

Введение

Извержения с различными типами активности и интенсивностью сопровождаются большим разнообразием физических процессов, в результате которых возникают в атмосфере волновые возмущения широкого диапазона частот - от 1500 до 0,001 Гц. Все акустические волновые возмущения в атмосфере, возникающие во время излияния лавы на дневную поверхность, её дегазации, выноса раскаленного пирокластического материала в атмосферу, объединяются автором в «акустику вулкана». В широком диапазоне частот в «акустике вулкана» особое место в ближней зоне регистрации занимают акустические сигналы (АС) с частотой $f = 0,5 \div 10$ Гц, которые возникают во время дегазации магмы при ее излиянии на поверхность Земли и несут информацию о динамике извержения. Изучение АС этого диапазона частот представляет большой интерес как с точки зрения понимания физики взрывного процесса, так и для разработки методики мониторинга вулканической активности. Исследования автора были начаты около тридцати лет назад, когда не было четких представлений о физической природе, об особенностях генерации и распространения АС в ближней зоне. Извержение вулкана – уникальное, редкое природное событие, поэтому информация о каждом извержении представляет большую научную ценность. За тридцатилетний период автором были изучены АС от многих извержений вулканов Камчатки, и обобщающая работа является весьма кстати для дальнейшего развития направления «акустика вулкана».

Экспериментальное изучение АС, возникающих во время извержений вулканов, до 70^х годов XX столетия носили фрагментарный и сугубо качественный характер, что было связано с малой разрешающей способностью регистрации АС как по времени, так и по чувствительности. С целью изучения разнообразия форм импульсов АС, особенностей их генерации и распространения автором ставилась задача их регистрации в непосредственной близости от извергающихся вулканов с чувствительностью не хуже $S = 0,1$ мВ/Па и разрешающей способностью по времени не менее 0,1 секунды. Основной задачей работы было изучение взрывного процесса с использованием дистанционного метода наблюдений – регистрацией акустических сигналов, что позволяло выйти на мониторинг взрывного процесса и сделать оценки некоторых параметров вулканических извержений с позиции физики взрыва.

Впервые в мировой практике вулканологических исследований дана классификация акустических сигналов, возникающих во время истечения вулканического материала на поверхность Земли, в зависимости от их физической природы. Показано, что во время выноса вулканического материала возникают АС диапазона 0,5÷10 Гц, которые можно отнести к классу слабых воздушных ударных волн (ВУВ). Причем АС генерируются с характерным временем длительности, контролируемым диаметром кратера вулкана. Показаны особенности генерации АС, которые выражены в их квазипериодическом появлении со скважностью 0,8÷4

секунды. Впервые на основании экспериментальных данных рассмотрены особенности распространения звукового импульса из вершины вулкана Ключевского в ближней зоне (до 15 км) в зависимости от стратификации атмосферы. Установлено, что при определенных геометрических размерах жерла вулкана, на дне которого происходят эксплозии, возникают нелинейные колебания. На основании регистрации акустического излучения для трех вулканических извержений стромболианского типа показана возможность оценки количества эксплозивного газа.

В основу работы положен анализ экспериментальных данных, полученных автором работы на действующих вулканах полуострова Камчатка. Более 25 лет под руководством и при непосредственном участии автора организовывались экспедиции для создания выносных пунктов с целью регистрации АС вблизи всех вулканов Камчатки, которые находились в стадии извержения.

Автор выражает искреннюю благодарность и признательность всем, кто рядом с ним работал в экстремальных условиях вблизи извергающихся вулканов. Автор всегда ощущал поддержку коллег, с которыми ему приходилось ставить лагерь, разворачивать системы наблюдений и любоваться неповторимой феерией извергающихся вулканов. Автор отдает дань уважения и признательности своему первому учителю и наставнику П.И. Токареву. Все годы работы на Камчатке автор всегда мог положиться на помощь и внимание друга и коллеги В.А. Широкова, длительные дискуссии с которым были весьма полезны для понимания многих проблем вулканологии. На многих извержениях работы проводились совместно с А.В. Сторчеусом, которому автор признателен за помощь при проведении полевых работ, в процессе которых частые дискуссии способствовали лучшему пониманию физики эксплозивного процесса. Полезные советы и ценные критические замечания на различных этапах работы автор получил от М.А. Алидибирова, В.И. Горельчик, Н.М. Кравченко, А.П. Максимова, В.Х. Пергамента, Ю.Б. Слезина, Б.А. Трубникова, Ю.А. Филиппова, И.П. Чунчузова. Особую благодарность и признательность автор выражает научному руководителю работы академику РАН, профессору Виталию Васильевичу Адушкину. Многолетнее общение с ним и его поддержка во многом способствовали развитию направления «акустика вулкана» в российской вулканологии. Особую признательность выражаю моей жене Е.Н. Дубининой за постоянную моральную поддержку во время работы над этой книгой.