

КОНВЕКТИВНАЯ ГРАВИТАЦИОННАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПИРОКЛАСТИКИ АНДЕЗИТОВЫХ ВУЛКАНОВ

© 2010 г. О. А. Гирина

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН
683006, г. Петропавловск-Камчатский, бульвар Пийна, 9
E-mail: girina@kscnet.ru

Поступила в редакцию 08.04.2010 г.

Рассмотрены основные типы пирокластических пород, формирующихся при эксплозивных извержениях андезитовых вулканов. Показано, что их генезис обусловлен конвективной гравитационной дифференциацией пирокластической массы, движущейся по склону вулкана в процессе извержения.

Ключевые слова: вулкан, эксплозивное извержение, дифференциация пирокластических продуктов.

Андезитовым вулканам уделяется особое внимание в связи с внезапностью и катастрофическими масштабами их эксплозивных извержений, при которых в течение короткого времени (дни–часы) на поверхность земли поступают огромные массы пирокластического материала. Например, при извержении вулкана Катмай (Аляска) в 1912 г. было выброшено около 25 км³ пирокластических продуктов, вулкана Пинатубо (Филиппины) в 1991 г. – около 10 км³, Безымянный (Камчатка) в 1956 г. – около 3 км³ и т.д. Хотя андезитовых вулканов на планете меньше, чем базальтовых, в XX в. продуктивность андезитового вулканизма в 3 раза превысила таковую базальтового.

В результате эксплозивного извержения формируется, как правило, несколько типов пирокластических отложений: пирокластические потоки (pyroclastic flows), пирокластические волны (pyroclastic surges), пеплы облаков пирокластических потоков (ash falls of pyroclastic flows), **тефра (tephra)**. Наиболее распространенными из них являются тефра и пирокластические потоки.

Тефра – наиболее типичный продукт эксплозий всех вулканов, это отложения, формирование которых происходит из нижних частей поднимающейся над кратером вулкана вертикальной эруптивной колонны (вулканические бомбы и лапилли) и из пепловой тучи, трансформированной из этой колонны (вулканические лапилли и пепел) [4, 13]. Распространение и образование отложений тефры описывается теорией эоловой гравитационной дифференциации пирокластики [6–8, 13 и др.].

Пирокластические потоки представляют собой газонасыщенную смесь разноразмерного пирокластического материала, имеющую в основном ламинарное течение, доля обломков в которой значительно превышает газовую составляющую [1, 15]. В настоящее время все многообразие пирокластических потоков, связанное преимущественно с их составом, а также динамикой эруптивного процесса, объедине-

но под общим названием “плотностные пирокластические потоки” (pyroclastic density currents) [10].

Для андезитовых вулканов наиболее характерными являются два вида пирокластических потоков, связанные с разными механизмами образования.

1. При эксплозивном поступлении на поверхность земли ювенильного вещества над вулканом формируется мощная эруптивная колонна. Когда скорость подъема и несущая способность газопепловой струи достигают минимума, происходит коллапс краевых частей колонны и по склонам вулкана низвергаются “ювенильные” *пирокластические потоки*. Движущая сила потоков определяется в основном количеством движения, гравитацией, газонасыщенностью материала и его автоэксплозивностью [11, 13]. Такой механизм образования потоков называется “тип суффриер” [9], по вулкану Суффриер, где он четко проявляется (рис. 1а, в). Отложения потоков несортированы, содержание обломков (частиц размером более 2 мм) в них составляет не более 40–30%, заполнителя, соответственно, 60–70%; глыбы достигают размера 1–1.5 м. Потоки залегают согласно рельефу, протяженность их от кратера в зависимости от масштаба извержения может достигать 20–30 км (рис. 2а). Содержание ювенильного вещества в них бывает до 80%. Поверхность отложений ровная.

2. Другой вид пирокластических потоков связан с ростом экструзивных куполов вулканов. По мере роста купола вулкана (внедрения в его тело все новых порций ювенильного вещества) его отдельные блоки или секторы постепенно становятся неустойчивыми. Поступление очередной порции магмы может привести к обрушению таких блоков или секторов, в результате чего по склону вулкана начинают скатываться пирокластические массы, похожие на лавины. Лавины формируются также в результате обрушения крутых фронтальных частей лавовых потоков, лежащих на склонах купола вулкана. Такой механизм образования пирокластических потоков (кол-

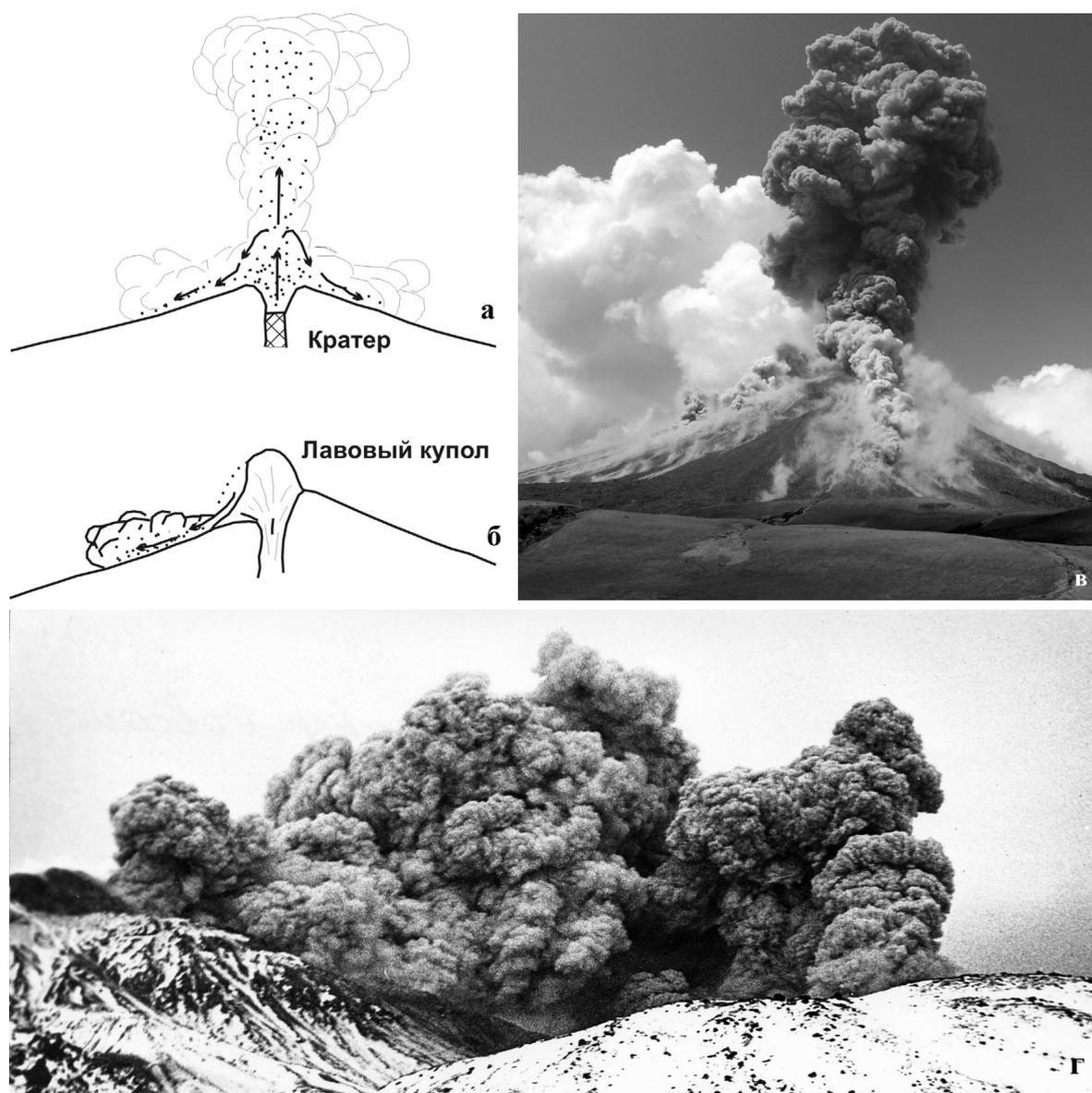


Рис. 1. Механизм образования пирокластических потоков (из [9], с уточнениями).

Коллапс эруптивной колонны (тип суфриер) (а); коллапс экструзивного купола или фронта лавового потока на его склоне (тип марапи) (б); формирование пирокластических потоков: суфриерского типа на вулкане Карымский, фото К. Магуськина (в), марапийского типа на вулкане Безымянный, фото И. Кирсанова (г).

лапс части экструзивного купола или фронта лавового потока на его склоне) получил название “тип марапи”, по вулкану Марапи, о. Ява [9] (рис. 1б, г). Образование потоков формируются преимущественно из лавового и пирокластического материала, слагавшего купол в течение нескольких месяцев или десятков лет, и все это время подвергавшегося преобразованиям под действием процессов метасоматоза, то есть “старению”. Отложения “резургентных” пирокластических потоков несортированы и залегают, согласуясь с рельефом, количество обломков в их составе повышено до 40–50%, размер глыб может достигать 7–10 м (рис. 2б). Такие потоки называют также “пеллово-глыбовыми”. Длина потоков небольшая

– до 10 км. Содержание собственно ювенильного вещества (материала свежей магмы, явившейся причиной обрушения части купола или лавового потока) в них – до первых десятков процентов. На поверхности потоков нередко четко выражены бортовые и фронтальные валы высотой до 10–15 м.

Пирокластические волны представляют собой слабонасыщенные обломочным материалом турбулентные потоки с низким соотношением компонентов: твердая составляющая–газ [12, 14, 15 и др.]. Движущей силой пирокластических волн, как и потоков, является количество движения магмы, автоэксплозивность, а также высокие газонасыщенность и температура материала. Выделяются две



Рис. 2. Отложения пирокластических потоков вулкана Шивелуч.

Ювенильный поток в долине р. Байдарная (извержение 2005 г.), фото автора (а); резургентный – на склоне вулкана (извержение 2004 г.), фото О. Коноваловой (б).

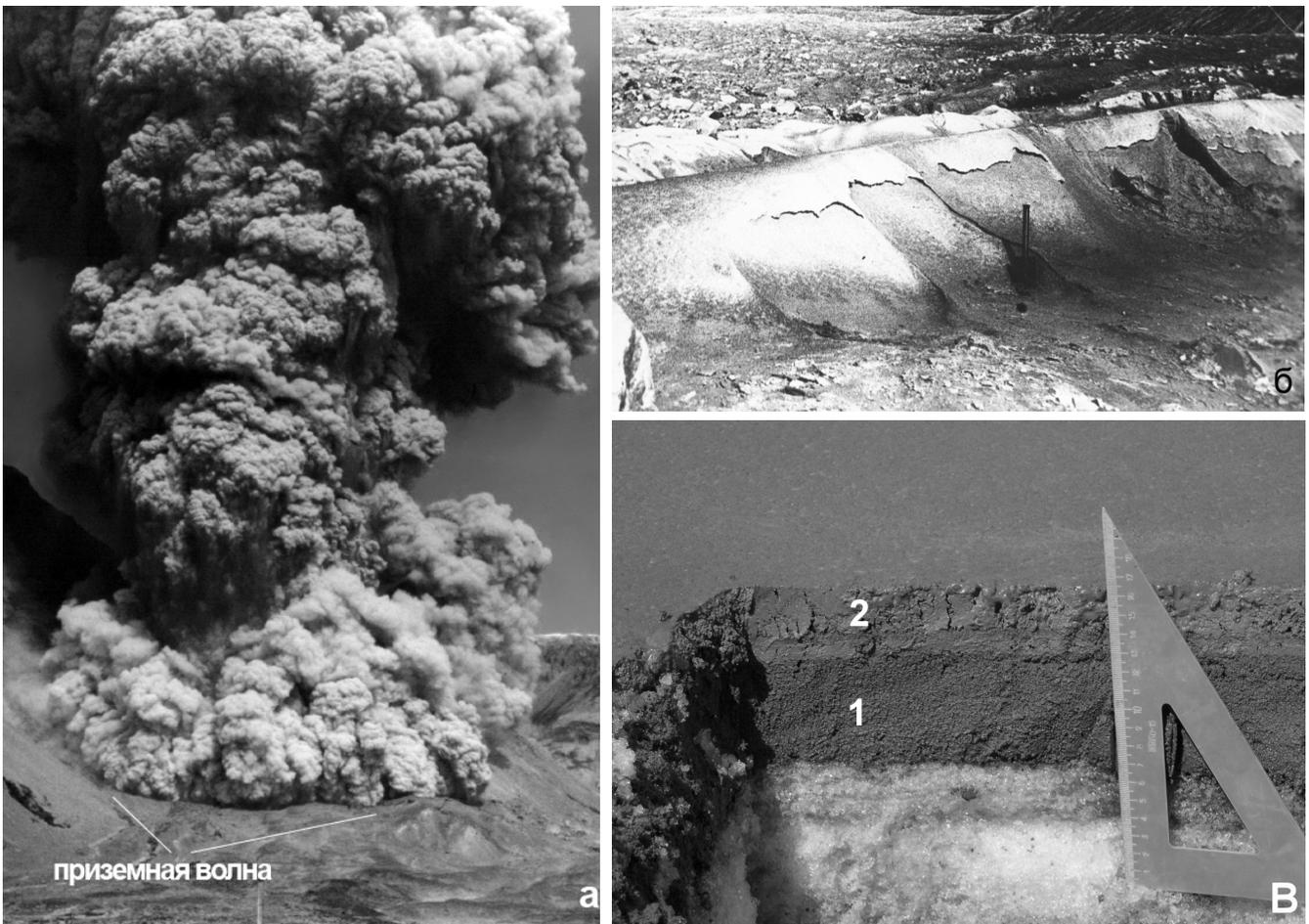


Рис. 3. Пирокластические волны.

Формирование приземной волны при извержении вулкана Шивелуч 13 августа 1986 г., фото А. Малышева (а); дюнный рельеф – отложения волн пепловых облаков извержения вулкана Безымянный в 1985 г., фото автора (б); отложения волны пеплового облака (1) и пеплов облаков пирокластических потоков (2) извержения вулкана Шивелуч в 2004 г., фото автора (в).

основные разновидности пирокластических волн:
1) приземная, 2) волна пеплового облака.

Приземная пирокластическая волна (ground surge), выделенная Р. Спарксом и Г. Уолкером [15],

образуется при обрушении краевых частей эруптивной колонны и по времени опережает пирокластический поток, формирующийся при коллапсе центральной части этой колонны (рис. 3а). Не-

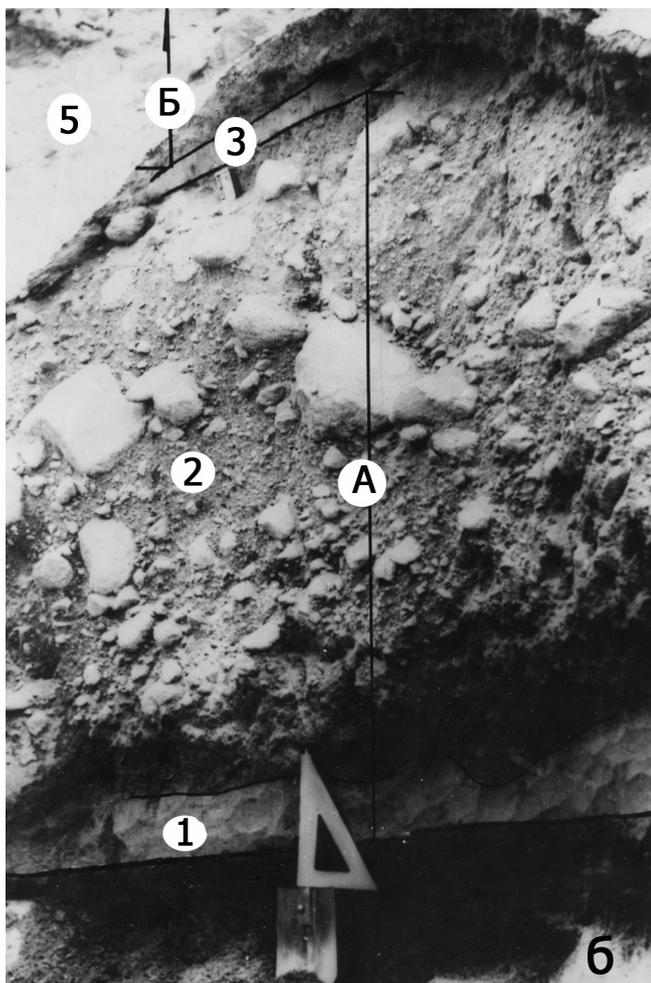
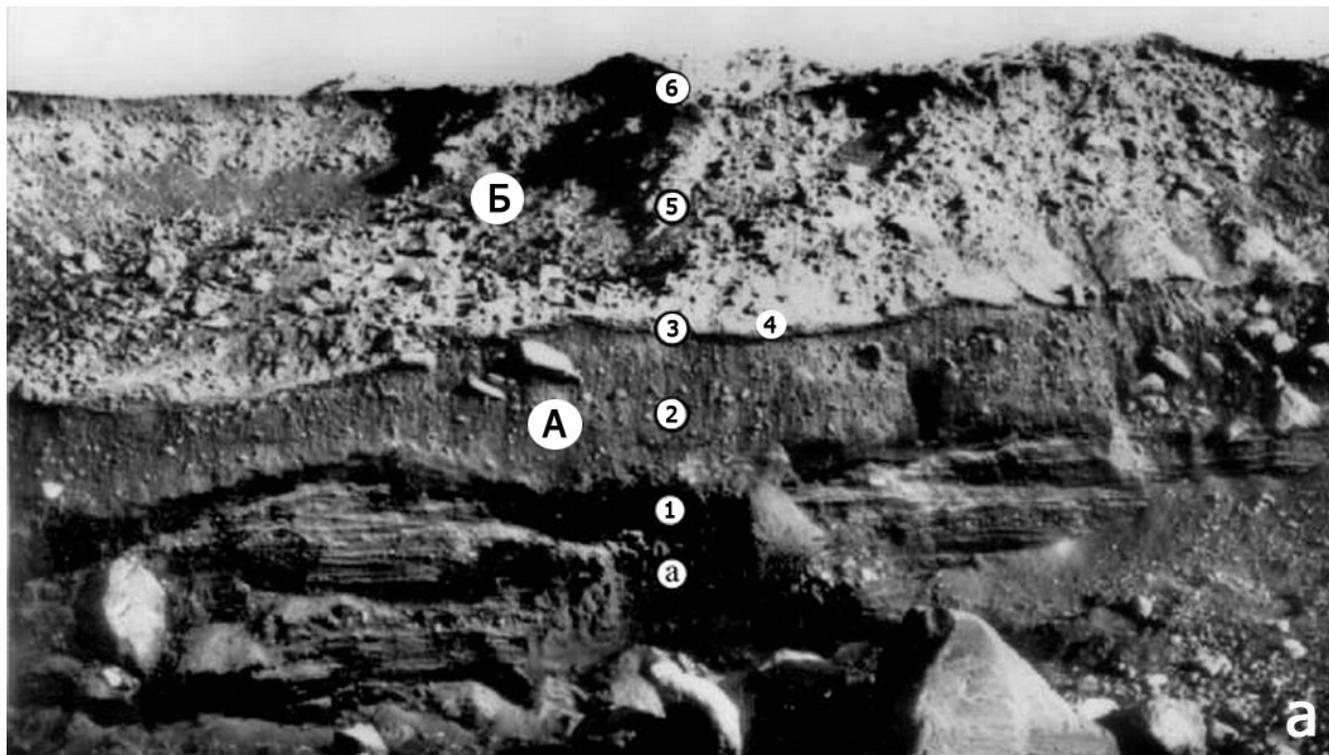


Рис. 4. Разрез пирокластических отложений вулкана Безымянный извержения 1985 г. в руч. Тундровый, в 8 км от кратера, общий (а) и средний (б) планы, фото А. Малышева.

Отложения: 1 – приземной пирокластической волны, генетически связанной с потоком А (средне-крупнозернистые пески зеленоватого оттенка мощностью до 10 см с содержанием 3–4% частиц размером от 2 до 25 мм); 2 – резургентного пирокластического потока А (зеленоватого оттенка мощностью до 1.2 м); 3 – пирокластической волны пеплового облака (мелкозернистые коричневатые пески мощностью 7–10 см с включениями до 20% лапиллей), генетически связанной с первыми порциями пирокластического потока Б; 4 – пеплового облака пирокластического потока (тонкозернистый коричневатый пепел мощностью 1 мм); 5 – ювенильного пирокластического потока Б (коричневатого оттенка мощностью 3–5 м); 6 – пеплового облака пирокластического потока (тонкозернистый коричневатый пепел мощностью 2 см).

которые ученые [16, 17] считают также, что такие волны возникают и в процессе движения пирокластического потока: благодаря захвату воздуха во фронтальных и боковых частях потока происходит сепарация частиц его заполнителя и отложение их в виде песчаного прослоя в основании пирокластического потока (рис. 4). Материал волн состоит из хорошо отсортированных средне-крупнозернистых песков с небольшим количеством обломков размером от 2 до 20–30 мм. Мощность их при извержениях вулканов Безымянный (1985) и Шивелуч (2004–2005) достигала 10–20 см, при извержении Безымянного 1956 г. – 2–3 м. Характерными особенностями этих образо-

ваний является пологоволнистая слоистость и постепенный, без резкой границы, переход в отложения пирокластических потоков.

Понятие “*пирокластическая волна пеплового облака*” (ash cloud surge) ввел Р. Фишер [12]). При движении пирокластического потока над ним на несколько километров в высоту поднимаются пепловые облака. Внутри этих облаков, непосредственно над потоком, формируется турбулентный низкоплотностный высокогазонасыщенный и высокотемпературный “слой”, который распространяется прямолинейно и с высокой скоростью, отрывается от тела потока и движется независимо от него. Этот “слой” и называется “пирокластической волной пеплового облака”. Отложения таких волн, в зависимости от мощности извержения и состава изверженного материала, могут быть грубослоистыми или массивными. Залегают они в виде пятен на отложениях пирокластических потоков и в их боковых и фронтальных частях, а также в виде заплесков на бортах долины, по которой двигалась пирокластическая масса; встречаются в форме дюн и дюнного рельефа, небольших отдельных потоков и протяженных покровов (рис. 3б). Отложения также могут быть обнаружены в основании пирокластических потоков (рис. 4). Мощность их достигала 1–2 м при извержениях вулканов Безымянный (1984–1986) и Шивелуч (2004–2005) и 3–5 м при извержении Безымянного 1956 г.

Пока пирокластический поток движется по склону вулкана, над ним клубится пеплово-парогазовое облако, из которого впоследствии, спустя некоторое время после остановки пирокластического потока, откладываются *пеплы облаков пирокластического потока* (рис. 3в, рис. 4). В отличие от тефры, выбрасываемой из кратера вулкана на высоту 5–20 и более километров, пепловые облака потоков поднимаются на высоту первых километров от поверхности пирокластического потока. Пеплы облаков пирокластических потоков наблюдаются почти повсеместно на поверхности пирокластических потоков, волн и других образований вулкана. Обнаружение в разрезе толщи пирокластики нескольких слоев пеплов облаков потоков указывает на порционность поступления пирокластического материала в процессе эксплозивного извержения вулкана. Мощность пеплов составляет в основном 1–2 см, но при сильных извержениях вулканов может достигать 5 и более сантиметров. На глубине 0.5–1.0 см в их слоях иногда встречаются аккреционные лапилли размером в среднем 0.5 см.

Как показали многочисленные исследования, отложения пирокластических потоков, волн и пепловых облаков генетически связаны между собой и их образование можно описать с помощью **конвективной гравитационной дифференциации пирокластического материала** [3, 4], которая представляет собой процесс разделения пирокластиче-

ской массы, движущейся вниз по склону вулкана, на несколько неравных слоев, благодаря преимущественно конвекции. Из этих слоев впоследствии, в течение и по окончании извержения вулкана, под действием гравитации формируются различные типы пирокластических отложений (рис. 5). Конвективная гравитационная дифференциация пирокластики является неотъемлемой частью общего процесса дифференциации пирокластической массы в течение эксплозивного извержения вулкана. Если эоловая гравитационная дифференциация тефры является “горизонтальной” составляющей этого процесса, то “конвективная” – вертикальной (рис. 6) [3, 4]. Эоловая гравитационная дифференциация тефры в настоящее время достаточно изучена. Суть конвективной гравитационной дифференциации пирокластики в следующем: по поверхности земли движется тяжелое “тело” пирокластического потока, нагруженное глыбами и обломками (слой I, рис. 5). Над ним в результате конвекции (пирокластическая масса в момент движения имеет температуру 600–900°C) и захвата холодного воздуха во время движения образуется слой пеплово-песчаной массы с лапиллями, из которого, впоследствии формируются отложения волны пеплового облака (слой II), еще выше – пепловое облако пирокластического потока (слой III). Наибольшая масса твердых частиц на единицу площади принадлежит потоку (слой I), в котором глыбы и мелкие обломки составляют помимо заполнителя (частицы размером <2 мм) 50–70%; наименьшая – пепловым облакам потока (слой III). Слой II занимает промежуточное положение в разрезе – содержание лапиллей в нем может достигать 20–25%.

В результате изучения мощностей пирокластических отложений различных эксплозивных извержений вулкана Безымянный сразу после эруптивных событий, а также анализа фотографий кульминационных фаз этих извержений, автором было выяснено, что соотношение мощностей трех “слоев” движущейся пирокластической массы примерно следующее: I : II : III = 50 : 100 : 5000 (м) (рис. 5). Мощности же сформировавшихся после извержения отложений на поверхности земли соотносятся так: I : II : III = 5 : 1 : 0.01 (м). В общем случае для андезитовых вулканов эти оценки будут такими: I : II : III = 1 : 2 : 100 (соотношение мощностей трех “слоев” движущейся пирокластической массы, в единицах) и I : II : III как 500 : 100 : 1 (мощности отложений пирокластики, в единицах).

Логично предположить, что если несколько типов отложений сформировались благодаря “вертикальной” дифференциации первичного пирокластического материала, то они должны различаться по многим характеристикам: структурно-текстурным на макро- и микро- уровнях; химическому, минеральному и гранулометрическому составу, физическим свойствам и т.д., но в то же вре-



Рис. 5. Низвержение пирокластической массы на склон вулкана Безымянный при извержении 13 октября 1984 г. Фото В.Н. Нечаева. Описание в тексте.

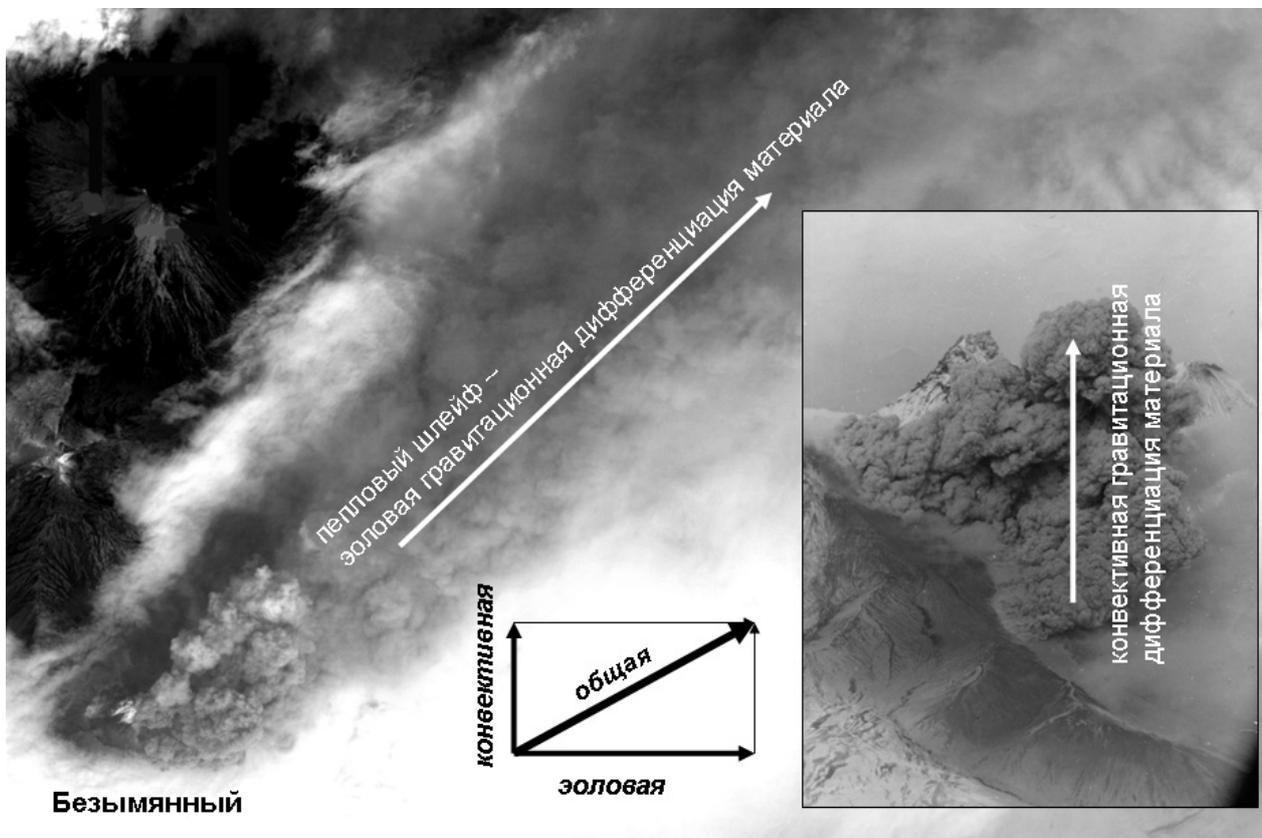


Рис. 6. Соотношение эоловой и конвективной гравитационных дифференциаций пирокластики.

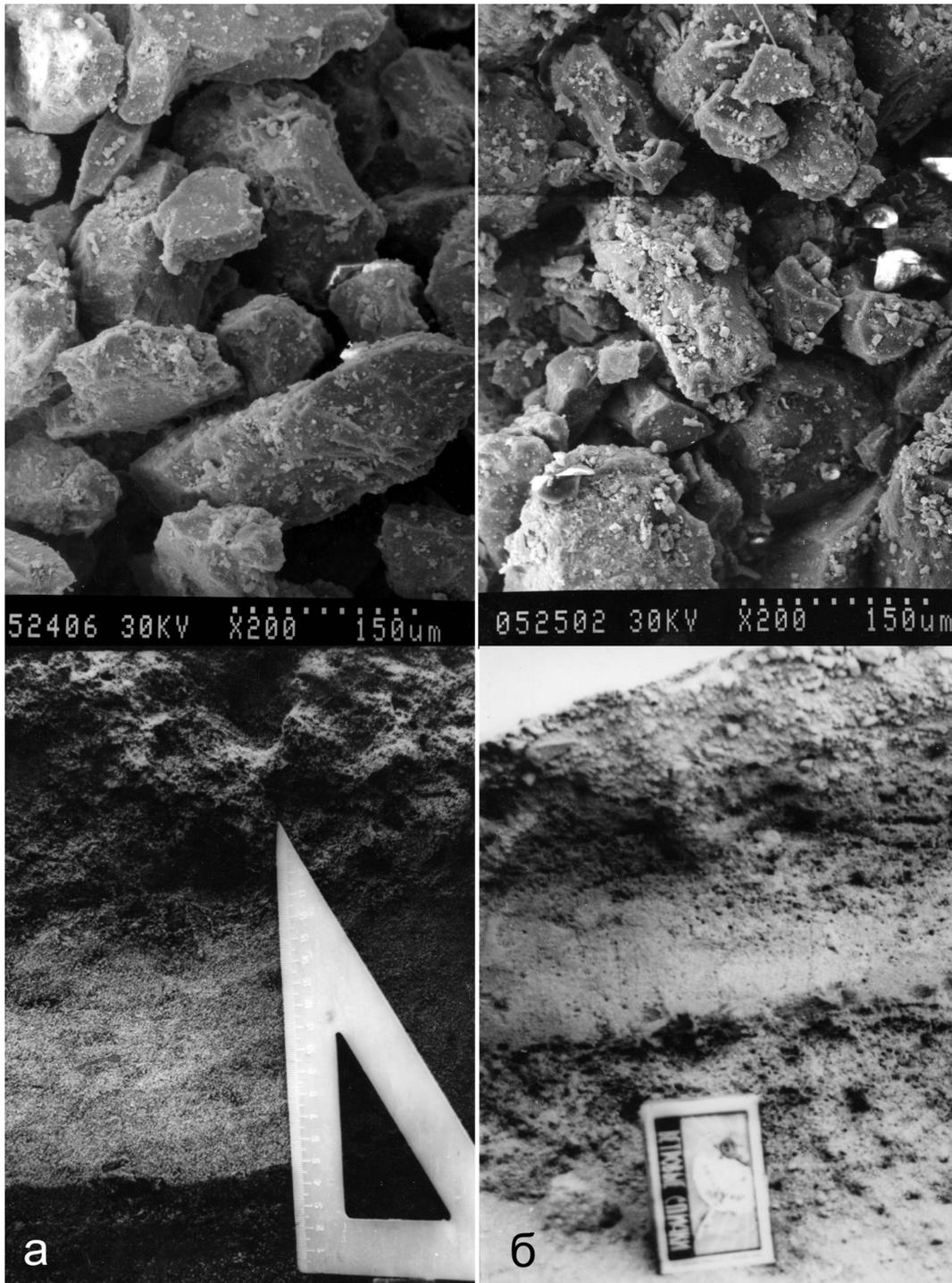


Рис. 7. Отложения пирокластических волн вулкана Безымянный и их микростроение (при увеличении в 200 раз). Отложения волн: приземной (а), пеплового облака (б). Описание на рис. 4 и в работе [3].

мя какие-то особенности отложений должны их связывать.

Как показано выше, хорошо сортированные отложения приземных пирокластических волн подстилают “тело” пирокластического потока и не имеют с ним резкой границы (рис. 4) [3]. Образования пирокластических волн пепловых облаков, как пра-

вило, отделены от толщ другого происхождения слоем тонкого пепла малой мощности (до нескольких миллиметров). Яркий пример различия и сходства отложений двух типов пирокластических волн показан на рис. 7 (в том числе и на микроуровне). В данном случае отложения обоих типов волн лежат в основании толщ пирокластических потоков,

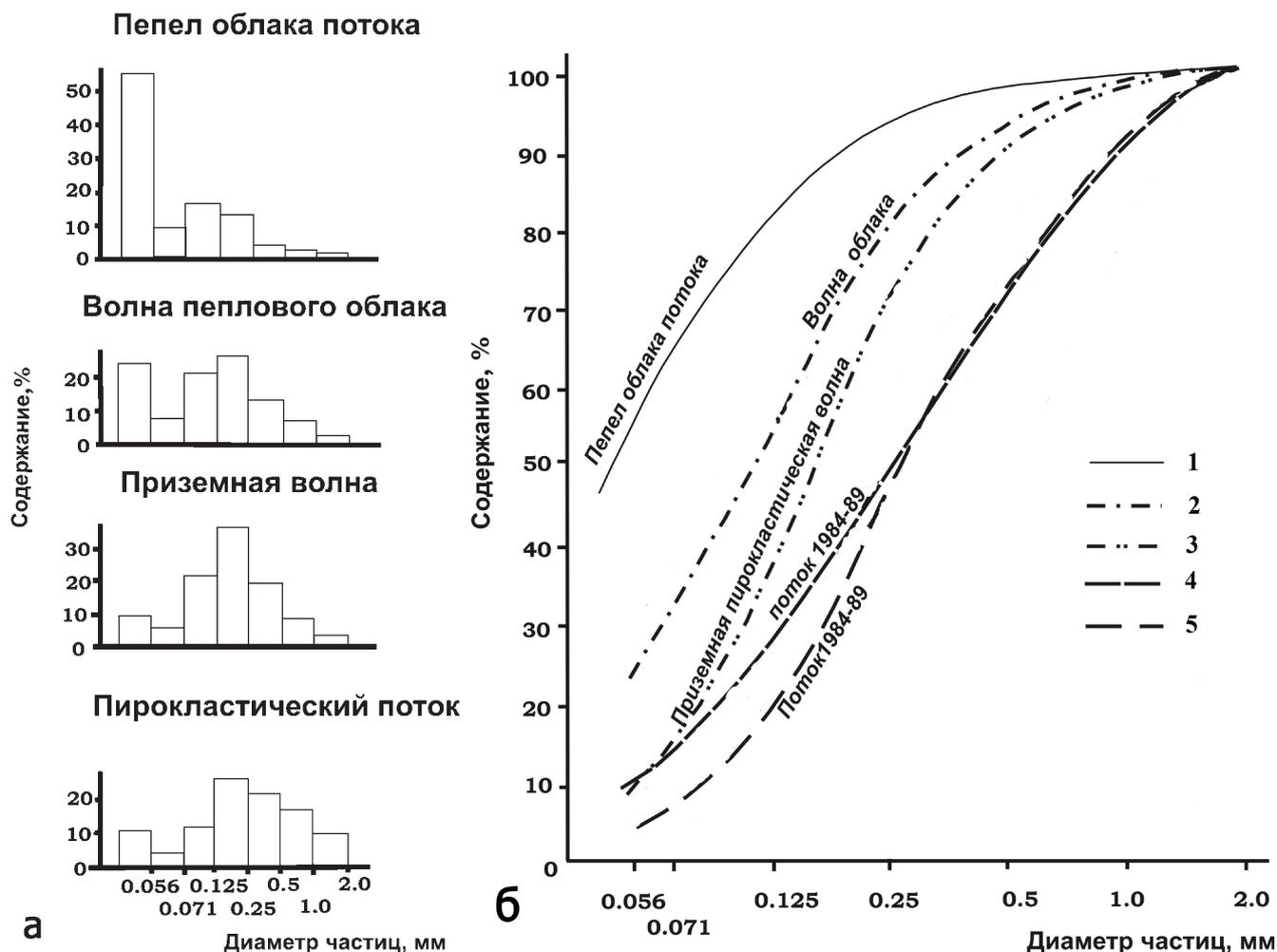


Рис. 8. Гранулометрический состав заполнителей пирокластических отложений вулкана Безымянный извержений 1984–1989 гг. (гистограммы (а) и кумулятивные кривые (б)).

1 – пепловых облаков пирокластических потоков, 2 – волн пепловых облаков, 3 – приземных волн, 4 – резургентных пирокластических потоков, 5 – ювенильных пирокластических потоков. Из [3] с дополнениями.

но однородный, хорошо сортированный среднезернистый песок приземной волны (обломков размером >2 мм в нем может встречаться до 10%, столько же и частиц размером <0.056 мм) постепенно переходит в заполнитель потока (рис. 7а); тогда как несоортированный материал волны пеплового облака (обломков размером >2 мм в нем может содержаться до 25%, частиц размером <0.056 мм – до 35%) отделен от выше- и нижележащих толщ потоков слоями тонкого пепла (рис. 7б), отложившегося из пеплового облака, поднявшегося над пирокластическим потоком во время его движения. Наличие неравномерно распределенного большого количества тонкого пепла и лапиллей в слое, показанном на рис. 7б, подтверждает его генезис – формирование из “пеплового облака”, которое образовалось над пирокластическим потоком в результате конвекции и двигалось в турбулентном режиме. Кроме этого, различие микростроения образцов двух типов волн состоит еще

в том, что отложения пирокластических волн пепловых облаков агрегированы, а приземных – нет, что также подтверждает, что они формировались из “волны пеплового облака” – промежуточного “слоя” между пирокластическим потоком и пепловыми облаками пирокластического потока, которые формируются в результате конвективной гравитационной дифференциации.

Если рассмотреть, например, вариации средних значений содержания кремнезема для каждого из типов пирокластики извержений вулкана Безымянный в 1984–1989 гг., можно увидеть, что наиболее основными являются обломки лавы из пирокластических потоков, к ним близки составы заполнителей пирокластических потоков – 56.72 вес. % SiO₂ (33 образца) и 56.68 вес. % (16), соответственно, далее – заполнители пирокластических волн – 57.18 вес. % (10). Наиболее кислыми являются пеплы облаков потоков – 60.61 вес. % (8) [3]. В целом,

химический состав свежих лав, например, всех изученных извержений вулкана Безымянный достаточно похож и близок составу заполнителей отложений пирокластических потоков [3]. Наиболее кислыми являются отложения пепловых облаков потоков. Заполнители пирокластических волн пепловых облаков по химическому составу занимают промежуточное положение между заполнителями пирокластических потоков и пеплами облаков потоков. Похожее изменение содержания SiO_2 было отмечено для пирокластических отложений вулкана Шивелуч извержения 9 мая 2004 г.: от заполнителей пирокластических потоков – 60.68 вес. % (4 образца) к заполнителям пирокластических волн – 64.58 вес. % (1) и пеплам облаков потоков – 65.15 вес. % (2) [5].

Заполнители пирокластических потоков и волн, пепловых облаков потоков состоят из обломков кристаллов минералов, их сростков, вулканического стекла и обломков андезита. Обобщенный минеральный состав андезитовых лав сопоставим с составом заполнителей пирокластических потоков, но в отложениях пирокластических волн содержится больше плагиоклаза и обломков пород, отложения пепловых облаков потоков состоят, преимущественно, из вулканического стекла [3]. То есть в процессе движения пирокластической массы по склону вулкана внутри облака выше поднимались наиболее легкие минералы (плагиоклаз) и мелкие сильно пористые обломки пород. Вулканическое стекло – наиболее легкое по плотности твердой компоненты, поэтому пепловые облака пирокластического потока состоят преимущественно из этого вещества.

На диаграммах гранулометрического состава, например, пирокластических отложений вулкана Безымянный, ясно наблюдается одна и та же преобладающая фракция у заполнителей пирокластических потоков и приземных волн (рис. 8а). У заполнителей волн пепловых облаков – две фракции – такая же как и у потока и наименьшая, являющаяся преобладающей у отложений пепловых облаков потоков. Четко прослеживается постепенный переход (снизу вверх – от заполнителей потоков к пеплам облаков потоков) к преобладанию наиболее тонкой фракции в отложениях. Следует также отметить, что распределение фракций заполнителей трех типов пирокластики, расположение их кумулятивных кривых на графиках (рис. 8б), а также их гранулометрические статистические коэффициенты неодинаковы. Например, медианные диаметры заполнителей пирокластических потоков, волн и пеплов облаков потоков вулкана Безымянный извержений 1984–1989 гг. имеют значения 0.26 (28 определений), 0.12 (9) и 0.05 (9) мм, средний размер частиц – 0.38 (28), 0.16 (9) и 0.07 (9) мм, соответственно [3]. Медианные диаметры заполнителей пирокластических потоков, волн и пеплов облаков потоков извержения вулкана Шивелуч в 2005 г.

равны, соответственно, 0.25 (3), 0.23 (6) и 0.03 (3) мм, средний размер частиц – 0.40 (3), 0.32 (6) и 0.03 (3)¹. Кумулятивные кривые гранулометрического состава заполнителей пирокластических отложений различных генетических типов имеют разный наклон и занимают определенное место на графиках (рис. 8б). Например, заполнители потоков наиболее крупнозернисты, поэтому их кривые занимают нижнее положение на графике, тонкозернистые пеплы облаков потоков – верхнее, заполнителей волн – промежуточное. Графики гранулометрического состава заполнителей отложений, формирование которых происходило при движении по земле (пирокластические потоки) имеют вид тангенциальных кривых; тех, которые формировались из высоких пепловых облаков (отложения пепловых облаков пирокластических потоков) – пологих парабол или дуг. Кумулятивные кривые состава отложений, сформированных из массы, находящейся в воздухе, но тяготеющей к земле (приземных пирокластических волн и волн пепловых облаков) имеют вид одной ветви параболы иногда с элементом “тангенциальности”. То есть, в гранулометрическом составе отложений ярко отражается, с одной стороны, взаимосвязь между их генетическими типами, с другой стороны, – положение “слоев” в движущейся по склону вулкана массе пирокластики, из которой впоследствии произошло формирование различных ее типов.

Как известно, плотность твердой фазы пород зависит только от их минерального состава и с возрастом количества тяжелых минералов также увеличивается. Плотности твердой компоненты заполнителей отложений пирокластических потоков, волн и пеплов облаков потоков, например, извержения вулкана Безымянный в 1984 г., имеют значения 2.69 (4 определения), 2.56 (4) и 2.47 (4) г/см³, соответственно [2].

Конвективная гравитационная дифференциация пирокластического материала напрямую связана с масштабом извержения вулкана. Чем сильнее извержение, тем лучше она проявляется, и диагностика генетических типов пирокластики в полевых условиях проводится без затруднений, значения характеристик их составов и физических свойств достаточно хорошо различаются.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Богоявленская Г.Е., Брайцева О.А.* О генетической классификации пирокластических отложений и типах отложений извержения вулкана Безымянный 1955–1956 гг. // Вулканология и сейсмология. 1988. № 3. С. 39–55.
2. *Гирина О.А.* Пирокластические отложения изверже-

¹ Нуждаев А.А. Геологическое строение района вулкана Шивелуч и особенности его эксплозивных извержений в 2005 г. Дипломная работа КамГУ. 2007.

- ния вулкана Безымянный в октябре 1984 г. // Вулканология и сейсмология. 1990. № 3. С. 82–91.
3. *Гирина О.А.* Пирокластические отложения современных извержений андезитовых вулканов Камчатки и их инженерно-геологические особенности. Владивосток: Дальнаука, 1998. 174 с.
 4. *Гирина О.А.* Пирокластические отложения андезитовых вулканов и диагностика их генетических типов // Геодинамика и вулканизм Курило-Камчатской островодужной системы. Петропавловск-Камчатский: ИВГиГ ДВО РАН, 2001. С. 253–266.
 5. *Гирина О.А., Ушаков С.В., Демянчук Ю.В.* Пароксизмальное извержение вулкана Молодой Шивелуч, Камчатка, 9 мая 2004 г. // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2007. № 2 (10). С. 65–73.
 6. *Дубик Ю.М., Меняйлов И.А.* Новый этап эруптивной деятельности вулкана Безымянный // Вулканы и извержения. М.: Наука, 1969. С. 38–77.
 7. *Кирьянов В.Ю.* Гравитационная эоловая дифференциация пеплов вулкана Шивелуч (Камчатка) // Вулканология и сейсмология. 1983. № 6. С. 30–39.
 8. *Кирьянов В.Ю., Рожков Г.Ф.* Гранулометрический состав тefры крупнейших эксплозивных извержений вулканов Камчатки в голоцене // Вулканология и сейсмология. 1989. № 3. С. 16–29.
 9. *Макдональд Г.* Вулканы. М. Мир. 1975. 432 с.
 10. *Branney M.J., Kokelaar P.* Pyroclastic density current and the sedimentation of ignimbrites // Geol. Soc. Mem. 2002. № 27. 152 p.
 11. *Fenner C.N.* The origin and mode of emplacement of the great tuff deposit in the Valley of Ten Thousand Smokes, Nat. Geogr. Soc., Contrib. **Tech. Papers, Katmai Ser.**, 1923. № 1. P. 1–74.
 12. *Fischer R.V.* Models for pyroclastic surges and pyroclastic flows // J. Volcanol. Geotherm. Res. 1979. V. 6. P. 305–310.
 13. *Sigurdsson H., Houghton B.F., McNutt S.R. et al.* Encyclopedia of Volcanoes // Academic press. San Diego, San Francisco, New York, Boston, London, Sydney, Toronto. 2000. 1418 p.
 14. *Sparks R.S.J.* Grain size variation in ignimbrites and implications for the transport of pyroclastic flows // Sedimentology. 1976. V. 23. P. 147–188.
 15. *Sparks R.S.J., Walker G.P.L.* The ground surge deposit – a third type of pyroclastic rock // Nature. Physical Science. 1973. V. 241. P. 62–64.
 16. *Wright J.V., Smith A.L., Self S.* A terminology for pyroclastic deposits // Tephra studies Reidel Publ. Co., Dordrecht. Holland, 1981. P. 457–463.
 17. *Wright J.V., Smith A.L., Self S.* A working terminology of pyroclastic deposits // J. Volcanol. Geotherm. Res. 1980. V. 8. P. 315–336.

Рецензент А.И. Малышев

Convective gravitational differentiation of the andesitic volcanoes pyroclastics

O. A. Girina

Institute of Volcanology and Seismology, Far Eastern Branch of RAS

The main types of pyroclastic rocks formed during explosive eruptions of andesitic volcanoes are considered in this work. It is shown that their genesis is due to convective gravitational differentiation of pyroclastic masses moving along a slope of volcano during explosive eruption.

Key words: *volcano, explosive eruption, pyroclastic products differentiation.*