

Е. В. БЫКОВСКАЯ, В. К. РОТМАН

**ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ ИГНИМБРИТОВ
РАЗЛИЧНЫХ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ЗОН ДАЛЬНЕГО
ВОСТОКА**

*(Всесоюзный геологоразведочный научно-исследовательский институт
Министерства геологии и охраны недр СССР)*

Среди вулканических пород кислого и — реже — среднего состава встречаются своеобразные породы, состоящие как бы из двух разновидностей: из более светлой основной массы, ИЛИ цемента, и более темных линзовидных включений, параллельно расположенных в вертикальных сечениях, похожих на языки пламени и представляющих в плане пятна, «лепешки» с неправильными контурами. Линзочки, лепешки, волокна состоят явно из лавы, цемент же в одних разновидностях похож на лаву, в других, где в цементе преобладают осколки стекла, — на туф.

К такого рода породам применяют обычно названия игнимбриит или туфолава, основываясь на различном их генезисе, который до сих пор служит предметом горячих споров и длительных дискуссий.

Для первых, т. е. игнимбриитов, на нага взгляд, есть еще более удачный термин «сваренный» или «спекшийся» туф, который отражает одновременно и строение породы и ее генезис.

В игнимбриитах Дальнего Востока (Баджальского хребта, Южного Сихотэ-Алиня, Центральной Камчатки) отчетливо проявляются все те признаки, которые в свое время позволили Маршаллу (1935) отличить их от лав, а именно: 1) горизонтальная верхняя поверхность пластов игнимбриитов; 2) отсутствие шлаков на верхней поверхности игнимбриитов; 3) почти повсеместное залегание игнимбриитов на пачках ритмично слоистых туфов, туффиитов и туффиито-песчаников; 4) прекрасно выраженная вертикальная столбчатая отдельность; 5) в основании горизонтов игнимбриитов большая стекловатость, литоидность; 6) наличие линзовидных включений, в поперечном сечении линейно ориентированных параллельно горизонтальной кровле, в плане — имеющих форму «лепешек» с хаотичным расположением; 7) кристаллопепловая структура породы, свидетельствующая о пирокластическом ее происхождении; 8) увеличение степени «сваривания» или «спекания» в игнимбриитовых потоках сверху вниз, что подтверждается постепенным исчезновением обломочной (пепловой) структуры.

Большой фактический материал, собранный при тематических работах по стратиграфии и петрологии вулканических образований указанных выше районов, подтверждает сказанное.

В отношении туфолав, значительно меньше распространенных в изученных нами районах, мы присоединяемся к мнению Абиха, Левинсон-

Лессинга (1928), Лебедева (1947), Белянкина (1938, 1952) и Грэнджа (Grange, 1934), считавших туфолавы лавами. Туфолавы имеют полосчатую или разорванно-полосчатую текстуру, куски полос, которые приняли при движении форму лепешек, линз и т. п. В них отсутствуют следы спекания или сваривания. Течение, подобно лавам, способствовало образованию в них флюидалной текстуры в вертикальном сечении и некоторой ориентированности линзовидных включений и флюидалности в плане. Справедливо указание Грэнджа на наличие искривленных стеклянных фракций, образующих запутанные узоры и длинные тонкие полосы микролитов.

Перейдем к непосредственному изложению материала, освещающего вопрос распространения игнимбригов во времени и в пространстве в южной части Дальнего Востока и на Камчатке.

Если обратимся к наиболее активным вулканическим зонам Тихого океана — островным вулканическим дугам — Алеутской и Курильской, то можно увидеть, что в их геологической истории извержения игнимбригов или туфолав практически не происходили. Сравнительно редко встречаемые здесь кислые породы (дациты, риолиты) образуют мелкие тела стекловатой лавы или покровы пемзы, обычно без признаков сваривания.

На Камчатке зона действующих вулканов приурочена к восточной части полуострова, однако в дочетвертичное время ареной постоянного и интенсивного вулканизма, начиная с мезозоя, была область Срединного хребта («Внутренняя вулканическая дуга Камчатки» — по Г. М. Власову).

В 5—6 километровой вулканической толще, накопившейся за это время, игнимбриги и туфолавы занимают отчетливое стратиграфическое положение, будучи приуроченными к самым верхним частям разреза, а именно — к алнейской серии верхнемиоцен-плиоценового времени. Среди вулканических пород березовской свиты, относимой по возрасту к нижнему — среднему миоцену, встречаются туфолавы, сведений же об игнимбригах в березовской свите нет.

В стратиграфически ниже лежащих вулканических толщах, образовавшихся в течение нижнего миоцена-олигоцена и верхнего мела, отсутствуют полностью как игнимбриги, так и туфолавы, а породы являются продуктами андезито-базальтового подводного и островного вулканизма.

Появление игнимбригов и туфолав в верхних частях разреза алнейской серии связано с закономерным, повсеместно наблюдающимся изменением состава вулканических продуктов вверх по разрезу в сторону увеличения кислотности, а также с изменением характера вулканизма.

Если в нижней части разреза верхнемиоцен-плиоценовой толщи преобладают вулканические брекчии и лавы базальтового и андезито-базальтового состава, связанные, по-видимому, с трещинными извержениями, то для верхних частей характерна ассоциация грубых брекчий полосчатых дацитов и андезито-дацитов, пемз и в меньшей степени — игнимбригов.

Особенности этих пород, их приуроченность к определенным участкам, наиболее насыщенным экструзиями того же дацитового состава, позволяют предполагать, что они образовались при извержениях катмайского типа.

Общая мощность более кислой части разреза составляет примерно 600—700 м, из них игнимбриги составляют 60—120 м, т. е. около 5—10% верхнемиоцен-плиоценового разреза. По составу игнимбриги и туфолавы относятся к дацитам, андезито-дацитам и редко к липаритам, ярко выраженного известково-щелочного типа.

Кварц и калишпат в обломках как правило отсутствуют; темноцветные минералы представлены амфиболом (часто базальтической роговой

обманкой), биотитом, редко — моноклинным и ромбическим пироксенами. Обращает на себя внимание тот факт, что появление игнимбритов и туфолов на Камчатке относится к тому времени, когда завершалось превращение геосинклинали в складчатую область, когда вулканизм принял ярко выраженный субаэральный характер, слонив прежний подводный и островной вулканизм, т. е. на самой последней стадии развития вулканической дуга (в ее «зрелой стадии» по Н. П. Васильковскому).

Западнее, в Восточно-Сихотэ-Алинской вулканической зоне, проявления туфолов и игнимбритов в вулканогенно-осадочных толщах геосинклинального типа также неизвестны. Появление игнимбритов кварцевых порфиров в этой зоне приурочено к концу позднего мела, к периоду, следовавшему за завершением основной складчатости Сихотэ-Алиня, превратившей эту горную страну в складчатое сооружение. Дальнейший интенсивный субаэральный вулканизм постгеосинклинального периода привел к накоплению многокилометровой толщи вулканических пород, среди которых игнимбриды и туфолавы играют уже немалую роль.

Верхнемеловой вулканизм представляет крупный вулканический цикл, подразделяющийся на два подцикла с единой направленностью эволюции магмы среднего состава в каждом из них в сторону увеличения содержания кремнезема. Во всем цикле отмечается общая тенденция повышения содержания щелочных алюмосиликатов в вулканических породах снизу вверх по разрезу. В палеогене выделяется два вулканических цикла, в начале которых формируются лавы и туфы основного и среднего состава, в конце — кислые вулканические породы.

Последующий вулканизм (неогеновый и четвертичный периоды) дал главным образом продукты вулканической деятельности основного состава.

Игнимбриды как правило встречаются среди кислых эффузивов, завершающих вулканические циклы. Они отмечаются среди вулканических свит кварцевых порфиров и липаритов (монастырской, богопольской, брусилловской — Быковская. Подгорная, 1959). В верхнем мелу они составляют 20% от общей мощности кислых вулканических пород, превышающей 2000 м. В палеогене же, наряду с игнимбридами, наблюдаются и дацитовые туфолавы, отмечавшиеся в Ольгинском районе М. А. Фаворской. От общей мощности кислых и средних вулканических пород палеогена в 2600 м игнимбриды составляют 10, а туфолавы 20%. По сравнению с туфолавами игнимбриды палеогена занимают меньше площади и встречаются в виде неправильной формы пятен и покровов. Отсутствие центральных эруптивных аппаратов, подводящих каналов игнимбридов, их однородность и площадное распространение с весьма пологим залеганием свидетельствуют о трещинном характере извержения этих пород.

Туфолавы дацитов, составляющие значительную часть сияновской свиты палеогена Южного Сихотэ-Алиня (Быковская, Подгорная 1959), занимают обширную площадь и дислоцированы совместно с другими вулканическими породами этой свиты. Кроме потоков, дацитовые туфолавы на побережье Японского моря, к югу от залива Владимира, образуют неки и дайки, тяготеющие к Восточно-Сихотэ-Алинскому глубинному разлому.

Микроскопически и игнимбриды и туфолавы отличаются от таковых Камчатки наличием среди обломков заметного количества кварца, а в игнимбридах — и калиевого полевого шпата наряду с повсеместно присутствующим плагиоклазом (олигоклазом-андезином). Особое внимание обращает на себя отсутствие пемз.

По химическому составу игнимбриды этой зоны отвечают кварцевым порфирам и липаритам и отличаются от них несколько пониженным содержанием щелочных алюмосиликатов и пересыщенностью глиноземом. Туфолавы же соответствуют дацитам.

В Хингано-Баджальской вулканической зоне накопление геосинклинального типа осадков с незначительным количеством вулканогенных пород среднего состава закончилось в юре. Основные проявления вулканизма, давшие наряду с другими вулканическими породами и игнимбри-ты, фиксируются в меловое время. Так же, как и в Сихотэ-Алине, вулканическая деятельность носит ритмичный характер. Ритмичность проявляется в трехкратной смене основных и средних эффузивов кислыми (за исключением М. Хингана).

Игнимбри-ты и здесь приурочены к кислым вулканическим породам, извергавшимся в конце ритмов.

Игнимбри-ты составляют 15% от общей мощности кислых вулканических пород в 1850 м и отмечаются в следующих толщах кислых эффузивов. В нижнемеловой осадочно-вулканогенной толще кислого состава игнимбри-ты встречаются в виде 3—4 хорошо выдержанных по простиранию горизонтов, прослеживающихся, например, в верховье р. Баджал на площади 200 км². Мощность горизонтов колеблется от 20 до 60—80 м. Обращает на себя внимание приуроченность игнимбри-тов к начальной фазе вулканических извержений, возобновлявшихся после некоторого затишья, что подтверждается повсеместным залеганием их на осадочно-туфогенных пачках.

Далее вверх по разрезу кислых вулканогенных пород этой зоны следует преимущественно лавовая толща кварцевых порфиров, тесно ассоциирующая с субвулканическими кислыми интрузиями. Игнимбри-ты в этой толще отсутствуют. Вновь появляются они лишь в верхнемеловой липаритовой толще, в основании которой залегают вулканомиктовые породы и туффи-ты.

Макроскопически в игнимбри-тах дацитовых порфиров различаются обломки кварца, олигоклаза, изредка роговой обманки, в игнимбри-тах плагиолипаритов присутствует, наряду с ними, санидиновидный анортотлаз.

Химический анализ игнимбри-тов Баджальского хребта подтвердил правильность микроскопического определения их как игнимбри-тов дацитовых порфиров для нижнемеловых толщ и плагиолипаритов—для верхнемеловых. По сравнению со средним типом аналогичных пород, по Дэли, описываемые игнимбри-ты, подобно сихотэ-алинским, отличаются меньшим содержанием щелочных алюмосиликатов.

Подводя итоги всему сказанному, мы видим, что в направлении с востока на запад от современных геосинклинальных систем (островных дуг) через дуги, прошедшие все стадии геосинклинального развития (Внутренняя вулканическая дуга Камчатки) к вулканическим зонам Дальнего Востока, представляющим собой наложенные вулканические пояса, значение игнимбри-тов в мезо-кайнозойском вулканическом разрезе увеличивается. Суммарные мощности игнимбри-тов представляют собой как бы клин, обращенный в сторону Тихого океана и сходящий на нет в зоне активного вулканизма островных дуг. Нижняя возрастная граница появления игнимбри-тов является скользящей и достаточно четко определяет смену геосинклинального режима вулканизма полуплатформенным. Действительно, геосинклинальное развитие закончилось в Хингано-Баджальской зоне в юрское время, в Восточно-Сихотэ-Алиньской — в конце позднего мела, а на Камчатке — в конце неогена.

Напрашивается вывод о связи игнимбри-тов с определенной стадией геологического развития вулканической области, когда в достаточно жестком складчатом фундаменте разломы еще не проникали в подкоровое вещество, а приводили к извержению кислой магмы из очагов, находящихся в пределах коры. В связи с этим интересны данные о том, что игнимбри-ты в Хингано-Баджальской зоне чередуются с эффузивно-интруз-

зивными комплексами того же состава, что и игнимбриты. В этих комплексах наблюдаются постепенные переходы от интрузивных пород к субвулканическим и излившимся. Это является свидетельством относительно неглубокого залегания магматических очагов, которые в определенных условиях (давление летучих, глубина залегания, трещиноватость) опорожнялись при взрывах с образованием игнимбритов, а в других условиях — при спокойном излиянии лавы. Позднее, в платформенную стадию развития, расколы проникали глубже и вызвали во всех указанных зонах излияние однородных оливиновых базальтов. Однако маркируя в общем близкие тектонические условия перехода от геосинклинального режима к платформенному, игнимбриты обнаруживают различия, связанные с их положением в пространстве.

Так, масштабы проявления, состав и степень спекания игнимбритов вулканических поясов и вулканических дуг Камчатского типа различны. В первых игнимбриты образуют широкие поля, обнаруживают высокую степень сваривания, что, в частности, выражается в наличии витрофировых разновидностей игнимбритов и отсутствии пемз, и относятся по составу к липаритам, реже — дацитам с многочисленными фенокристаллами кварца и значительно пересыщены глиноземом.

Во вторых зонах игнимбриты количественно подчинены пемзам, занимают менее широкие площади и связаны с экструзиями. По составу игнимбриты и пемза принадлежат в большей части к андезито-дацитам и в меньшей степени — к липарито-дацитам, обычно не содержащим кварца и относящимся к породам известково-щелочного ряда.

Эти различия теснейшим образом связаны с физико-химическими условиями образования игнимбритов (давлением, температурой, составом магмы), которые в конечном счете зависят от состава и строения земной коры. В частности, можно думать, что энергия вулканических процессов в вулканических поясах была больше, чем в районах островных дуг. Подтверждением этому могут служить не только степень раздробления и сваривания материала, но и опыты Мактаггарта (McTaggart, 1960), показавшим, что расстояние, на которое распространяется раскаленный песок, непосредственно зависит от температуры: чем она выше, тем расстояние больше.

Следовательно, большие площади распространения игнимбритов могут быть в какой-то мере связаны и с большей их температурой в момент извержения.

Предложенная схема лишь в самых общих чертах намечает некоторые особенности игнимбритов, представляющих собой особую фацию полуплатформенной вулканогенной формации и, несомненно, нуждается в дальнейшей разработке и уточнении.

ЛИТЕРАТУРА

- Б е л я н к и н Д. С. К характеристике брекчиевидных и полосчатых лав вулкана Эльбруса.— Докл. АН СССР, 1938, 21, № 5.
- Б е л я н к и н Д. С. К вопросу о туфовых лавах Армении.— Изв. АН СССР, серия геол., 1952, № 3.
- Б ы к о в с к а я Е. В. и П о д г о р н а я Н. С. Стратиграфия и петрология верхнемеловых и третичных вулканогенных образований Ольга-Тетюхинского района.— Информ. сб. ВСЕГЕИ, № 17, 1959.
- В а с и л ь к о в с к и й Н. П. К проблеме островных дуг. — Материалы к 1-й Всесоюз. конф. по геол. и металлогении Тихоокеанского рудного пояса, вып. 1, Владивосток, 1960.
- В л а с о в Г. М. Прихотские складчатые области (Сахалин, Курильские о-ва, Камчатка и Корякское нагорье). Геол. строение СССР, 1958, т. 3.
- Л е б е д е в П. И. К вопросу о природе туфовых лав вулкана Алагез.— Изв. АН СССР, серия геол., 1947, № В.

- Левинсон-Лессинг Ф. Ю.— Армянское вулканическое нагорье.— Природа, 1928, № 5.
- Мархинин Е. К. К истории развития вулканизма на Курильских островах.— Докл. ДАН СССР, 1958, 118, № 2.
- Фаворская М. А. Третичные туфолавы Южного Приморья.— Изв. АН СССР, серия геол., 1949, № 5.
- Coats R. R. Volcanic activity in the Aleutian arc— US Geol. Surv. Bull., 974-B, 1950.
- Grange L. Y. Ryolite sheet flows of the North Island. New Zealand. New Zeal. J. Sci. a. Techn., 16, N 2, 1934.
- Mc Taggart K. C. The mobility of nuees ardentes.— Amer. J. Sci. v. 258, N 5, 1960.
- Marshall P. Notes on some volcanic rocks of the North Island of New Zealand.— N. Z. J. Sci. a. Technol., v. 13, N 4, 1932.