

Глава четвертая

Общие вопросы формирования структуры, генезиса магм и гидротерм

1. ГЕНЕЗИС МАГМЫ И ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ УЗОНСКО-ГЕЙЗЕРНОЙ ДЕПРЕССИИ

Основной чертой вулканизма рассматриваемого района является его контрастный характер - параллельное развитие центров базальтового и кислого вулканизма на всех этапах геологической истории четвертичного времени при практическом отсутствии андезитов. Фиксируется достаточно четкая связь изменения химизма базальтов в последовательные этапы кислого вулканизма и явные следы унаследованности черт базальтов в кислых лавах. Последнее выражается в составе цветных минералов и плагиоклазов кислых лав. Родственность обеих групп пород выражена в приуроченности их к единой вариационной линии для базальт-андезитовых серий Камчатки. Такая связь, установленная для всех районов проявления кислого вулканизма Камчатки, наряду с другими характерными чертами его продуктов: присутствию минералов индикаторов высоких давлений (пироп, муассанит на вулкане Хангар), единству петрохимических особенностей вне зависимости от состава и строения пород фундамента и др. - свидетельствует о подкорovém происхождении кислых магм. Косвенным признаком может служить приуроченность вулканотектонической Узон-Гейзерной структуры к глубинному (до 290 км) сейсмоактивному разлому.

Учитывая ряд особенностей состава кислых вулканических пород, в частности, характерную ассоциацию гиперстена и плагиоклаза, а также специфику геологических позиций центров кислого вулканизма, в настоящее время наиболее приемлемой представляется гипотеза о происхождении кислых магм за счет диффузионного разделения базальтоидного расплава в процессе ультраметаморфизма верхней мантии и роста корней горных систем (Эрлих, Мелекесцев, 1971). Эта гипотеза хорошо объясняет также связь катастрофических вспышек кислого вулканизма с эпохами интенсивного роста смежные горных систем.

Поступающие из мантии кислые расплавы образуют в пределах коры крупные интрузии, служащие периферическими очагами, питающими центры кислого вулканизма. Отмечается отсутствие в кислых вулканических породах рассматриваемого района кварца и калиевого полевого шпата, отсутствие среди кислых вулканических пород Узонско-Гейзерной депрессии четко выраженных порфировых серий, породы которых обнаруживают ряд специфических петрохимических особенностей, и др. Гипотеза о происхождении кислых магм в процессе ультраметаморфизма верхней мантии хорошо объясняет и специфику состава термальных вод вулканических районов. Мы имеем дело с мигрировавшими к поверхности отработанными при метаморфизме продуктами дегазации мантии.

Отмечается локализация Узонско-Гейзерной депрессии в пределах грабен-синклинали, расположенной в блоке коры, нависшем над сейсмофокальной зоной в области развития землетрясений с глубиной очага 100 км и более. Распределение отдельных центров вулканизма в этой области контролируется глубинными разломами, связанными с неравномерностью движений по сейсмофокальной зоне. Разломы северо-восточного (45°) и северо-западного простираний контролируют распределение крупных очагов кислой магмы, фиксирующихся изометрическими в плане отрицательными аномалиями силы тяжести. Центры тяжести таких аномалий располагаются на глубине 15-25 км, т. е., как правило, в пределах базальтового слоя коры. Это свидетельствует о невозможности генерации кислых магм за счет расплавления комплексов пород гранитного слоя. Вскрытие этих очагов и локализация конкретных вулканотектонических структур контролируется движениями по широтным разломам. Глубина заложения такого разлома в районе Узонско-Гейзерной депрессии составляет 100-250 км. Эти данные говорят также о мантийном источнике кислых магм. Отмечается смещение в плане Узонской и Гейзерной кальдер по зоне разломов широтного простирания. Величина такого смещения 3-5 км. Наблюдались следы сдвиговых подвижек по широтным разломам, выраженным на поверхности. Эти факты, а также ориентировка удлинения осей кальдер и основных трещинных зон, их положение относительно основной зоны широтных нарушений позволяют высказать гипотезу о том, что основной широтный разлом представляет собой глубинный сдвиг. Движения по нему в слабой степени отражаются в прямых горизонтальных смещениях поверхностных структур, но создают в коре сдвиговые напряжения, которые приводят к формированию системы разрывных нарушений, закономерно ориентированной относительно основного разлома.

Динамическая модель такой системы должна учитывать существование двух различных этапов развития. На первом этапе на одинаково ориентированных трещинах северо-западного простирания к югу и северу от широтных зон располагаются вулканические центры различного состава (базальтовые вулканы к северу и вулканические аппараты, поставляющие кислую магму, к югу от широтной системы разломов). Это свидетельствует о различных условиях в различных крыльях разлома - прямом поступлении подкорových базальтоидных магм по трещинам оперения вдоль его северного крыла и вскрытии периферического очага

кислой магмы трещинами оперения южного крыла. Резкое изменение обстановки на обоих крыльях разлома связано с эпохой кальдерообразующих выбросов кислой пирокластики.

Закономерная ориентировка главных полей развития игнимбритов свидетельствует о направленном характере выбросов, причем часть центров извержения располагается в северной части депрессии на месте базальтовых вулканов докальдерного этапа. Отмечается образование вулканотектонической депрессии и развитие центров посткальдерного кислого вулканизма по обе стороны от широтной зоны разломов. Ориентировка осей удлинения обеих частей депрессии следует направлению трещин отрыва, оперяющих широтную зону (СЗ 310°). Можно высказать предположение о латеральной миграции очага кислой магмы в связи с горизонтальными движениями по широтной зоне разломов в эпоху кальдерообразующих выбросов кислой пирокластики.

Направленный характер выбросов в этом случае прямо связывается с подвижками в очаге. При таких подвижках, устанавливается прямая связь, трещин оперения в северном и южном крыльях зоны широтных разломов и происходит латеральная миграция очага. В пользу гипотезы о такой миграции говорят также различия в характере посткальдерного вулканизма Гейзерной и Узонской кальдер. В зоне основного очага главной формой посткальдерной вулканической активности является формирование экструзивных куполов. Эти купола вместе с озерно-пирокластическими отложениями до краев заполняют Гейзерную кальдеру: уровень абсолютных отметок их вершин соответствует уровню плато, образованного отложениями докальдерного комплекса в этом районе.

Таким образом, происходит полная компенсация пространства кальдеры комплексом посткальдерных образований. В кальдере Узон на посткальдерном этапе преобладает взрывная деятельность. Полость кальдеры не компенсирована. Параллельно с кислым вулканизмом посткальдерного этапа здесь образуется базальтовый маар оз. Дальнего; другими словами, можно говорить о поступлении на посткальдерном этапе развития Узонской депрессии магм из двух разных очагов. Динамическая модель формирования Узонско-Гейзерной структуры и развитие вулканизма и гидротермального процесса показаны на рис. 98, 99.

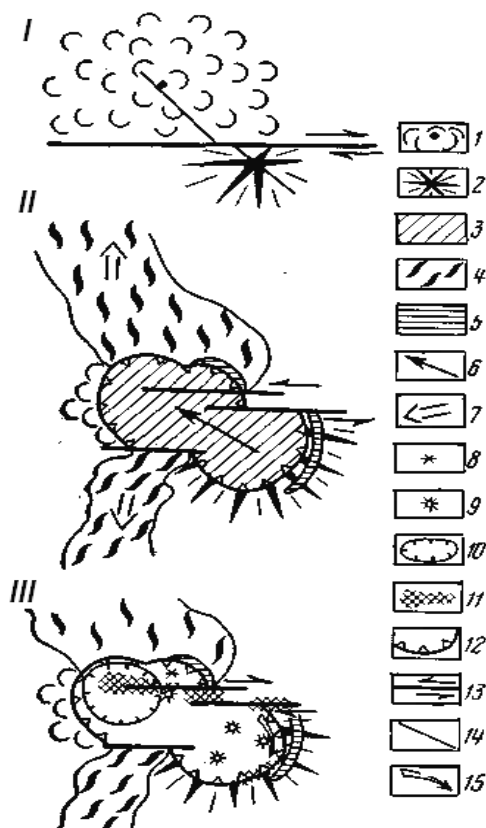


Рис. 98. Развитие вулканизма в связи с глубинными сдвигами

I - докальдерный этап вулканической активности; II - этап кальдерообразования; III - этап посткальдерного вулканизма; 1 - базальтовый щитообразный вулкан Q₁; 2 - центр кислого вулканизма докальдерного этапа; 3 - поле локализации центров эрупции кальдерообразующих выбросов кислой пирокластики, приведших к формированию игнимбритов; 4 - поля развития игнимбритов; 5 - дуговые системы трещин, заполненные кислой магмой; 6 - направление латерального смещения очага кислой магмы; 7 - направление течения игнимбритов; 8 - маар оз. Дальнего; 9 - кислые экструзивные купола; 10 - воронка взрыва; 11 - поля развития гидротермальной активности; 12 - разлом, ограничивающий вулканотектоническую депрессию; 13 - зоны

глубинных сдвигов с указанием направления относительного перемещения крыльев; 14 - трещины оперения сдвигов; 15 - направление оттока термальных вод от основного глубинного сдвига по дренирующей системе трещин

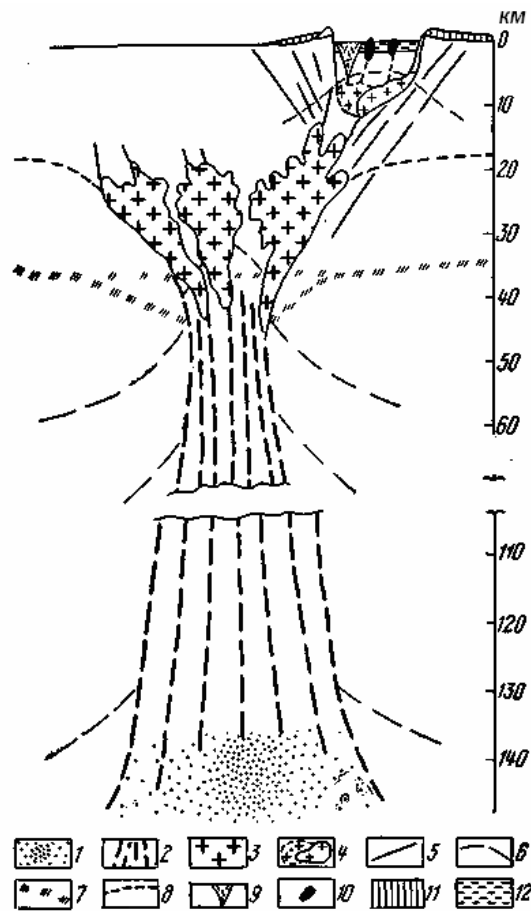


Рис. 99. Кислый вулканизм и развитие вул-кано-тектонических структур

1 - зона генерации магмы в верхней мантии; 2 - подводящая зона, насыщенная магматическим веществом; 3 - интрузии нижнего яруса в коре, создающие крупную отрицательную аномалию; 4 - интрузии верхнего яруса под Узонско-Гейзерной структурой (пунктиром показано латеральное смещение очага); 5 - разломы; 6 - условное положение изотерм; 7 - поверхность Мохоровичича; 8 - поверхность Конрада; 9 - воронка взрыва; 10 - экструзивные купола; 11 - покровы игнимбритов; 12 - пирокластические и озерные отложения, выполняющие вулканотектоническую депрессию

Овальная форма депрессии обычна для большей части кальдер и вулканотектонических депрессий. Четко выраженное проседание по разлому обрамления депрессии, наличие систем концентрических дуговых и линейных радиальных разломов, отсутствие взрывных отложений, связанных с образованием депрессии, наложенный характер этой структуры свидетельствует о том, что это не взрывное образование, а результат общего обрушения. В этом отношении мы в несколько измененном виде возвращаемся к точке зрения об образовании кальдеры Узон, высказанной Б. И. Пийпом (1961). Связь образования депрессии с массовыми выбросами кислой пирокластики (Зубин и др., 1971) свидетельствует не об опустошении очага, а о прорыве его к поверхности и в нашем случае, по-видимому, локализации на новом уровне. Это подтверждается приведенными данными в пользу гипотезы латеральной миграции очага кислой магмы в эпоху кальдерообразования. Системы трещин и разломов, образующихся в связи с просадкой депрессии, полностью аналогичны системе трещин, образуемых при куполообразовании (Wisser, 1960). Указаний на существование купольной структуры в верхних горизонтах коры в Узонско-Гейзерной депрессии нет.

Неравномерный подъем изотерм температурного фронта приводит к образованию несогласных со структурой метаморфических куполов в нижних частях коры. Подъем сопровождается образованием характерной трещинной зоны над куполами и насыщению ее поднимающейся магмой. Быстрый подъем магм приводит к вскрытию кровли поднимающейся колонны, массивному выбросу пирокластики и последующей просадке района извержения. Остаточные порции расплава, насыщающего трещинную зону

под куполом, продолжают устойчиво существовать в коре в виде интрузий - периферических магматических очагов. Таков предлагаемый механизм формирования покровов кислой пироклаستيкулы, кальдер и последующей фазы посткальдерного вулканизма. Образование трещин в связи с куполообразованием и представление не о едином очаге, а о серии интрузий, насыщающих трещинную зону, устраняет проблему пространства, необходимого для локализации интрузий в коре и просадки кровли. Представление же о метаморфических куполах, подъеме изоград метаморфизма, секущем структуру вмещающих толщ, хорошо объясняет, почему купола в районе вулканотектонических депрессий наблюдаются в редких случаях.

Формирование гидротермальной системы приурочено к посткальдерному этапу вулканической активности. Гидротермы локализуются вдоль основной широтной зоны разломов. Основные их выходы на поверхность связаны с трещинами оперения этой зоны. Крупные кольцевые разломы (в частности разломы обрамления на участке, соответствующем Долине Гейзеров) дренируют основной разлом. Это приводит к миграции гидротерм. Выходы терм располагаются не только в пределах вулканотектонической депрессии, но и на участке широтного разлома, секущего докальдерные образования к востоку от нее. Современная газо-гидротермальная деятельность здесь проявлена слабо, но мощные зоны гидротермально-измененных пород, развитые в этом районе, свидетельствуют о большой интенсивности процесса в недавнем прошлом. Таким образом, локализация ныне активных терм, преимущественно в опущенном блоке депрессии, связана с благоприятными условиями для аккумуляции их в этой структуре.