

Е. Е. МИЛЛЕР

О ТУФОЛАВАХ КАЗАХСТАНА*(Казахский горнометаллургический институт)*

Несмотря на большое количество публикаций о туфолавах и игнимбритах и на ряд дискуссий (по генезису этих пород), отразившихся в нашей литературе, до сих пор эти два термина («туфолава» и «игнимбрит») во многих случаях употребляются как синонимы. Примером могут служить статьи В. И. Влодавца (1953 и 1957), М. А. Фаворской (1949) и многих других, а также объяснение этих терминов в геологическом словаре (1955), где совершенно определенно указывается, что игнимбрит и туфолава—синонимы (стр. 264—I и 343—II). Такое смешение содержания этих терминов имеет свою историю: одно произошло только потому, что при изучении своеобразных вулканических пород Армении Абигом (1882) и затем Ф. Ю. Левинсон-Лессингом (1891) эти породы первоначально были названы туфолавами. Указанные исследователи, действительно, и считали их лавами, засоренными обломочным материалом, а следовательно породами, промежуточными между туфами и лавами. На основе изучения этих пород и возник термин туфолава. Как известно, эти армянские вулканические породы изучались далее рядом исследователей, которые объяснили их, своеобразно исходя из того положения, что они являются лавами. Однако А. Н. Заварицкий (1947) подошел к изучению их с другой стороны, сравнил с продуктами извержения вулкана Катмаи, и, пользуясь выводами Маршалла и Феннера, дал им существенно иное генетическое толкование; он отбросил их лавовую природу и назвал игнимбритами, т. е. своеобразными спекшимися туфами. Таким образом, вулканические породы Армении получили два генетически различных толкования: первое из них — это лавы с обломками (туфолавы), другое — это игнимбриты (спекшиеся туфы). Уже совершенно ясно, что эти понятия различны, с разным генетическим содержанием, в котором нужно ясно отдавать себе отчет. Здесь нет никакой необходимости затрагивать и разбирать вопроса о действительной природе вулканолитов Армении; о них написано уже достаточно много, и в данном случае вопрос о них возник только в связи с терминологией и номенклатурой. Нужно только сказать, что Левинсон-Лессинг прекрасно различал отдельные разновидности армянских вулканических пород, и в своей статье «Армянское вулканическое нагорье» дал им уже совершенно различные названия. Он называл «такситами» те породы, которые теперь считаются игнимбритами (считая их лавами), и выделял, кроме них, еще два типа вулканических образований, о которых будет сказано ниже. Термины «туфолава» и «игнимбрит» много раз появлялись на страницах нашей печати; теперь большинством геологов считается, что в Армении развиты как туфолавы, так и игнимбриты, т. е. породы различного генезиса. Но из-за трудности

их различия очевидно проникло и утвердилось среди множества геологов представление о том, что это синонимы, что все вообще, древние и молодые, туфолавы — это игнимбриты, и что туфолав другого происхождения нет; а дальше уже появилось представление о том, что игнимбриты пользуются везде широким развитием. Между тем, нужно напомнить, что условия образования настоящих игнимбритов (спекшихся или сваренных туфов, описанных близ Катмаи и на Новой Зеландии Феннером и Маршаллом), как известно, — исключительные и встречаются они как редкий и особый случай.

Каковы условия образования игнимбритов, каковы условия их залегания, каков их облик и особенности — об этом много написано в нашей печати. Следовательно, нам приходится говорить не об игнимбритах, смысл понятия о которых уже достаточно ясен, а о настоящих туфолавах, — так как именно они широко развиты во всех вулканических комплексах Казахстана и по своему происхождению ничего общего с игнимбритами не имеют. Термин туфолавы в том значении, какое мы придаем им сейчас, первоначально получил совершенно четкое определение от самого Левинсон-Лессинга в статье «Армянское вулканическое нагорье». Кроме такситов (ныне —игнимбритов) и агломератовых туфов, этот автор выделяет «третий тип эффузивов», который он предлагает называть туфовым или лапиллиевым витрофиром.

Вот такого значения термина туфолавы придерживаются исследователи, описавшие их в самых различных вулканических районах. Такого толкования придерживаемся и мы. Этот термин широко распространен в литературе, и к приведенному выше определению следует только добавить, что кроме крупных обломков —лапилли в туфолавах мы встречаем обычно и гораздо более мелкие, размеров от 0,5 м до 2 мм, которые хорошо улавливаются в микроскопе; и что, кроме обломков рыхлых продуктов извержения, мы обнаруживаем обломки лав, отличающихся по составу от цементирующей лавы или, наоборот, близких к ней. Именно об этих туфолавах, породах чисто лавовой природы в дальнейшем и идет речь.

Для всех вулканологов, и, в частности, для геологов Казахстана особенно важно сохранить содержание понятия «туфолава», в том смысле, который мы приводили; именно такие породы встречаются среди вулканических образований, распространенных на огромных площадях Казахстана и относящихся к широкому возрастному диапазону. Туфолавы Казахстана являются сами по себе весьма типичными породами недвусмысленного генезиса, лавовой природы, поэтому по ним особенно наглядно можно разграничить туфолавы от игнимбритов: последних здесь почти нет, некоторые «игнимбриты» Казахстана, описываемые в отчетах (во всяком случае не могут быть в толщах древнее, чем девонские, поскольку переход геосинклинальной системы в платформу осуществился в Казахстане только в среднем палеозое, а игнимбриты, как известно, являются образованиями наземными) молодыми геологами, являются весьма сомнительными. Из-за создавшейся путаницы в терминологии и известной «моды» на этот термин они требуют квалифицированного изучения.

С точки зрения описательно-петрографической туфолавы являются породами с совершенно определенными признаками, а именно:

1. Цементирующая лава однородна, имеет ясно различимую микроструктуру; она может содержать порфиоровые вкрапленники, но может быть и афировой.

2. В количественном отношении цементирующая лава обычно преобладает над обломками (они не соприкасаются) или присутствует в отношении не меньшем чем 1 : 1. В случае большего количества обломков характер туфолавы затушевывается, порода тогда именуется туфом, при

уменьшении же количества обломков породы, наоборот, все больше приближаются к типичной лаве, и при минимальном загрязнении лавы обломками она именуется лавой. Таким образом, туфолава по количеству обломков является действительно промежуточной породой между туфом и лавой.

3. Обломки могут иметь остроугольно-слабооплавленную или первично-округленную форму; размер их—от псаммитового до лапиллиевого.

4. По составу обломки могут быть одинаковыми или различными, так же как и состав цементирующей лавы. Возможны не только обломки пород, но и минеральные осколки. В некоторых случаях в небольшом количестве присутствуют обломки осадочных пород. Туфолавы — это породы, которые могут сопровождать и, как показывают материалы по вулканическим породам Казахстана, действительно сопровождают самые различные вулканические извержения как по возрасту, так по составу лав и по характеру вулканических аппаратов. Образуются они, как сказано выше, при засорении потока лавы обломочным материалом; этот материал может быть или продуктом выбросов (эксплозионные обломки, лапилли, бомбы), или захватом лавой при ее движении корок или кусков кратера, или обломков постели лавы, или смешивание лавы с обломками может происходить в канале, при взрывах. Как видно, никакой исключительностью условий для своего образования они не обладают, а поэтому и встречаются достаточно часто.

Мы располагаем фактическим материалом по туфолавам практически всех эффузивных комплексов Центрального Казахстана от рифея (синия) до перми, хотя в общем объеме пирокластических пород они занимают обычно скромное место. Нужно, однако, отметить их явное количественное возрастание от древних к молодым вулканическим комплексам. Возможно, что это связано с метаморфизмом, маскирующим первичную природу описываемых вулканических пород и не дающим возможности распознать их в древних толщах. Но возможна и другая причина: древние вулканические толщи ($Сm_1$, $Сm_2$ — O_1) образовывались в глубоких геосинклинальных прогибах при подводных условиях извержения. В этих условиях образование пирокластолитов происходит по способам, значительно отличающимся от таковых для наземных извержений. Возможностей для образования типичных туфолав в этих условиях может быть действительно меньше. Тем не менее мы наблюдаем их во множестве случаев.

Перейдем к краткому обзору фактического материала в возрастном порядке.

В вулканических толщах нижнего кембрия, представленных мощной вулканогенной спилито-кератофировой формацией, туфолавы описаны в ряде районов: в Центральном Казахстане (Бошекульский, Селетинский районы), в Восточном Казахстане (Чингиз), в Южном (Каратау). Они как правило не выделяются как отдельные горизонты, хотя в некоторых местах (в Бошекульском районе) прослеживаются в качестве выдержанных на значительное протяжение слоев. Как увидим ниже, по составу они являются основными, средними и гислыми.

В качестве примера приведем описание туфолавы из Бошекульского района. Цементирующая лава представляет собой эффузивную породу с пилотакситовой основной массой, состоящей из тонкоигольчатых микротитов плагиоклаза, пространство между которыми пропитано пеллоидным магнетитом; резко выражена флюидальная текстура; фенокристаллы — плагиоклаз и пироксен. Плагиоклаз значительно изменен и замещен серицитом, по трещинам спайности наблюдаются скопления темного хлорита. В этой массе размещаются захваченные участки другой эффузивной породы, другого облика, основная масса которой переполнена

рудным минералом и имеет существенно иную микроструктуру, хотя и близкий состав. В переслаивании с описанной цементирующей массой наблюдается более тонкомикролитовая эффузивная масса, представляющая собой потоки той же по составу лавы, но обогащенной нераскристаллизованным стеклом. Кроме этого, в породе присутствуют обломки неопределенного состава, в которых, вероятно, большую роль играют нераскристаллизованные пепловые частицы. По внешнему виду порода является очень темной, почти черной, в ней ясно различимы включения более светлого плагиоклаза.

Подобные по структуре и облику породы описаны в ряде мест. Они различаются по составу и структуре цементирующей массы, которая имеет или микродиабазовый или пилотакситовый облик, а также составом обломков, которые в большинстве случаев довольно близки, но не идентичны по составу с цементирующей лавой. Обычным явлением для туфолав является переслаивание затеков или участков лавы с затеками несколько отличного облика.

Что касается туфолав кислого состава, то они описываются в верхней части той же бошекульской вулканогенной свиты. В районе месторождения Бошекуль они интересны тем, что прослеживаются и выдерживаются по простиранию на значительном расстоянии, представляя собой как бы местные маркирующие горизонты. Цементирующая масса в них представлена слабонераскристаллизованным стеклом, со значительной примесью гидроокислов железа, создающих затеки неправильной формы. Обломки, захваченные этой лавой, представлены эффузивной массой с микролитовой структурой, обломочками флюидального стекла, а также минеральными осколками — пироксеном и плагиоклазом. Совершенно подобные породы развиты в отложениях нижнего кембрия в районе р. Селеты.

В районе хребта Чингиз туфолавы этой же (бошекульской) свиты нижнего кембрия отличаются значительно выраженным метаморфизмом, во многих случаях изменившим первичный облик породы до сланцев. Однако в сохранивших свой облик породах распознается цементирующая масса (довольно сильно хлоритизированная), содержащая инородные обломки.

Аналогичные породы нижнего кембрия подробно описаны М. В. Тацининой (1951) в юго-восточной оконечности Каратау, в горах Боролдай и Кулантау, которая определяет их как «лавы, загрязненные в той или иной степени обломками эффузивных пород, близких по химическому и минеральному составу самой лаве».

По составу лавы в описываемом Тацининой районе принадлежат только к кислым разностям.

Таким образом, в нижнем кембрии туфолавы в Казахстане развиты, по-видимому всюду, где имеется проявление бошекульской вулканогенной свиты. Здесь нет возможности приводить весь фактический материал, но приведенных примеров достаточно, чтобы составить представление о развитии этих пород. В эффузивном комплексе верхнего кембрия ордовика (торткудукская свита — $Sm_3 + O_1^1$), а также в нижнем ордовике (бельсуйская серия — O_2^1) и в верхнем ордовике (жарсорская свита G) туфолавы занимают заметное место в составе пирокластических пород. Так, в районе хребта Чингиз в коллекции Ю. И. Лялина, занимающегося изучением нижнепалеозойского вулканизма, имеются прекрасные образцы туфолав верхнего кембрия, представленного вулканической формацией андезито-базальтового состава. Они интересны тем, что в цементирующей массе среднего состава встречаются различные обломки лав как более основного состава, так и более кислого. Кроме обломков пород, широким распространением пользуются и минеральные осколки, преиму-

оественно полевошпатовые. Породы достаточно разнообразны и в то же время типичны.

Туфолавы бельсуйской серии нижнего ордовика пока менее изучены, но примеры, которые имеются из района пос. Сталинского, говорят о наличии этих пород, широко развитых в эффузивной свите. В жарсорской свите верхнего ордовика туфолавы особенно отчетливо наблюдались автором в районе хребта Чингиз. В обнажениях можно видеть, как флюидальная лава захватывает крупные обломки — лапилли размером до 5—7 см; среди них отмечаются как чужеродные лавы, так и осадочные породы — аргиллиты или алевролиты. В шлифах обнаруживается фельзитовый состав цементирующей лавы, в которой размещаются обломки трахитовой массы, мозаичного кварц-халцедонового состава, фельзитовой массы другого облика, а также осколки полевых шпатов и темные участки неопределимого состава.

Типичные представители туфолав имеются и в эффузивном комплексе силура, особенно широко представленном в Чингизе.

К сожалению, мы далеко не всюду располагаем материалом, позволяющим судить о характере залегания описываемых древних пород, так как от древних вулканических аппаратов не осталось следа, а туфолавы раньше выделялись в большинстве случаев лишь при камеральной обработке материала; сбор образцов велся без специально поставленной задачи. Поэтому при ревизии старого материала во многих случаях ощущается недостаток наблюдений.

Наиболее эффективные по своей структуре туфолавы наблюдаются в среднем и верхнем палеозое, начиная с девона. Здесь уже можно говорить о размещении этих пород в разрезе и о характере их залегания. По девонскому эффузивному комплексу (кайдаульская свита, D_{1-2}) мы располагаем материалами и коллекцией Л. Г. Никитиной, изучавшей этот комплекс в ряде районов Центрального и Восточного Казахстана. Туфолавы развиты преимущественно среди лав кислого состава; цементирующей массой обычно является фельзит или почти нераскристаллизованное стекло с четко выраженной флюидальной текстурой, в которой затеки, различные по окраске (обычно бурые разных тонов), обволакивают обломки. В случаях, когда стекло разложено и превращено в фельзит, вся первичная его структура видна при наблюдении с одним николем. Иногда же наблюдается полная перекристаллизация всей породы с превращением ее в сплошной гранобластовый агрегат, однако без утраты первичной структуры. Обломками являются: куски стекла или стекловато-фельзитовой массы, трахитовая масса, в иных случаях микролитовая лава значительно более основного состава. Кроме того, присутствует множество минеральных осколков (кварц, полевой шпат), агрегатные скопления кварца и темные скопления криптокристаллической массы. Девонские туфолавы в различных районах занимают различное положение в эффузивном разрезе кайдаульской свиты. По данным Л. Г. Никитиной, в районе Семизбугу девонский эффузивный покров трансгрессивно ложится на осадочную свиту нижнего силура и представляет собой чисто эффузивную пачку без осадочных прослоев. Туфолавы размещаются в низах эффузивного разреза, на туфах и перекрываются лавами; мощность горизонта типичных туфолав 60 м. В верхах этого же разреза залегает второй горизонт туфолав, более мощный (120 м). Нужно отметить, что разрезы кайдаульской свиты исключительно хорошо выдержаны на больших расстояниях; так, к востоку от месторождения Майкаин, в районе г. Кайдаул в аналогичном чисто эффузивном разрезе отмечен горизонт туфолав, который параллелизуется с нижним туфолавым, фиксированным в районе Семизбугу. В Абралинском районе, к юго-востоку от Каркаралинска наблюдается тот же чисто эффузивный разрез, состоящий из туфов, туфолав и нормальных

лав; туфолавы занимают здесь среднюю часть разреза, составляя примерно 10% от объема нормальных лав и образуя горизонт мощностью 30—40 м. В районе хребта Чингиз Никитиной (1959) изучался и описан девонский вулканический аппарат, сохранивший ряд признаков бывшего Центрального вулкана, по времени соответствующий кайдаульской свите. Среди эффузивных пород, слагающих этот аппарат, описываются типичные туфолавы, представляющие собой «флюидалные кислые лавы, в которых заключены многочисленные обломки туфового материала».

Макроскопически все эти породы имеют сходный между собой облик: бурый до красно-бурого или розовато-бурый до розового цвета, литоидное сложение и обычно прекрасно выраженную флюидалную текстуру, по которой легко определяется направление двигавшегося потока. В некоторых случаях наблюдалось внешнее сходство с игнимбритовыми породами Армении.

Наконец, необходимо отметить туфолавы карбона и перми, развитые в Джунгарском Ала-Тау, в юго-западных и восточных его отрогах. В качестве иллюстрации у нас имеются материалы М. Р. Борукаевой и К. А. Азбеля — по восточным, Б. М. Мычника и В. Н. Зырянова — по западным оконечностям хребта. В нижнем карбоне (C_3V^3) в районе пос. Кугалы разрез весь состоит из вулканогенных пород; в разрезе наблюдается переслаивание туфов кислого состава (с различной структурой, цветом и текстурой), с редкими прослоями туфопесчаников, фельзит-порфириров и туфолав. Туфы имеют преимущественно фельзитовый или стекловатый цемент, различную крупность обломков. Туфолавы не всегда четко ограничены, резко не обособляются, мощность их 1,5—2 м. Очевидно, имеются все переходы между типичными туфами с фельзитовым цементом и стекловато-фельзитовыми лавами (фельзит-порфирами). Общая мощность разреза 500 м.

Для характеристики пермских туфолав имеются разрезy нижней перми в западных отрогах (кзылкайнарская свита) и верхней перми (досовская свита) в восточной части хребта. В кзылкайнарском разрезе ($P_1^{кз}$) туфолавы залегают в верхней части разреза, представляющего собой переслаивание песчаников (с остатками флоры) с прослоями порфиритов и туфов. Горизонт туфолав четко отбивается, имеет мощность до 40 м; во многих случаях он образует пласты значительной протяженности. Сами породы представляют собой преимущественно стекловатую лаву, иногда несколько перекристаллизованную или фельзитизированную, в которой наблюдается значительное количество обломков пород и кристаллов; из пород (в обломках) преобладают микролитовые лавы трахитового облика, обломки пузыристого или однородного стекла или перекристаллизованный вулканический пепел с первичной рагульчатой структурой; среди кристаллов отмечаются калиевый полевоы шпат, кислый плагиоклаз, реже — кварц. Макроскопически эти туфолавы представляют очень типичные образования; отмечаются очень крупные обломки — лапилли, размером до 5—7 и 10 см; цвет их — светло-сиреневый, серый, буроватый, буровато-красный. В верхней перми (досовская свита $P_2^{дос}$, район станций Сары—Озер — Айнабулак) разрез представляет собой чередование туфов, известняков, песчаников с флорой верхней перми, андезитов; в верхней части разреза отмечаются снова витрокластические туфы, переходящие в липариты, засоренные туфовым материалом, т. е. туфолавы. Выше по разрезу отмечается горизонт туфолав, мощностью примерно до 10 м.

Микроскопически характер верхнепермских туфолав ничем не отличается от такового нижней перми. Внешний же облик их здесь местами сходен с игнимбритовыми породами Армении, т. е. содержит темные, вытянутые, волокнистой формы включения стекла («фьямме») в бурой или

красноватой массе. Такие же породы описаны Г. М. Фремдом для пермских отложений в горах Кату.

В этом кратком перечне описаний туфолав приведено лишь самое незначительное количество примеров, но они взяты из вулканических комплексов широкого возрастного диапазона; важно также, что устанавливаются туфолавы не только кислого, но основного и среднего состава.

Однако, как видно из изложенного материала, во всех вулканических комплексах среди туфолав все же преобладают их кислые разновидности. Это можно объяснить следующим. Во-первых, общеизвестно, что количество лав кислого состава в Казахстане в общем плане возрастает по времени, т. е. в каждом последующем эффузивном комплексе количества кислых представителей становится больше (исключая верхнеордовикскую (жарсорскую) андезито-базальтовую формацию). Следовательно, возрастает и возможность наблюдения кислых лав. Во-вторых, метаморфизм накладывает свой отпечаток особенно интенсивно на лавы основного состава: перерождается цементирующая лава и состав обломков, теряется четкость контуров обломков, теряется впечатление однородности цементирующей лавы. Вследствие этого мы часто просто не узнаем этих пород, и во многих случаях, вероятно, именуем их туфами. Наконец, туфолавы вообще, очевидно, легче образуются среди кислых вулканических продуктов извержения благодаря ряду таких особенностей этих лав, как вязкая природа расплава, удельный вес и др. Кроме этих возможных причин, необходимо иметь ввиду соображения об особенностях подводного накопления пирокластического материала, изложенные выше. В силу этого соображения становится ясным, что в период развития глубоких геосинклинальных прогибов, существовавших в нижнем палеозое, извержения вулканов происходили только в глубоких морских бассейнах, где, как сказано выше, образование туфолав, возможно, затруднено. Начиная с силура, девона, мы фиксируем уже наземный характер излияний, который преобладал в карбоне и в перми.

Туфолавы представляют собой вулканические образования, интерес к которым особенно повысился за последнее время в связи с более углубленным изучением вулканических пород вообще. Они представляют собой не только интересную петрографическую разновидность вулканических пород, но и определенный геологический документ, говорящий, наряду с другими признаками, в той или иной мере о характере вулканических извержений. Генетический тип туфолав можно, до известной степени, определить по составу обломков: если он разнообразен и не соответствует цементирующей лаве, то можно делать вывод о том, что обломки являются отторженными кусками кратера или корок и состав их свидетельствует о составе прежних излияний данного вулкана. Если состав обломков близок к составу цементирующей лавы, то можно допустить, что они сингенетичны данному извержению. Для определения генетического характера обломков значение имеет также их форма: остроугольная или слабооплавленная — для корок и отторженных кусков кратера, и первоначально-округлая — для взрывных выбросов, лапилли и бомб.

Таким образом, при специальном изучении туфолавы, наряду с другими признаками, могут служить материалом для выводов о характере вулканической деятельности в данном изучаемом участке. Как известно, очень важным моментом в восстановлении картины древнего вулканизма является определение аппарата извержения; известно также, что между характером аппарата и продуктами деятельности вулкана существует определенная связь, на которую указывал еще Левинсон-Лессинг: «Такие процессы, как взрывы, излияния лав или выдавливание твердых масс, скажутся на морфологии возникающего вулкана». Поэтому туфолавы,

их количественный объем по отношению к другим пирокластолитам, состав, характер и количество обломков в них — все это является документом деятельности вулкана. Особенно большое значение приобретают они при раскрытии картины древнего вулканизма в районах, где морфологические признаки вулканов полностью скрыты от исследователя.

ЛИТЕРАТУРА

- Влодавец В. И. О некоторых семьячских туфолавах и их происхождении.— Изв. АН СССР, серия геол., 1953, № 3.
- Влодавец В. И. О происхождении пород, обычно называемых туфолавами и игнимбритами.— Труды Лабор. вулканол., вып. 14, 1957.
- Заварицкий А. И. Ингимбриты Армении.— Изв. АН СССР, серия геол., 1947, № 2.
- Левинсон-Лессинг Ф. Ю. Армянское вулканическое нагорье.— Избр. труды, т. 1, 1949.
- Миллер Е. Е. Эффузивный комплекс нижнего кембрия в районе Бошекульского месторождения в Казахстане.— Изв. АН Каз. ССР, сер. геол., 1949, вып. 10.
- Никитина Л. Г. Геологическое строение девонского вулканического аппарата в горах Машан на Чингизе.— Там же, сер. геол., 1959, вып. 3.
- Ташинина М. В. Изверженные породы гор Боролдау и Кулунтау. Алма-Ата, 1951.
- Фаворская М. А. Третичные туфолавы Южного Приморья.— Изв. АН СССР, сер. геол., 1949, № 5.
- Фаворская М. А. К вопросу об образовании некоторых туфолав юго-западных отрогов Северного Тянь-Шаня.— Труды Лабор. вулканол., вып. 14, 1957.