

Пирокластические отложения и механизм эксплозивного извержения 2019 г. вулкана Райкоке (Курильские острова)

А.Б. Белоусов, М.Г. Белоусова

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006; e-mail: belousov@mail.ru

В июне 2019 г. на острове-вулкане Райкоке произошло короткое, но сильное эксплозивное извержение [2, 4], имевшее субплинианский характер. Фреатомагматический механизм извержения обеспечивался взаимодействием андезибазальтовой магмы с подземными водами, которые были представлены морской водой, просачивавшейся через проницаемые породы острова-вулкана. В процессе извержения образовались многочисленные пирокластические потоки.

Отложения извержения 2019 г.

Разрезы пирокластических отложений извержения 2019 г. острова-вулкана Райкоке (рис. 1) изучены в небольших (высотой 3-8 м) береговых обрывах конусов выноса пирокластических потоков. Толщина отложений в конусах выноса достигает 10-15 м. К моменту изучения в июле 2020 г. отложения уже полностью остыли, термальных площадок не наблюдалось. В изученных обрывах видно, что конусы выноса состоят из слоев многочисленных (3-5) порций пирокластических потоков, каждый из которых имеет толщину 1-3 м (рис. 2а).



Рис. 1. Общий вид острова Райкоке после извержения. Фото Н.Н. Павлова, 8 сентября 2019 г.

Границы между порциями потоков достаточно хорошо выдержаны по простиранию в пределах одного обнажения, но контакты между ними не резкие, а часто постепенные и плохо различимые, что говорит о том, что их отложение происходило в быстрой последовательности, без значительных перерывов во времени. Отдельные порции потоков различаются, в основном, только концентрацией и, в меньшей степени, размерностью входящего в их состав грубообломочного материала (рис. 2б). Отложения пирокластических потоков представлены плохо сортированным (коэффициент сортировки Инмана [5] 2-3 фи) гравийно-песчаным материалом розовато-серого цвета, с небольшой примесью более крупных обломков пород поперечником до 10-20 см, иногда до 50 см. Содержание гравийной фракции составляет 35-70%, песчаной 30-60% (рис. 3). Материал отложений заметно уплотнен, но не сцементирован, и легко копается лопатой. Признаков интенсивной дегазации отложений потоков в виде трубок фумарол не найдено, хотя на фотографиях,

сделанных сразу после извержения Н.Н. Павловым, на поверхности еще горячих потоков видны немногочисленные выходы пара.



Рис. 2. Пирокластические отложения извержения вулкана Райкоке в июне 2019 г. (а) Разрез конуса выноса отложений пирокластических потоков, состоящий из 3 слоёв-порций, образовавшихся в результате коллапса эруптивной колонны фреатомагматического субплинианского извержения 2019 г. (б) Контакт двух порций пирокластических потоков, различающихся концентрацией и размерностью грубообломочного материала. (в) Лапилли и бомбы шлаковидного андезибазальта магматической плинианской стадии извержения. Фото А.Б. Белоусова.

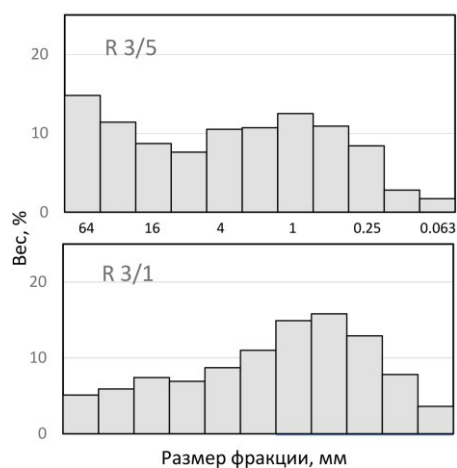


Рис. 3. Гистограммы гранулометрического состава двух порций пирокластического потока (3/1 – нижняя, 3/5 – верхняя).

Обломочный материал потоков имеет разнородный петрографический состав. Обломки пород в основном плотные, угловатые и в целом имеют резургентный (неювенильный) облик. Некоторые из них окислены и гидротермально изменены. Часть этого обломочного материала была выброшена извержением, а часть эродирована пирокластическими потоками со склонов вулкана. Внимательный визуальный осмотр позволил выделить три группы пород, которые претендуют на роль ювенильного материала: темно-серые шлаковидные, розовато-серые шлаковидные и светло-серые пемзовидные андезибазальты; для всех них были получены анализы химического состава. Плотность ювенильного материала составляет 1.63-1.81 г/см³, вспененность – 33-40%. Кроме указанных, в пирокластических потоках встречены округлые обломки большой плотности разнообразных оливинсодержащих крупнокристаллических пород типа кумулатов/алливалитов размером до 5-10 см.

Вне пределов конусов выноса, непосредственно на склонах вулкана, пирокластический покров последнего извержения или очень тонок (не более 20-30 см), или вообще отсутствует, а почва содрана и выровнена пирокластическими потоками. Остатки корневых частей растений на эродированной почве не имеют явных признаков обугливания, это означает, что температура пирокластических потоков была не очень высокой, вероятно, не более 200-300 °С. На поверхности отложений пирокластических потоков в нескольких местах были встречены участки, покрытые отложениями,

которые напоминали грубую тефру плинианского извержения: рыхлый, лишенный мелкозернистого заполнителя, сыпучий наброс лапилли (размером 2-5 см) и бомб (размером до 20-30 см) темно-серого шлаковидного андезибазальта (рис. 2в).

Реконструкция динамики и механизма извержения

Сопоставление хронологии развития процесса извержения [2, 4] с характеристиками изученных пирокластических отложений позволяет сделать следующие выводы об извержении 2019 г. Извержение началось внезапно и сразу приобрело сильный взрывной характер. О быстром подъеме магмы из очага свидетельствует наличие в отложениях пирокластических потоков крупных обломков кумулатов большой плотности, что характерно для сильных взрывных извержений.

Начальная стадия извержения (стадия отдельных вулканических взрывов по [2] с 18:00 до 22:30 UTC 21 июня 2019 г.) имела фреатомагматический субплинианский характер. Пульсирующая колонна извержения высотой до 10 км была перегружена мелкозернистой пирокластикой и часто коллапсировала с образованием многочисленных небольших пирокластических потоков, которые двигались радиально от кратера по всем склонам вулкана к морскому побережью и уходили на некоторое расстояние в море. Наибольший объем потоков спускался по имеющимся неглубоким эрозионным рывинам (барранкосам) на склонах вулкана, в устьях которых сформировались достаточно крупные конусы выноса пирокластики.

В процессе извержения приток подземных вод, контактировавших с магмой, уменьшился (или прекратился), и на короткое время (3.5 часа) произошел переход к магматическому механизму фрагментации магмы, в результате чего высота эруптивной колонны увеличилась до 13 км. На этой стадии извержения был отложен верхний прерывистый слой грубой тефры и бомб шлаковидного андезибазальта (плинианская стадия по [2] с 22:30 до 2:00 UTC 21-22 июня 2019 г.).

После завершения интенсивной взрывной деятельности в кратере в течение нескольких дней происходила слабая взрывная, возможно, фреатомагматическая деятельность с выносом небольших облаков тонкого пепла. О фреатомагматическом характере большей части этого извержения свидетельствуют относительно мелкозернистый гранулометрический состав выброшенной пирокластики, невысокая температура и слабая газонасыщенность отложений пирокластических потоков, а также большая концентрация резургентных обломков в отложениях и относительно низкая степень вспененности ювенильного материала.

Объем материала извержения 2019 г., отложившегося на острове, новообразованной суше и в море (под водой непосредственно вблизи острова) составил около 0.06 км^3 , а с тефрой дальнего разноса – около 0.1 км^3 . По выброшенному объему пирокластики и максимальной высоте эруптивной колонны (13 км) сила извержения по шкале VEI соответствует 4, что ставит это извержение в один ряд с эруптивными событиями Райкоке 1778 г. и 1924 г., которые также классифицированы как VEI 4 [2]. Так же как и прошлые исторические извержения [1], извержение 2019 г. началось внезапно и характеризовалось высокой взрывностью, что связано с фреатомагматическим механизмом фрагментации поднимающейся магмы при контакте с подземными водами. Можно предположить, что эти подземные воды были представлены морской водой, просочившейся извне в постройку острова-вулкана. Это предположение основано на том, что после извержения морская вода быстро проникла в углубившийся кратер вулкана, образовав кратерное озеро [3]. Такой механизм, по видимому, был характерен для взрывных извержений вулкана Райкоке в 1750-1760, 1778 и 1924 гг. и, весьма вероятно, будет повторяться в будущем. Вместе с тем, в строении конуса вулкана большую роль играют лавовые потоки типа «аа», которые, вероятно, изливались, когда доступ/приток подземных/морских вод к магматическому каналу Райкоке был ограничен. Возвращение вулкана к преимущественно эффузивному

стилю активности возможно в случае изменения гидрогеологической ситуации в его постройке.

Благодарности

Наши работы на острове Райкоке происходили в 2016 и 2020 гг. в рамках проектов РФФ: № 15-17-200011 и № 20-17-00016. Благодарим за фото и видео острова Райкоке, а также за данные своих наблюдений Н.Н. Павлова. Особую благодарность выражаем Е.Г. Калачевой за организацию работ на острове Райкоке в 2016 и 2020 гг. и командам судов “Афина” (2016 г.) и “Ашура” (2020 г.) за доставку на остров.

Список литературы

1. *Горшков Г.С.* Вулканизм Курильской островной дуги // М.: Наука, 1967. 288 с.
2. *Дегтерев А.В., Чибисова М.В.* Извержение вулкана Райкоке в июне 2019 г. (о. Райкоке, центральные Курильские острова) // Геосистемы переходных зон. 2019. Вып. 3. № 3. С. 304-309.
3. *Мельников Д.В., Ушаков С.В., Гирина О.А. и др.* Формирование новых озер в активной воронке Мутновского вулкана и кратере вулкана Райкоке // Вулканизм и связанные с ним процессы. Материалы XXIII научной конференции, посвященной Дню вулканолога. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2020. С. 42-44.
4. *Фирстов П.П., Попов О.Е., Лобачева М.А. и др.* Волновые возмущения в атмосфере, сопровождавшие извержение вулкана Райкоке (Курильские острова) 21-22 июня 2019 г. // Геосистемы переходных зон. 2020. Т. 4. № 1. С. 71-81.
5. *Inman D.L.* Measures for describing the size distribution of sediments // Journal of Sedimentary Research. 1952. V. 22. P. 125-145.