

В. И. ВЛОДАВЕЦ

**О ПРОИСХОЖДЕНИИ ПОРОД, ОБЫЧНО НАЗЫВАЕМЫХ
ТУФОЛАВАМИ И ИГНИМБРИТАМИ**

Как известно, среди вулканических горных пород преимущественно кислого состава встречаются разновидности, состоящие как бы из двух различных пород: из более светлой основной массы, или цемента, и параллельно расположенных в ней плотных лепешек («фиамме»), похожих в вертикальных сечениях на языки пламени, а в горизонтальных — на пятна с неправильными контурами. В деталях они могут несколько различаться. Так, основная, обычно стекловатая масса может быть менее или более пористой, иногда пузыристой, причем пор или пузырьков бывает больше в верхней части залежи, и содержать различное количество обломков разных пород, обычно небольших (от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров в поперечнике) размеров. В некоторых случаях обломки отсутствуют.

Иногда пористость основной массы как в нижних, так и в верхних ее частях остается одинаковой (флегрейский пиперно), но при этом основная масса нижних частей, благодаря давлению сверху, становится более крепкой.

Что касается лепешек, имеющих разнообразные формы: неправильных лепешек, линз, линзочек, длинных прямых или изогнутых полосок, тонких волокон и других, то они представляют собой обычно плотную стекловатую породу с порфировой или витрофировой структурой. Местами они образуют очень тонкие полоски, переслаивающиеся с веществом основной массы.

Основная масса — цемент — обладает витрофировой, явно или скрыто флюидалной структурой (в более древних породах — фельзитовой) с относительно редкими отдельными кристаллами и обломками кристаллов и пород.

Таким образом, эта порода сложена как бы из двух составляющих пород — линзочек, лепешек, полосок, волокон, образовавшихся явно из лавы и основной массы — цемента, похожего, с одной стороны, на лаву или эруптивную микробрекчию, с другой — на вулканический туф (в разновидностях, где цемент сложен из обломков стекла).

Такие породы, как известно, принято называть туфолавами или игнимбритами, причем игнимбрикам приписывается один определенный генезис, в то время как относительно происхождения туфолав существуют различные мнения.

Термин «туфолава», или «туфовая лава», предложенный Абихом, по существу не очень удачный, но пока, до более определенного выяснения генезиса этих пород, может быть и не следует заменять его другим, более подходящим термином.

Существовали самые различные взгляды на происхождение туфолов и подобных им пород, как то: пиперно, игнимбрит и разновидности последнего—пульверулит, лентикулит и лапидит, вильсонит, или овароит, и некоторые разновидности атакситов, такситов и этакситов.

Первым высказавшим свое мнение относительно происхождения пиперно был Леопольд Бух, который считал эту породу, без всякого сомнения, лавой. Это мнение поддерживали Брейслак, Абих, Циркель, Кальковский, Фуке, Левинсон-Лессинг и другие.

Некоторые авторы полагали, что подобные породы образуются таким же путем, как и вулканические туфы.

Л. Дель-Эрба (Dell'Erba, 1891) считал, что извержение, в результате которого образовалось пиперно, было не таким, при котором образуются обыкновенные туфы, а совершенно особым, выражавшимся в очень частых, следовавших один за другим выбросах пепла и тестообразных комков лавы. Тепло, еще сохранившееся в отложениях пепла и комков лавы, вызвало в них контактовый метаморфизм, в результате которого образовались более или менее плотные породы типа пиперно. Это объяснение, как известно, несколько приближается к представлению П. Маршалла о генезисе игнимбритов.

Высказанные различными авторами мнения по этому вопросу, большинство из которых в настоящее время имеют только историческое значение, можно объединить в три гипотезы: обычная туфовая, гипотеза раскаленного песчаного ливня и гипотеза лавового потока.

Первая гипотеза отпадает, так как данные полевых наблюдений и многочисленных описания подобных пород в литературе свидетельствуют о том, что они не могли образоваться по способу, обычному для вулканических туфов.

Следовательно, остаются две гипотезы: раскаленного песчаного ливня и лавового потока.

Первая из них была высказана П. Маршаллом (Marchall, 1932, 1935) в отношении происхождения риолитовых пластов Новой Зеландии. Гипотезу Маршалла принял А. Н. Заварицкий (1946, 1947) при толковании происхождения туфолов Армении. Как известно, эта гипотеза базируется на исследованиях и взглядах Феннера на характер Катмайского извержения 1912 г. и продукты его вулканической деятельности.

Гипотеза Маршалла заключается в том, что туфолавы являются скорее туфами, а не лавами. Они возникли из ливня раскаленного песка, температура которого во время отложения, по мнению Маршалла, должна была быть выше 1000° и во всяком случае не ниже 960°. Эти раскаленные песчаники спеклись, спаялись и приняли вид лавы. Образовавшуюся таким путем породу Маршалл назвал игнимбритом.

В настоящее время многие авторы придерживаются этой точки зрения, поэтому необходимо остановиться несколько подробнее, чем это имело место в нашей литературе, на характеристике Маршаллом игнимбритов, а также на представлениях Феннера о характере извержения Катмаи в 1912 г.

По Маршаллу (1935), игнимбриты являются изверженными породами кислого или, возможно, среднего состава, которые образовались из материала, выброшенного из канала вулкана в виде огромного количества сильно раскаленных, преимущественно очень мелких частиц. Однако в каждой отдельной залежи игнимбрита на различных стадиях развиваются различные структуры, в зависимости от давления вышележащего материала и расстояния от охлаждающей поверхности или, иначе, от времени, в течение которого сохраняется высокая температура. На основании этого нельзя считать какую-либо одну структуру характерной для данной залежи игнимбритов.

Отсюда Маршалл делает вывод, что при классификации игнимбритов на главные подразделения нельзя основываться только на их структуре, а необходимо положить в основу их текстуру, но при выделении более мелких подразделений должна учитываться и структура.

Маршалл различает следующие главные разновидности игнимбритов: пульверулит, лентиккулит и лапидит.

Каждая из этих пород подразделяется на стекловатую, радиальную, гребенчатую и перистую разновидности.

В стекловатой разновидности (за исключением кристаллов отдельных минералов) линзы, если они присутствуют, и весь тонкозернистый материал состоят из стекла.

В радиальной разновидности, совершенно независимо от границ первоначальных частиц стекла, наблюдается радиальная сферолитовая кристаллизация.

Гребенчатая разновидность представляет собой гребнеподобную кристаллизацию очень тонких игл полевого шпата, оси которых располагаются под прямыми углами к краям обломков стекла. Часто между иглами наблюдается тонкозернистое вещество, которое в некоторых случаях было определено как тридимит.

В перистой разновидности мельчайшие частицы неплотно прилегают друг к другу и совсем не деформированы. Их расположение напоминает пушистую массу.

Маршалл характеризует упомянутые игнимбритовые породы следующим образом.

П у л ь в е р у л и т, являясь тонкозернистой породой, состоит из мелких пылевидных частиц стекла (окружающих кристаллы кварца), полевого шпата, некоторого количества гиперстена, роговой обманки и биотита. Эта порода подразделяется на разновидности.

Стекловатая разновидность находится обычно у основания залежи. Мощность ее составляет около метра. Вследствие очень высокой температуры раскаленные частицы были в момент отложения еще полупластичными.

Давление вышележащего материала изогнуло их вокруг углов кристаллов, и таким образом возникла видимость «структуры течения». Частицы стекла сплавлялись и в некоторых случаях настолько сильно, что стекловатое вещество становилось сплошным.

В радиальной разновидности жилки полевого шпата образуют лучевидные группы, давая начало сферолитовой структуре. Породы с развивавшейся радиальной структурой обладают небольшой мощностью и залегают над породами, относящимися к стекловатой разновидности. В некоторых местах радиальная и стекловатая разновидности встречаются в одном и том же образце, но такое совместное нахождение наблюдается лишь в нижних частях залежи и вскоре сменяется только радиальной разновидностью.

При гребенчатой разновидности, если она хорошо развита, порода имеет аксиолитовую структуру. В некоторых залежах эта разновидность наблюдается почти по всей мощности, в других она распространяется на большую часть залежи, в ряде случаев развита слабо.

Перистая разновидность находится обычно в верхних частях залежи пульверулитовых пород.

Л е н т и к у л и т отличается значительным колебанием числа и размеров линз темных пород.

В стекловатой разновидности (вильсонит) все крупные и мелкие частицы состоят из стекла. Более крупные частицы целиком пронизаны почти параллельными газовыми порами капиллярных размеров. Более мелкие частицы часто обтекают кристаллы. Эта разновидность встречается

чаще у самого основания залежи, но в некоторых случаях распространяется на всю залежь.

Радиальная разновидность отличается наличием крупных линз, которые в породе образуются легче, чем мелкие и чем тонкозернистые вещества.

Гребенчатая разновидность развивается в первую очередь в крупных линзах и линзовидных обломках стекла и в особенности на краю пронизывающих капиллярных пор.

Перистой разновидности лентикулитов Маршалл не наблюдал.

Лапидит характеризуется преобладанием угловатых обломков кислых пород.

Стекловатая разновидность лапидитов отличается не очень крепким, по сравнению с другими аналогичными породами, сплавлением мелких частиц стекла. Приурочена эта разновидность к основанию залежи.

Радиальная разновидность в лапидитах не наблюдалась. Маршалл полагает, что выброшенный материал обладал слишком низкой температурой, при которой кристаллизация такого рода произойти не могла.

Гребенчатая разновидность наблюдалась только в начальной стадии развития, непосредственно над стекловатой разновидностью.

Перистая разновидность в ряде случаев объединяется со слабо развитой гребенчатой разновидностью.

Таким образом, Маршалл по текстурам и структурным особенностям выделяет группу игнимбритовых пород. Он считает, что термин «игнимбрит» следует применять для обозначения туфовой породы кислого состава, которая образовалась из материала, отложившегося во время извержения типа «катмайской раскаленной тучи».

От обычных туфов игнимбриты отличаются, по Маршаллу: 1) единообразной и однородной тонкозернистой структурой; 2) отсутствием в них слоистости; 3) ясно выраженной призматической отдельностью; 4) сильной цементацией и вследствие этого достаточной механической прочностью; 5) наблюдаемой в шлифах «структурой течения», которая возникает в результате изгибания полупластических частиц стекла вокруг ранее существовавших кристаллов.

От лав игнимбриты отличаются приблизительно горизонтальным залеганием залежей; отсутствием стекловатых зальбандов; отсутствием шлаковой поверхности; малым удельным весом породы, несмотря на отсутствие шлаковой корки; наличием тонкого слоя чрезвычайно мелкой стекловатой пыли в нижних частях залежей типичного игнимбрита; плотностью пород, которая в каждой данной залежи возрастает с глубиной; отсутствием признаков течения всей массы залежи.

При этом Маршалл подчеркивает, что игнимбриты никогда не были определенно связаны с каким-либо вулканическим конусом. Кроме того, химический состав новозеландских игнимбритов, содержащих более 70% кремнезема, исключает, по Маршаллу, возможность большой текучести¹.

При рассмотрении всех особенностей условий нахождения в природе и структуры данных риолитовых пород Маршалл считает несомненным, что эти широко распространенные кислые породы никогда не были настоящими лавовыми потоками.

Для подтверждения своего мнения о происхождении игнимбритов он пытается восстановить картину их образования, воспользовавшись описанием Лакруа пелейской раскаленной тучи:

¹ Что же касается мнения, что кислые лавы всегда более вязкие и, значит, менее подвижные, то здесь необходимо учитывать, что увеличение в лаве содержания воды на несколько десятых процента уменьшает вязкость лавы в несколько раз и, следовательно, текучесть ее увеличивается.

«Раскаленные тучи состоят из смеси своего рода эмульсии твердых веществ, находящихся во взвешенном состоянии, в водяных парах и в газах, причем и те и другие нагреты до высокой температуры» (Lacroix, 1904, стр. 203).

«Каждая из твердых частиц, составляющих раскаленные тучи, раскалена до свечения и должна быть окружена атмосферой газа и паров, первоначально чрезвычайно сжатых, но затем быстро расширяющихся; это та атмосфера, которая не позволяет твердым частицам соприкасаться друг с другом и поддерживает всю массу в состоянии движения, давая ей возможность течь по склонам почти наподобие жидкости» (там же, стр. 350).

«Таким образом, представляется вероятным, что взрыв происходит вследствие внезапного расширения водяных паров, содержащихся в магме...» (там же, стр. 358).

Однако следует отметить, что это описание относится к природе и физическому состоянию вещества в раскаленных тучах, выброшенных вулканом Пеле, а не Катмаи. Несмотря на то, что температура пелейской раскаленной тучи достигала 800—1000° и скорость ее движения превышала 150 м/сек, отложения ее представляли собой рыхлую, а не спекшуюся или, тем более, спаявшуюся, почти монолитную массу. Да и сам Лакруа по поводу отложений катмайской раскаленной тучи высказал мнение, что гипотеза Маршалла о происхождении этих отложений требует проверки непосредственными наблюдениями извержений, подобных катмайскому. В действительности, катмайское извержение, судя по его продуктам, значительно отличалось от извержения Пеле. Как известно, Лакруа образно сравнивал катмайское извержение 1912 г. со вспенившимся молоком. В результате такого извержения и образовалась порода, названная Маршаллом игнимбрином.

Приведенные Маршаллом признаки игнимбринов, определяющие происхождение их особым путем — из раскаленного песчаного ливня, заслуживают той критической оценки, которую мы находим в последнее время в работах многих авторов.

В отношении отличительных черт игнимбринов по сравнению с обычными туфами можно согласиться полностью только со вторым пунктом, т. е. с отсутствием в игнимбридах слоистости и, частично, с третьим пунктом, так как хорошо выраженная призматическая отдельность в туфах действительно очень редко отмечается. Но она также не всегда наблюдается и во многих обнажениях туфолов.

Что же касается пунктов первого, четвертого и пятого, то подобные особенности характерны как для туфолов, так и для туфов, причем структура течения (пункт 5) в туфоловах наблюдается на больших участках, а в туфах — на очень небольших, и поэтому в туфоловах она является действительной структурой течения, а не кажущейся.

Те же особенности игнимбринов, которые отличают их от лав и которые приписываются Маршаллом только игнимбринам, наблюдаются и в различных действительно лавовых потоках. Известны, например, лавовые потоки почти горизонтального залегания (лавы Дариганги), без шлаковой поверхности (волнистые лавы), без стекловатых зальбандов, с малым удельным весом (пузыристые лавы), с увеличением книзу плотности пород и с наличием вулканического рыхлого материала под лавовыми потоками. Также нельзя согласиться с положением Маршалла об отсутствии у игнимбринов признаков течения всей массы залежи, так как текстура туфолов или игнимбринов убедительно свидетельствует об обратном (Влодавец, 1953).

Большое сомнение вызывает также предположение о высокой температуре раскаленного песка. По Маршаллу, песок во время отложения

должен был иметь температуру 960°, т. е. такую, при которой образуются сферолиты. Но мало вероятно, чтобы раскаленные песчинки и комки лавы могли сохранить во время полета на большие расстояния (во многих случаях на километры и даже десятки километров, в Катмаи — 23 км), учитывая при этом большое количество расширяющихся газов, высокую температуру, которую лава имела в канале вулкана.

Таким образом, вряд ли можно согласиться с тем, что игнимбриты могли образоваться за счет сваривания, сплавления отдельных песчинок и кусочков в более или менее монолитную породу.

Интересно отметить предположение Маршалла и других, что извержение Катмаи, в результате которого образовались игнимбриты, происходило по трещинам, а не из центрального канала. Это предположение, в частности, позволяло объяснить образование игнимбритовых отложений на протяжении 23 км.

В связи с этим следует остановиться на некоторых неправильных представлениях об извержении в Долине десяти тысяч дымов.

В своих работах 1920 и 1923 гг. Феннер (Fenner, 1920, 1923) писал, что в этом извержении вулкан Новарупта играл важную роль, так как из его канала был выброшен туф, отложившийся в Долине десяти тысяч дымов. В то же время он высказал мнение, что материал туфа был выброшен из скрытых трещин на дне самой Долины и видимых трещин на склонах ближайших гор.

В статьях же 1925 и 1937 гг. Феннер (Fenner, 1925, 1937), наоборот, говорил о незначительной роли Новарупты и подчеркнул большое значение многочисленных трещин на дне Долины. Позднее Феннер (Fenner, 1950) снова обращает внимание на преобладание извержения центрального типа. Он отмечает, что из каналов, происшедших таким образом, излились большие раскаленные туфовые потоки. Новарупта был главным из них.

Читая работы Феннера, некоторые исследователи, в том числе и Маршалл, сделали неправильный вывод, что весь туф, отложившийся в Долине десяти тысяч дымов, выброшен не из вулканического конуса, а из трещин. Этот вывод находится в противоречии с данными последних работ Феннера.

Макгрегор (MacGregor, 1952), исходя из описаний Феннера, считает, что главными источниками туфов Долины были: 1) вулкан Новарупта и 2) трещины, наблюдаемые на соседних с Долиной горах Тридент, Фаллинг и Брокен. Что же касается скрытых трещин на дне самой Долины, на которые многие исследователи обращали особое внимание, то Феннер рассматривал их только как вероятные места туфовых извержений, а не как действительные.

В последние годы Х. Вильямс посетил Катмаи и пришел к заключению, что извержение 1912 г., в результате которого образовались игнимбриты, были центрального, а не трещинного типа.

Таким образом, один из важнейших доводов Маршалла в пользу извержения раскаленного песчаного ливня из трещин оказывается весьма и весьма сомнительным.

Перейдем к взглядам некоторых исследователей, считавших туфолавы лавами. Этой точки зрения придерживались Абиш, Левинсон-Лессинг (1928), Лебедев (1931) и другие.

Некоторые туфолавы имеют полосчатую или разорванно-полосчатую текстуру и этим отчасти напоминают полосчатые лавы. Последние, как известно, чаще всего возникают еще в канале вулкана. Для тех туфолов, в которых химический состав полосок, линз близок или почти тождествен химическому составу цемента, можно предположить, что вещество туфолов выжималось из канала вулкана в виде полосчатой лавы, нахо-

дившейся еще в пластичном состоянии. Далее, во время выжимания происходило вскипание и разрыв полосок на части, которые в процессе дальнейшего движения приняли формы лепешек, линз и т. п. Подобной точки зрения придерживается Грэндж (Grange, 1934) (происхождение овароита) и, отчасти, Д. С. Белянкин (1938, 1952).

Кроме своеобразной полосчатости Грэндж приводит и другие признаки, свидетельствующие об овароите как о лаве.

1. Наличие искривленных стеклянных фракций, образующих запутанные узоры, и длинные тонкие полоски микролитов, указывающие на происхождение течением. Грэндж при этом отмечает, что вообще характерной особенностью кислых лав является их неоднородность. Гомогенные же части любой формы будут во время течения выравниваться и могут стать тоньше ленточных слоев, если длина пути течения достаточно велика. Таким образом могут сформироваться линзы овароитов. При этом Грэндж отмечает, что трудно вообразить, как подобные тела могли бы образоваться в песчаном потоке.

2. Нахождение горизонтальных линз с растрепанными концами, которые сливаются с основной массой.

3. Наличие очень тонких, потокообразно расположенных слоев микролитов в стекле.

4. Присутствие сферолитов, пересекающих малые полоски; аксиолитовая структура полосок; аксиолитовая и сферолитовая структура линз, указывающая по Грэнджу, скорее на происхождение в результате излияния лавовых потоков, чем на отложение песчаного ливня.

Грэндж различает стекловатый и тонкокристаллический тип туфолов и считает, что овароит, относящийся к стекловатому типу, произошел вследствие излияния лавы, образовавшей потоки, которые во многих местах, после частичного отвердевания, еще немного двигались, поэтому в лаве образовались брекчиированные участки. Стекловатый тип охлаждался быстрее, чем тонкокристаллический. Последний, по Грэнджу, произошел из полосчатого риолита, полоски которого во время течения значительно вытянулись и разорвались на малые обрывки и ключья.

Интересно отметить некоторые соображения о происхождении вильсонита-овароита, высказанные до работы Грэнджа и приведенные впоследствии в его работе 1934 года.

Кокс (Cox, 1882) и Хеттон (Hutton, 1889) считали, что эта риолитовая порода представляет собой смесь пемзы с обсидианом. Ретти (Rutty, 1899, 1901) считал ее пемзовым туфом¹.

Соллас (Sollas, 1905) пришел к заключению, что порода находилась некогда в состоянии текучести, но некоторые образцы образовались из материала, выброшенного из вулкана, а также установил, что эта порода подверглась весьма интенсивному внутреннему брекчиированию².

Примерно такого же взгляда придерживались Белл и Фразер (Bell a. Fraser, 1912). Хендерсон и Бартрум (Henderson a. Bartrum, 1913) высказали мнение, что эта порода представляет собой туф, отложившийся на весьма близком расстоянии от места извержения, во время которого «обломки» туфа находились еще в полупластичном состоянии³.

Морган (Morgan) то рассматривал риолитовую породу как лаву (1912), то присоединялся (1926) к взгляду Хендерсона и Бартрума, то относил ее к породе с брекчиированной структурой течения⁴.

В последнее время очень близкое к представлению Лакруа суждение было высказано Бекком и Робертсоном (Beck and Robertson, 1955). Последние относят игнимбрицы к лавовым потокам, которые вытекли из жерла вулкана в виде пузыристых, вспенившихся масс. При этом лавовая пена,

¹⁻⁴ Цит. по Маршаллу (Marshall, 1935).

подымаясь по каналу и жерлу, очевидно, поглощала и увлекала более плотные комки лавы, а также и небольшие обломки боковых пород.

В процессе течения лавовой пены по земной поверхности комки лавы оседали, скопляясь главным образом в нижних частях потока, а сама лавовая пена во время движения уплотнялась и становилась более или менее плотной породой. Постепенно отвердевая, лавовая пена могла еще в процессе движения местами частично раздробляться на мелкие обломки и создавать в породе как бы брекчирированные участки.

Переходя к семячинским туфолавам, надо отметить следующие их особенности.

1. Потокообразная форма залегания (фиг. 1).

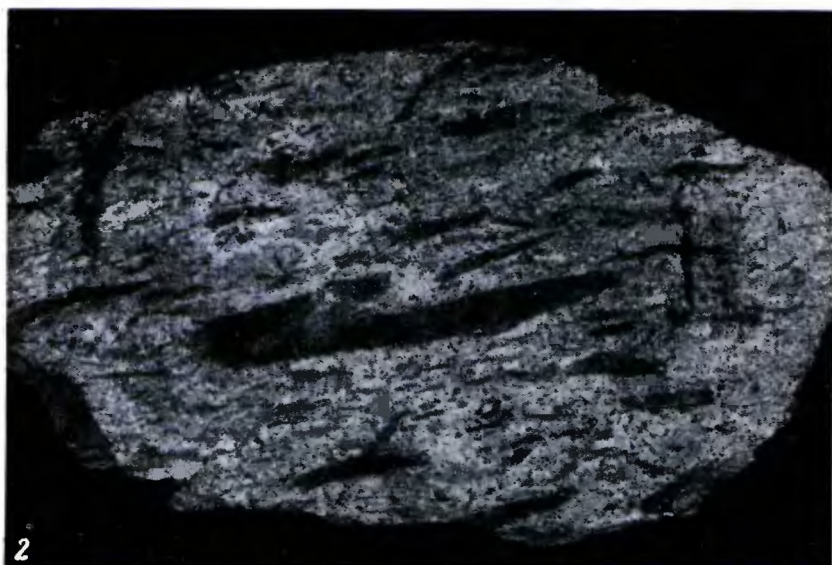


Фиг. 1. Потокообразная форма залегания туфолав. Вверху туфолавы.

2. Характерные текстуры (фиг. 2 и 3), наблюдаемые на протяжении всего обнажения и выражающиеся в почти параллельном расположении как крупных лепешек (фиг. 2, 1), так и более мелких линз (фиг. 2, 2), полосок (фиг. 3, 1), волокон (фиг. 3, 2) и их тонкое переслаивание, а также наличие в некоторых обнажениях длинно вытянутых линзообразных пустот (следов пузырьков) размерами до 15×2 см. Наличие в цементе мелких обломков, как породы линз (фиг. 2, 2), так и других пород (фиг. 3, 2).

3. Структура линз и подобных образований витрофировая или порфировая, цемента — всегда в той или иной степени флюидальная, без вкрапленников или с некоторым их количеством, иногда с их обломками (фиг. 4, 5, 6, 7 и 8). Флюидальная структура не наблюдается только в черной массе (фиг. 4, 5, 6), представляющей собой часть лепешки или полосок, в остальной же массе — в цементе (на фотографиях в темносерой и светлосерой массе) явно видна флюидальная структура.

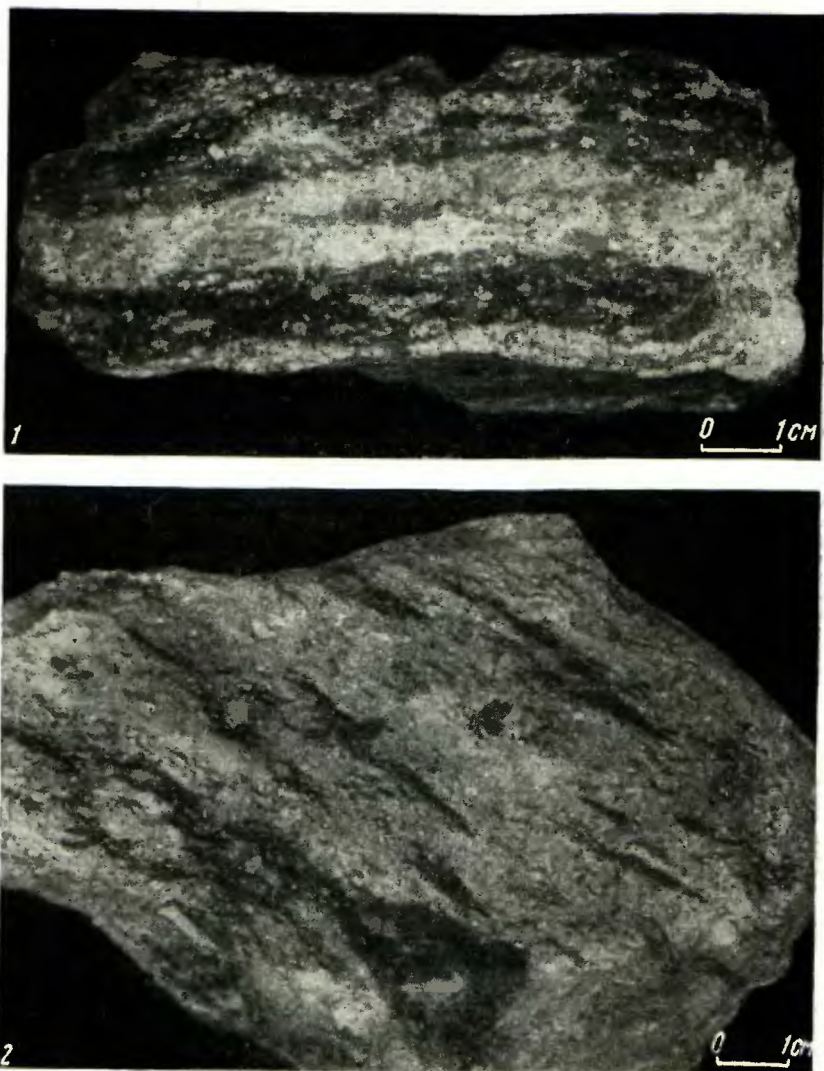
Следует также отметить отсутствие в семячинских туфолавах следов спекания или сплавления. Цемент их состоит (не считая вкрапленников и обломков кристаллов, минеральных выделений в порах и пузырьках и включений более древних боковых пород) преимущественно из сплошного стекла различных оттепков с довольно неровными и резкими только по цвету границами между ними (фиг. 4).



Фиг. 2. Параллельное расположение «фиамме» в туфолавах.
1 — параллельно расположенные крупные лепешки; 2 — параллельно
расположенные линзы. Образец туфолавы № 8, $\frac{1}{4}$ nat. вел.

Все эти признаки подтверждают лавовое происхождение семячинских туфолав.

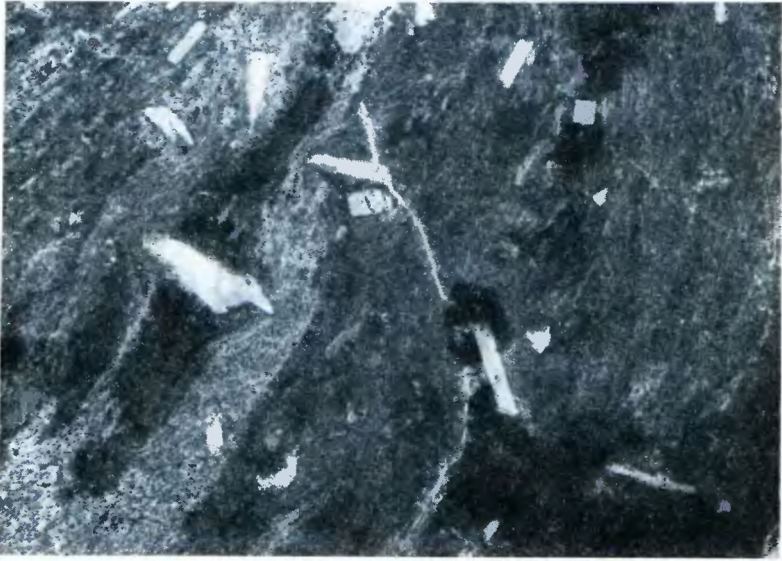
Нахождение в цементе обломков как чуждых пород, так и вещества линз и подобных образований можно объяснить захватом подымавшейся, может быть, со взрывом, весьма насыщенной газами лавы. При этом по-



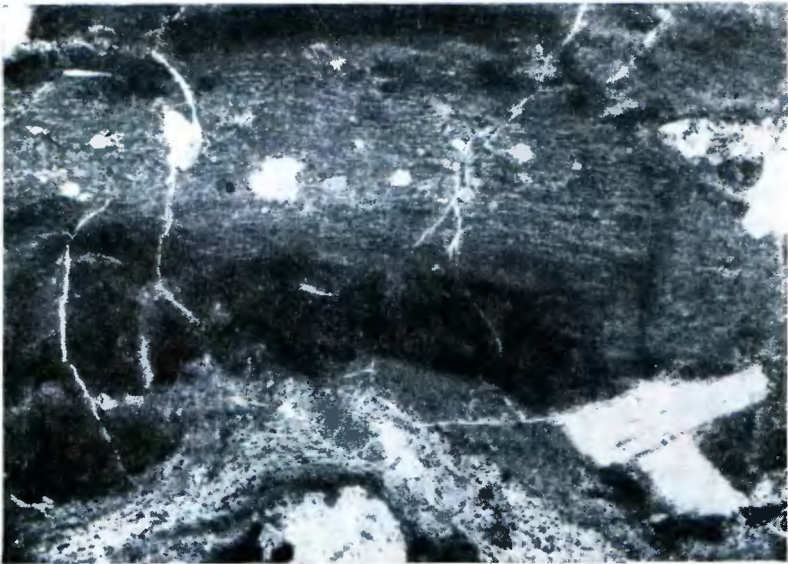
Фиг. 3. Параллельное расположение «фиамме» в туфолавах.
1 — параллельно расположенные полоски. Отполированный образец туфолавы № 12,
2 — параллельно расположенные волокна. Отполированный образец туфо-
лавы № 114.

роды, слагающие стенки канала, а также линзы, вещество которых было, по-видимому, уже твердым, под напором лавы цемента или во время движения потока раздроблялись.

По химическому и минералогическому составам вещество линз относится к риолито-дацитам, а цемента — к дациту (Влодавец, 1953). Такое различие, по-видимому, надо объяснить процессом дифференциации



Фиг. 4. Флюидальная структура цемента № 17, увел. 90, без анализатора.



Фиг. 5. Флюидальная структура туфовлавы № 114, увел. 90, без анализатора.



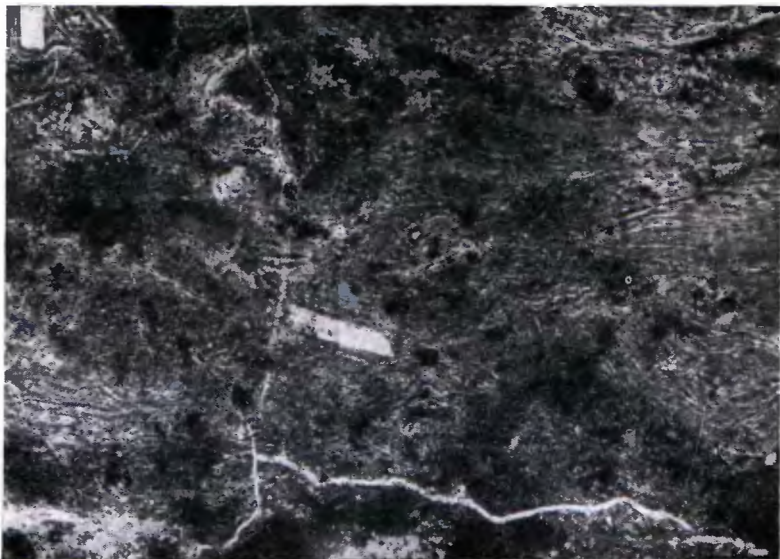
Фиг. 6. Флюидальная структура туфолавы № 12, увел. 90, без анализатора.



Фиг. 7. Флюидальная структура цемента № 12, увел. 290, без анализатора.

магмы еще до ее извержения. Верхняя часть канала была занята более кислой магмой, давшей затем материал линз, лепешек и т. п., тогда как внизу находилась менее кислая магма, образовавшая цемент туфолав.

Свидетельством подобной дифференциации служат многочисленные факты. Так, во время извержения Ключевского вулкана в 1937—1938 гг. первые порции лавы были более кислыми и содержали около 54% SiO_2 , а последующие — более основными, содержащими 51—52% (Влодавец, 1955 г.).



Фиг. 8. Флоцдальная структура цемента № 13, увел. 290, без анализатора.

Еще более разительная картина наблюдалась при последнем извержении в 1947—1948 гг. вулкана Хекла. Первые выбросы (29 марта 1947 г. пемзы содержали около 62% SiO_2 , пепел, выброшенный через несколько часов, — около 57%, а лава, излившаяся в апреле 1948 г., — 54,25% (Thorarinsson, 1950).

Таким образом, не исключена и весьма вероятно возможность подобной дифференциации и при образовании семячинских туфолав.

Но известны туфолавы, в которых состав линз и цемента одинаков или же отличается различным содержанием окислов железа; последнее зависит только от той или иной степени окисления железа в линзах и цементе.

Создается представление, что туфолавы являются особыми лавами, которые могут возникать различными путями: предварительной дифференциацией магмы и последующим внедрением менее кислой жидкой лавы в более кислую, уже частично или совсем отвердевшую; из полосчатой лавы; из вспенившейся, подобно молоку, лавы и т. п.

Из описанных Маршаллом игнимбритовых пород к туфолавам можно отнести лентикуллит и стекловидную разповидность пульверулита, которую Грэджд назвал оваронтом.

Из приведенных выше данных по семячинским туфолавам и из общих представлений и данных о характере извержений вытекает, что подобные туфолавы являются лавами, а не туфами.

С толкованием Маршалла можно было бы согласиться только в том случае, если бы извержения раскаленного песчаного потока происходили в атмосфере горящих горючих газов — водорода, окиси углерода и некоторых других, каковое обстоятельство, по нашим современным знаниям, очень и очень сомнительно и, пожалуй, неправдоподобно.

Л И Т Е Р А Т У Р А

- Б е л я н к и н Д. С. К характеристике брекчиевидных и полосатых лав вулкана Эльбруса. «Докл. АН СССР», т. 21, № 5, 1938.
- Б е л я н к и н Д. С. К вопросу о туфовых лавах Армении. «Изв. АН СССР», серия геол., № 3, 1952.
- В л о д а в е ц В. И. О некоторых семьячинских туфолавах и их происхождении. «Изв. АН СССР», серия геол., № 3, 1953.
- В л о д а в е ц В. И. Сообщение. «Тр. Первого Всес. петрографич. совещания», 1955.
- З а в а р и ц к и й А. Н. О некоторых данных вулканологии в связи с изучением четвертичных туфов и туфолав Армении. «Изв. АН Арм. ССР». № 10, 1946.
- З а в а р и ц к и й А. Н. Игнимбриты Армении. «Изв. АН СССР», серия геол., № 3, 1947.
- Л е б е д е в П. И. Вулкан Алагез и его лавы. «Тр. Сов. по изуч. произв. сил», серия закавказская, вып. 3, 1931.
- Л е в и н с о н - Л е с с и н г Ф. Ю. Армянское вулканическое нагорье. «Природа», № 5, 1928.
- В е с к А. С. а. Е. F. R o b e r t s o n. Geology and geophysics. «New Zealand Depart. of Sci. and Industr. Research.», Bull., 117, 1955.
- D e l l' E r b a L. Considerazioni sulla genesi del piperno. «Atti della R. Accad. delle Scienze fis. e mat. di Napoli», vol. V, ser. 2, № 3, 1892.
- F e n n e r C. N. The Katmai region, Alaska and the great eruption of 1912. «Journ. of Geol.», vol. 18, № 7, 1920.
- F e n n e r C. N. The origin and mode of emplacement of the great tuff deposit of the Valley of Ten Thousand Smokes. «Nat. Geogr. Soc. Amer.». Contrib. Techn. Papers, Katmai series, № 1, 1923.
- F e n n e r C. N. Earth movements accompanying the Katmai eruption. Pt. 2. «Journ. of Geol.», vol. 33, N 3, 1925.
- F e n n e r C. N. Tuffs and other volcanic deposits of Katmai and Yellowstone Park. «Trans. Amer. Geophys. Union 18-th Annual Meeting», 1937.
- F e n n e r C. N. The chemical kinetics of the Katmai eruption. Pt. I and II. «Amer. Journ. Sci.», vol. 248, 1950.
- G r a n g e L. I. Ryolite sheet flows of the North Island. New Zealand. «New Zealand Journ. of Sci. and Techn.», vol. XVI, № 2, 1934.
- L a c r o i x A. La Montagne Pelee et ses eruptions. Paris, 1904.
- L a c r o i x A. Remarques sur les matériaux de projection des volcans et sur la genèse des roches pyroclastiques qu'ils constituent. «Livre Jubilaire 1830—1930. Centenaire de la Soc. géol. de France», t. II, 1930.
- M a c G r e g o r A. G. Eruptive mechanisms: mt. Pelée, the Soufrière of St. Vincent and the Valley of Ten Thousand Smokes. «Bull. Volcanol.», sér. II, tome, XII, 1952.
- M a r c h a l l P. Notes on some volcanic rocks of the North Island of New Zealand. «New Zealand Journ. of Sci. and Techn.», vol. XIII, № 4, 1932.
- M a r c h a l l P. Acid rocks of the Taupo-Protourua District. «Trans. and Proc. of the Roy. Soc. of New Zealand», vol. 64, pt. 3, 1935.
- T h o r a r i n s s o n S. The eruption of mt. Hekla, 1947—48. «Bull. Volcanol.», sér. II, tome. X, 1950.