

Е. Ф. МАЛЕЕВ

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ КЛАССИФИКАЦИИ ПИРОКЛАСТИЧЕСКИХ ПОРОД¹

Пирокластические горные породы, являясь промежуточной группой между изверженными и осадочными породами, наследуют ряд особенностей, свойственных как изверженным горным породам, так и осадочным. Вследствие этого вопросы классификации пирокластических горных пород весьма сложны, и неудивительно, что до сих пор в этом вопросе нет четкости. Общей генетической особенностью всех пирокластических горных пород является то, что материалом для них служат выбросы из вулкана, которые впоследствии цементируются, образуя пирокластические горные породы. В зависимости от вещественного состава магмы, характера выбросов из вулкана, условий транспортировки, среды, в которой отлагаются пирокластические породы, типа цементации и характера посторонних примесей, образуются различные пирокластические породы, отличающиеся вещественным составом, структурой и текстурой.

Туфы и туффиты представляют собой наиболее распространенные группы пирокластических горных пород. Они образуются в результате выбросов из вулкана обломочного материала, отложения его в окрестностях вулкана и дальнейшей цементации гидрохимическим путем. Образование туфов и туффитов может происходить как в наземных, так и в водных условиях. Вблизи вулкана отлагаются наиболее крупные обломки, а по мере удаления от вулкана крупность материала уменьшается.

В зависимости от вещественного состава магмы и характера извержений образуются разнообразные туфы, отличающиеся химическим составом и характером обломков (вулканическое стекло, кристаллы и обломки эффузивных пород).

К пирокластическому материалу может примешиваться различный посторонний материал: терригенный, органогенный и химически осажденный, причем примеси наблюдаются в горных породах, образовавшихся как в наземных условиях, так и в водной среде.

В том случае, когда пирокластические породы не содержат посторонних примесей или если примеси незначительны (до 5%), они носят название туфов. Если же в пирокластическом материале независимо от его крупности присутствует посторонняя примесь в виде терригенного и органогенного материала или химического осадка, то порода носит название туффита. К туффитам могут относиться пирокластические породы, которые содержат постороннюю примесь в количестве до 50%. Если посторонняя примесь преобладает, порода переходит в нормально-осадочную

¹ Статья печатается в дискуссионном порядке. В некоторых случаях автор вкладывает новый смысл в уже установившиеся литолого-петрографические понятия, и с его определениями не всегда можно согласиться. Ред.

(например, туфопесчаник или туфоконгломерат). Кроме того, известны пирокластические породы, содержащие постороннюю примесь, выброшенную во время извержения вулкана и представляющую собой породы стенок канала вулкана. Такие пирокластические породы еще не имеют определенного названия, но должны быть выделены в отдельную группу.

Отложение пирокластического материала происходит различными способами. Он может выпадать непосредственно из воздуха, переноситься реками и временными потоками после выпадения на сушу и сноситься грязевыми потоками. После отложения пирокластического материала он обычно быстро цементируется. Так, например, грязевой поток Везувия, похоронивший в 79 г. Помпею и Геркуланум, в настоящее время представляет собой туф. Вместе с тем на Камчатке рыхлый пирокластический материал пользуется значительным распространением.

Пирокластический материал может быть также сцементирован в результате быстрого отложения сильно перегретых обломков. Выброшенный обломочный материал в результате накопления в перегретом состоянии спекается в пористую массу. Таким образом, обломки соединяются без помощи цемента. Они «спекаются» в общую массу в результате расплавления поверхности обломков и последующего соединения их между собой, т. е. происходит сваривание.

Горные породы, образовавшиеся путем сваривания, носят название «игнимбритов». После изучения «сваренных туфов» вулкана Катмаи на Аляске и отнесения «туфов» Алагеза А. Н. Заварицким (1947) к игнимбритам, сваренные туфы начали распознавать во многих местах как у нас в СССР, так и за границей. Однако в последние годы появились возражения против огульного отнесения всех прочно сцементированных пород к игнимбритам и оспаривается возможность образования спекшихся туфов на расстоянии от центра извержения свыше 40 км. Вместе с тем Ван-Беммелен (Vemmelen van, 1949) указывает на наличие в пределах действующих вулканов Индонезии горных пород, спекшихся после выбросов в сплошную массу. Мы считаем, что нет оснований отрицать наличие спекшихся туфов, но распространение их, вероятно, весьма ограничено.

Пирокластический материал часто бывает сцементирован лавой. В этом случае образуются кластолавы. Условия образования кластолав весьма разнообразны. Кластолавы образуются в том случае, когда обломочный вулканический материал падает в пористую движущуюся лаву. Таким путем, по предположению Д. С. Белянкина (1952), произошло образование туфолав при извержении вулкана Алагеза. Смешивание твердых обломков и жидкой лавы может происходить в очаге, после чего туфолава, по терминологии Д. С. Белянкина, изливается на поверхность. Так, по мнению В. И. Влодавца (1953), образовалась туфолава при извержении вулканов Семячикской группы. Кластолава может образоваться и другим путем. Лава, внедряясь в несцементированный материал вулканического конуса, также образует кластолаву. В трубках взрыва обломочный эффузивный материал иногда цементируется последующими порциями лавы; наконец, апикальные части купола также часто бывают сложены кластолавой. При таком расширенном понятии кластолавы будет возможно дать определение ей в поле, так же как мы определяем какую-либо эффузивную породу, независимо от того, слагает ли она поток, или дайку, некк, купол и т. д. При отсутствии такого термина геолог в поле встречается с большими трудностями, так как, встретив небольшое обнажение кластолавы, по которому еще нельзя судить об условиях залегания, он не имеет возможности дать породе определенное название.

Таким образом, с петрографической точки зрения кластолавой следует называть породу, состоящую из обломков эффузивной породы и сцементи-

рованную лавой. Понятие термина кластолава нуждается в расширении также и потому, что кластолава является породой, переходной к эффузивной. Это позволяет назвать кластолавой не только породу, состоящую из обломков эффузивных пород, выброшенных из вулкана и сцементированных лавой, но вообще любую породу, состоящую из обломков эффузивных пород и сцементированную лавой, независимо от ее происхождения.

Так, например, кластолавой следует называть породу, слагающую краевые части потоков лав, где отдельные обломки затвердевшей лавы сцементированы такой же лавой, а также шлаковые и краевые части неков, тоже часто состоящие из обломков лавы, сцементированных лавой.

Примеси постороннего материала

Из приведенного выше описания условий образования пирокластических пород видно, что они разделяются на сцементированные пирокластические породы и рыхлые. Сцементированные пирокластические породы разделяются на сцементированные лавой, «сваренные» при падении и сцементированные гидрохимически. Иногда они включают примесь постороннего материала. Рыхлые пирокластические породы также могут содержать и не содержать постороннюю примесь. Посторонний материал разделяется на четыре группы:

- 1) обломки стенок канала вулкана;
- 2) терригенный материал;
- 3) органогенный материал;
- 4) материал химических осадков.

Таблица 1

Классификация примесей постороннего материала в пирокластических горных породах



¹ До сих пор рыхлые образования, как осадочные, так и обломочные пирокластические, одни петрографы относили к горным породам, а другие, именовали их материалом для горных пород. Автор не берет на себя смелость решать этот сложный вопрос, однако при выделении групп пирокластических пород рыхлые пирокластические образования условно выделены как группа пород.

Каждая из перечисленных групп разделяется на подгруппы (табл. 1). Обломки фундамента вулкана могут состоять из различных древних пород: гранита, сланцев и др., а также из продуктов предыдущих извержений другого вещественного состава и из ранее затвердевших вулканических пород родственного происхождения.

Примесь терригенного материала содержится во многих пирокластических породах. Она может быть как наземного, так и водного происхождения. Органогенный материал в наземных условиях примешивается главным образом при образовании грязевых потоков. Описания грязевых потоков Везувия, вулканов Индонезии и др. показывают, что движущиеся массы разжиженного взрывного материала захватывают на своем пути не только песчано-глинистые частицы, но и крупнообломочный материал. При наличии значительного количества терригенного материала порода переходит в туффит.

При образовании пирокластических пород в водных условиях терригенный материал также примешивается в значительных количествах. Если представить себе деятельность какого-либо островного вулкана, то окажется, что мощность взрывного материала будет уменьшаться по мере движения от вулкана в разные стороны. Следовательно, при равномерном выпадении терригенного материала он будет находиться в относительно большем количестве там, где меньше мощность пирокластического материала. Вблизи вулкана при значительных накоплениях взрывного материала будет отлагаться туф без примеси постороннего материала. При наличии водных течений, несущих терригенный материал, распределение его будет менее равномерным.

В пирокластических породах очень распространена примесь органогенного материала, которая накапливается в различных сложных условиях. Фауна, живущая вблизи вулкана, может гибнуть в больших количествах одновременно с извержением, и тогда могут образовываться прослойки туффитов (например, некоторые туффиты верхнетретичных отложений Камчатки). При небольших поступлениях в бассейн пеплового материала фауна, развиваясь в водном бассейне, постепенно отмирает.

Незначительное количество органических остатков в виде микрофауны или диатомовой флоры наблюдается во многих пирокластических породах водного происхождения.

Примесь органогенного материала может быть двух типов: 1) генетически связанная с извержением; 2) принесенная ручьями, грязевыми потоками или ветром во время извержения.

Принесенная примесь по условиям образования аналогична примеси терригенных частиц. Органогенные остатки, будучи захвачены грязевыми потоками, могут отлагаться как в пирокластических породах водного происхождения, так и наземного.

Наиболее часто органические остатки представлены растительным детритусом в виде мелких обломков древесины или листьев растений, а иногда даже отдельных стволов деревьев. Накопление растительного материала с параллельным поступлением взрывного в какой-либо водный бассейн часто приводит к образованию пластов угля с примесью пеплового материала. Причем здесь можно наблюдать постепенные переходы от туфов с незначительной примесью растительного материала к углям, содержащим примесь пеплового материала. Многие угольные месторождения такого типа детально изучены в Закарпатье, Приморском крае и на Камчатке.

Органогенные остатки, генетически связанные с пирокластическим материалом, представлены преимущественно диатомовыми водорослями и в меньшей мере радиоляриями и фауной, имеющей кремневые панцири.

Диатомовые водоросли наиболее распространены в некотором удалении от вулканов, в водных бассейнах, куда поступает эксплозивный материал, в виде обломков кислого вулканического стекла.

Химические осадки примешиваются к пирокластическому материалу в процессе осаждения последнего в водном бассейне. Необходимо отметить, что примеси химических осадков изучены крайне слабо. При изучении примесей химических осадков необходимо отличать примесь, образующуюся во время седиментации эксплозивного материала, от цементной породы, образующегося впоследствии. Цемент породы может быть химического происхождения, но он не является примесью химического осадка.

Предлагаемая классификация пирокластических горных пород

В основу классификации пирокластических горных пород положены принципы, заимствованные из классификации изверженных и осадочных горных пород, с отражением характерных особенностей, присущих пирокластическим породам.

По вещественному составу пирокластические горные породы разделяются так же, как и изверженные. По крупности материала они делятся аналогично осадочным.

Одновременно учитываются характер обломков, наличие примесей и их происхождение.

Пирокластические горные породы разделяются на две большие группы: рыхлые и сцементированные, причем рыхлые пирокластические породы правильнее считать не горными породами, а материалом для образования горных пород. Здесь они рассматриваются как породы вследствие необходимости охвата всех пирокластических образований и показа всех переходов, начиная от источника материала до метаморфических образований, а также до постепенного перехода их в осадочные и изверженные породы (табл. 2).

Сцементированные пирокластические горные породы разделяются на три группы: сцементированные лавой, «сваренные» (спекшиеся) при падении и сцементированные гидрохимически. Каждая из них, а также рыхлые горные породы разделяются на три подгруппы. В одну из подгрупп каждой группы входят пирокластические породы, не содержащие посторонних примесей.

Во вторую подгруппу входят пирокластические породы с примесью обломков пород со стенок канала вулкана как эффузивных и пирокластических пород, отличных по вещественному составу от данного извержения, так и различных метаморфических, осадочных и изверженных пород.

В третью подгруппу входят пирокластические породы с примесью терригенного и органогенного материала и химических осадков.

Дальнейшее разделение пирокластических пород производится по характеру обломков и по гранулометрическому составу со следующими градациями:

- пелитовые размером до 0,01 мм
- алевритовые — от 0,01 до 0,1 мм
- псаммитовые — от 0,1 до 2 мм
- псефитовые — от 2 мм до 10 мм
- агломератовые — от 10 мм и более.

¹ В кластолавах и игнимбритах примесь терригенного материала встречается исключительно редко.

Деление пирокластических горных пород на группы и подгруппы

Сцементированные пирокластические породы	С лавовым цементом	Кластолавы
		Кластолавы с примесью обломков фундамента вулкана
		?
	Сваренные (спекшиеся)	Игнимбриты
		Сваренные пирокластические породы с примесью обломков пород фундамента вулкана
		?
	С гидрохимическим цементом	Туфы
		Пирокластические породы с примесью обломков пород фундамента вулкана
		Туффиты
Рыхлые пирокластические породы	Несцементированный пирокластический материал: бомбы, лапилли, песок, пыль, пепел	
	Несцементированный пирокластический материал с примесью обломков пород фундамента вулкана	
	Рыхлые туффиты, несцементированный пирокластический материал, смешанный с терригенным	

По характеру обломков горные породы делятся на витрокластические, состоящие преимущественно из обломков вулканического стекла, кристаллокластические, где преобладают обломки кристаллов, литокластические, состоящие главным образом из обломков эффузивных пород, и смешанные — из комбинации перечисленных выше обломков.

Кроме того, подразделение пирокластических пород проводится по химическому составу. Они разделяются так же, как и изверженные горные породы, на липаритовые, трахитовые, дацитовые, андезитовые, базальтовые и др. Любая из подгрупп — туфы, туффиты и игнимбриты — имеет множество разновидностей (табл. 3).

Без учета вещественного состава туфы будут разделяться на пелитовые витрокластические, алевроитовые витрокластические и алевроитовые кристаллокластические, псаммитовые витрокластические, псаммитовые литокластические, смешанные витрокластические и т. д.

Для полной характеристики породы дается определение ее вещественного состава (например, псефитовый литокластический туф андезита или алевроитовый кристаллокластический туффит липарита).

Туфолавы ограничиваются литокластическими агломератовыми и псефитовыми разновидностями. Не отмечены пока и пелитовые, и алевроитовые игнимбриты.

Рыхлый пирокластический материал разделяется по крупности на пять подгрупп: бомбы, лапилли, песок, пыль и пепел, что соответствует пере-

численным выше пяти градациям — пелитовой, алевроитовой и пр. Они так же, как И сцементированные породы, разделяются по характеру обломков и вещественному составу.

Помещенные в табл. 3 пирокластические горные породы будут иметь следующие наименования: пыль витрокластическая, песок вулканический витрокластический, песок вулканический кристаллокластический, песок вулканический смешанный, псефит литокластический, агломерат и т. д. При этом указывается химический состав: например, песок литокластический базальта или пыль витрокластическая липарита.

Выделенные подгруппы пирокластических пород с примесью обломков пород, слагающих канал вулкана, а игнимбриты, кроме того, с примесью терригенного или органогенного материала (см. табл. 1) разделяются с соблюдением тех же признаков по крупности материала, характеру обломков, вещественному составу и типу примесей. Однако эти породы еще не имеют определенных наименований, и по мере их описания им будут присвоены свои названия. Необходимо здесь же отметить, что последние встречаются редко и могут описываться без специальных названий.

Дальнейшее разделение пирокластических пород производится по текстурным признакам, цвету, степени разложения или окремнения и т. д. Разделение по текстурным признакам играет большую роль, так как для пирокластических пород текстура часто имеет весьма существенное значение, особенно если туф рассматривается как рудовмещающая порода, стеновой материал, адсорбент и пр. Объем статьи и задачи не позволяют привести характеристику текстур.

Поскольку пирокластические породы занимают промежуточное место между изверженными и осадочными породами, они связаны с ними

Таблица 3

Деление пирокластических горных пород по гранулометрическому составу и характеру обломков

Характер обломков	Фракции, мм				
	Пелитовые 0,01	Алевроитовые 0,01—0,1	Псаммитовые 0,1—2	Псефитовые 2—10	Агломератовые >10
Витрокластические	Пелитовый витрокластический туф (туффит)	Алевроитовый витрокластический туф (туффит)	Псаммитовый витрокластический туф (туффит, игнимбрит)	—	—
Кристаллокластические	—	Алевроитовый кристаллокластический туф (туффит)	Псаммитовый кристаллокластический туф (туффит, игнимбрит)	Псефитовый кристаллокластический туф (туффит, игнимбрит)	—
Литокластические	—	—	Псаммитовый литокластический туф (туффит, игнимбрит)	Псефитовый кристаллокластический туф (туффит, игнимбрит, кластолава)	Агломератовый литокластический туф (туффит, игнимбрит, кластолава)
Смешанные	Пелитовый смешанный туф (туффит)	Алевроитовый смешанный туф (туффит)	Псаммитовый смешанный туф (туффит, игнимбрит)	Псефитовый смешанный туф (туффит, игнимбрит, кластолава)	Агломератовый смешанный туф (туффит, игнимбрит, кластолава)

постепенными взаимопереходами. По мере увеличения примеси терригенного материала, пирокластическая горная порода с примесью больше 50% терригенного материала переходит в нормально-осадочную. Пирокластические породы через грубообломочные кластолавы приближаются к изверженным породам. С другой стороны, пирокластические породы, подвергаясь различным изменениям, постепенно переходят в метаморфические породы. Переходными к ним являются туфоиды, которые уже утратили свой первоначальный облик, но еще распознаются по реликтовой структуре и текстуре.

В заключение необходимо отметить, что появившийся интерес к пирокластическим породам позволит выявить новые особенности их, что потребует дальнейших дополнений к предлагаемой классификации.

ЛИТЕРАТУРА

- Белянкин Д. С. К вопросу о туфовых лавах Армении. Изв. АН СССР, сер. геол., 1952, № 3.
- Влодавец В. И. О некоторых семячских туфолавах и их происхождении. Изв. АН СССР, сер. геол., 1953, № 3.
- Заварицкий А. Н. Описательная петрография, ч. II — Осадочные породы. Л., КУБУЧ, 1926.
- Заварицкий А. Н. Введение в петрографию осадочных пород, ОНТИ, 1932.
- Заварицкий А. Н. Игнимбриты Армении. Изв. АН СССР, сер. геол., 1947, № 3.
- Заварицкий А. Н., Гоньшакова В. И. Определитель горных пород, вмещающих колчеданные залежи Урала. ОНТИ, 1945.
- Левинсон-Лессинг Ф. Ю. Олонецкая диабазовая формация. Избр. тр., т. III. Изд. АН СССР, 1952.
- Левинсон-Лессинг Ф. Ю., Струве Э. А. Петрографический словарь. ОНТИ, 1937.
- Малеев Е. Ф. Классификация и главнейшие структуры пирокластических пород. Советская геология, 1946, № 12.
- Малеев Е. Ф. О Барановском вулкане в Амурско-Уссурийской депрессии. Тр. Лабор. вулканологии, вып. 6, 1949.
- Малеев Е. Ф. О методике геологического картирования пирокластических и эффузивных горных пород. «Разведка недр», 1951, № 1.
- Прокин В. А. К вопросу о классификации и номенклатуре вулканических обломочных пород. «Разведка недр», 1953, № 1.
- Соловкин А. Н. О номенклатуре сложных вулкано-осадочных комплексов. Изв. АН СССР, сер. геол., 1951, № 5.
- Шаталов Е. Т. К рациональному наименованию некоторых осадочных и пирокластических пород. Матер. по изучению Охотско-Колымского края, сер. I — Геология и геоморфология, вып. 11. ОНТИ, 1937.
- Bemmelen van, R. W. The Geology of Indonesia. Gaaga, 1949.
- Holmes A. The nomenclature of petrology. London, T. Murby, 1928.