Ява (1921 г.), в Японии (1928 г.), на Камчатке у подножья Ключевской сопки (1935 г.). На Малых Антильских островах, кроме Мон-Пеле, существует обсерватория вблизи вулкана Суфриер на острове Гваделупа. В настоящее время около 150 вулканов по всему миру находятся под контролем 70 обсерваторий, где проводятся исследования вулканических процессов и даются прогнозы будущих извержений. Существенную роль в этих исследованиях играют четыре направления работ: геологическое, геодезическое, геофизическое и геохимическое. По мнению многих вулканологов, сегодня можно определенно говорить, что в тех областях, где ведется постоянный надзор над вулканами, ни одно извержение не может наступить совершенно неожиданно.

Эвакуация. Палящие тучи обладают такой разрушительной силой, что наиболее надежной защитой от них является только эвакуация. В вулканических районах с пелейским типом извержений должны быть детально разработаны планы своевременной эвакуации. При извержении Мон-Пеле в 1929 г. население восстановленного города Сен-Пьер было эвакуировано. Вспомним, что в 1902 году власти призывали остаться в городе. При извержении вулкана Мерапи в 1956 г. (о. Ява, Индонезия) 30000 жителей были вынуждены эвакуироваться. При пробуждении вулкана Хибок-хибок в 1951 г. (Филипины) 45000 человек были переселены. Примеры можно продолжать. Тем не менее, события иногда развиваются так, что, несмотря на обоснованные прогнозы, на принятые меры по эвакуации, объявление запретных зон, не всегда удается избежать человеческих жертв. Так при извержении вулкана Ундзей в 1991 г. (о. Кюсю, Япония) при сходе раскаленной лавины погибли известные вулканологи супруги Морис и Катя Краффт, побывавшие на многих вулканах мира и обладавшие необходимым опытом наблюдений и съемок на вулканах. На вулкане Сент-Хеленс (США, Каскадные горы) в 1980 году во время взрыва погиб на своем наблюдательном пункте, находившимся в 8 км от вулкана, вулканолог Д. Джонстон.

Мон-Пеле в судьбе ученых. Вулкан сыграл решающую роль в геологической судьбе известных американских вулканологов Т.А. Джаггара и Ф.А. Перре (Магдоналд, 1975, с. 44).

Т.А. Джаггар (1871-1953), в то время профессор геологии Массачусетского технологического института, занимался в основном петрологией изверженных пород и экспериментальной геологией. В 1902 г. он входил в состав экспедиции по оказанию помощи пострадавшим при извержении Мон-Пеле, которая была организована правительством США. После окончания экспедиции Т.А. Джаггар, всю остальную жизнь посвятил изучению активных вулканов, стал одним из основателей Гавайской вулканической обсерватории. Он является одним из крупнейших вулканологов XX века.

Ф.А. Перре (1867-1943) был инженером и изобретателем. Он попал на Мартинику в качестве туриста спустя два года после извержения Мон-Пеле 1902 г. и был поражен картиной разрушения Сен-Пьера. Отказавшись от карьеры инженера, он решил изучать вулканы. Ф.А. Перре не имел геологического образования, сознавая это, он в 1904 г. переехал в Италию и стал работать в вулканической обсерватории на Везувии, очень быстро усвоил необходимые сведения, а потом детально изучил извержение Везувия 1906 г. В дальнейшем Ф.А. Перре проводил наблюдения на многих вулканах, в том числе детально изучил очередное извержение Мон-Пеле в 1929-1932 гг.

В заключение следует отметить, что коллекция пород с Мон-Пеле является, конечно, не полной, но, тем не менее, дает возможность ознакомиться с главными разновидностями пород. К.М. Скоржинскому посчастливилось стать одним из первых свидетелей начального этапа одного из самых разрушительных извержений, характер которого тогда был не изучен и не понят вулканологами. Он собрал первые, хотя и не полные сведения о начале извержения и провел фрагментарные сборы образцов. Значение этих сборов не утратилось и в настоящее время. Образцы можно исследовать современными методами и сравнить их с породами других участков Тихоокеанского вулканического пояса, в частности, Камчатки и Курильских островов, где известны вулканы с извержениями пелейского типа (Безымянный, Шивелуч и др.).

ЛИТЕРАТУРА

Влодавец В.И. Справочник по вулканологии. М.: Наука, 1984. 338 с.

Горшков Г.С., Богоявленская Г.Е. Вулкан Безымянный и особенности его последнего извержения 1955-1963 гг. М.: Наука, 1965. 171 с.

Добров С.А. Летопись Минерального кабинета (музея) до 1890 г. Возникновение Палеонтологического и Геологического кабинетов в музее. Предыстория Геологического института в Московском университете за время от конца 1850-х годов до

1917 г. // История геологических наук в Московском университете. М.: Изд-во МГУ, 1962. С. 142-152.

Лучицкий Н.В. Основы палеовулканологии: в 2 т. М.: Наука, 1971. Т. 1. 478 с.

Макдоналд Г. Вулканы. М.: Мир, 1975. 430 с.

Малеев Е.Ф. Вулканы: справочник. М.: Недра, 1980. 239 с.

Павлов А.П. Вулканические катастрофы на острове Мартинике 1902-1903 гг. // Вулканы и землетрясения, моря и реки. М.: Изд-во МОИП, 1948. С. 50-70.