

## ВВЕДЕНИЕ

Андезитовым вулканам уделяется особое внимание в связи с внезапностью и катастрофическими масштабами их эксплозивных извержений, при которых в короткое время - в несколько дней, а иногда и часов - на поверхность земли поступают огромные массы ювенильного и резургентного материала. Например, при извержении вулкана Безымянный в 1956 г. было выброшено около 3 км<sup>3</sup>. пирокластического материала, на Шивелуче в 1964 г. - 1.5 км<sup>3</sup>, на Катмаи в 1912 г. - 21 км<sup>3</sup> и т.д. Хотя андезитовых вулканов на планете меньше, чем базальтовых, в 20-м веке продуктивность андезитового вулканизма в 3 раза превысила таковую базальтового. На Камчатке из 29 действующих вулканов 13 - андезитовые. Хорошо известны мощные толщи пирокластических отложений в районах вулканов Шивелуч, Безымянный, Кизимен и др.

Наблюдать катастрофические эксплозивные извержения андезитовых вулканов вулканологам удается чрезвычайно редко, если же это случается, то ученые получают достоверную информацию о последовательности формирования пирокластических отложений вулкана. Чаще всего исследователи имеют дело лишь с многометровыми толщами пироклаستيки, тем более, когда изучаются голоценовые или более древние образования. Сопоставление наблюдений хода извержения вулкана и полевых исследований пирокластических отложений, сформированных в ходе этого извержения, помогает разобраться в толщах пироклаستيки, выделить в них различные типы.

В настоящее время в результате многочисленных визуальных, теоретических и экспериментальных работ появились генетические классификации пирокластических образований, в которых все многообразие пироклаستيки сводится в целом к следующим главным типам отложений: 1- направленных взрывов, 2- пирокластических потоков, 3- пирокластических волн, 4- пепловых облаков пирокластических потоков, 5-тефры.

Автору посчастливилось наблюдать извержение вулкана Безымянный в 1984 г. и изучать его пирокластические отложения спустя 2 дня после окончания этого извержения, в дальнейшем - продукты еще 3-х извержений этого вулкана (в 1985, 1986, 1989 гг.) спустя менее 12 дней после окончания кульминационных фаз этих извержений. Так как исследования пирокластических отложений проводились фактически сразу после их формирования (структурный облик образований не успел измениться и стереться под действием экзогенных факторов), диагностика различных типов пироклаستيки имела и имеет высокую степень достоверности.

Качественные характеристики (распространение, условия залегания, структурно-текстурные особенности пироклаستيки) большинства типов отложений в основном были известны [2, 4, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 28-34, 36-40, 43-

45, 47, 61, 62, 64, 65, 72, 73, 76, 82, 102, 106, 113-148], требовалось лишь упорядочить их для катастрофических и некатастрофических извержений камчатских вулканов. Количественные показатели (данные химического, минерального, гранулометрического составов, физических и физико-механических свойств) отложений отдельных типов пироклаستيку были определены впервые. Кроме изучения пирокластических образований в массиве, в лабораторных условиях наибольшее внимание автора было обращено на "заполнитель отложений" разных типов пироклаستيку (частицы размером менее 2 мм), так как он составляет "весьма значительную массу породы любого из генетических типов пород" [64, стр. 17]. Также на сканирующем электронном микроскопе Кафедры инженерной геологии и охраны геологической среды Геологического факультета МГУ впервые было изучено микростроение образцов ненарушенного сложения некоторых генетических типов пироклаستيку.

В процессе комплексного изучения пирокластических отложений новейших извержений вулкана Безымянный были выявлены характерные особенности каждого из генетических типов пироклаستيку этого вулкана. Такими же методами были проанализированы пирокластические образования катастрофических извержений вулканов Безымянный (1956 г.) и Шивелуч (1964 г.), а также древнейших извержений последнего (предоставленных В.В.Пономаревой - ИВГиГ ДВО РАН).

В целом, были изучены и описаны сотни точек опробований пироклаستيку; отобрано более тысячи образцов пирокластических отложений различных генетических типов. Материалы количественного исследования примерно 600 образцов пироклаستيку, многие из которых подверглись комплексному анализу, представлены в этой работе. Кроме этого, были использованы также опубликованные материалы по отложениям этих вулканов.

В результате выполненного исследования наряду с обоснованием подразделения пирокластических образований андезитовых вулканов Камчатки на пять генетических типов (в соответствии с современной генетической классификацией, принятой в мировой вулканологии), дано детальное описание инженерно-геологических особенностей каждого из этих типов пироклаستيку. Найдены не только качественные, но и количественные характеристики, четко отличающие один генетический тип пироклаستيку от других. Выяснено, что применение полученных данных в совокупности с методом актуализма, позволяет с определенной степенью вероятности расшифровывать генезис пирокластических отложений любого возраста, восстанавливать эруптивный механизм их формирования, масштабы эксплозивных извержений вулканов, а также определять вулканопасность территорий, т.к. известно, например, что наиболее опасными являются такие извержения вулканов, при которых возникают пирокластические волны пепловых облаков ("палящие тучи").

Данные по инженерно-геологической характеристике генетических типов пироклаستيку вулканов Камчатки могут быть использованы изыскательскими организациями при составлении проектов детальных исследований территорий,

примыкающих к вулканам; научными учреждениями, рассматривающими вулканогенные отложения в качестве грунтов-аналогов других планет земной группы и т.д. Полученные численные характеристики пирокластических отложений применимы для интерпретации данных дистанционных наблюдений как земных поверхностей, так и лунных, марсианских и других.

Автор благодарит за помощь в исследованиях пирокластических образований Камчатки сотрудников Кафедры Инженерной геологии и охраны геологической среды Геологического факультета МГУ В.М. Ладыгина - впервые познакомившего меня с Камчаткой и всегда безотказно помогавшего в решении разного рода проблем, В.Т. Трофимова - за внимание, помощь и поддержку, оказанные мне при написании этой работы; а также, В.Н. Соколова, Н.А. Румянцеву, П.Э. Роота, В.Н. Широкова, Н. Большакову, О. Дементьеву, В.А. Королева, А.П. Резниченко и других; коллег-вулканологов из Института вулканологии и Института вулканической геологии и геохимии ДВО РАН: в первую очередь Г.Е. Богоявленскую, И.Т. Кирсанова, О.А. Брайцеву и И.В. Мелекесцева, которые познакомили меня с пирокластическими отложениями андезитовых вулканов Камчатки и помогли появиться этой работе на свет; а также Т.П. Кирсанову, В.В. Пономареву, П.П. Фирстова, И.М. Романову, Н.М. Кравченко, А.А. Разину, А.В. Сокоренко и других.