

VI. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИСТОРИЯ И ВУЛКАНИЗМ УЗОНСКО-ГЕЙЗЕРНОЙ ДЕПРЕССИИ И СРАВНЕНИЕ ЕЕ СО СМЕЖНЫМИ ВУЛКАНОТЕКТОНИЧЕСКИМИ ДЕПРЕССИЯМИ ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ

Перед началом игнимбритообразующих извержений на месте современной депрессии существовали крупные вулканические группы. В их пределах широко проявился основной и кислый вулканизм, сформировавший в раннем и начале среднего плейстоцена сложный комплекс вулканических сооружений и отложений их подножий. С развитием основного вулканизма, локализовавшегося в западной части современной кальдеры, было связано возникновение крупных щитообразных вулканов и лавовых равнин, обусловленных вулканической деятельностью центрального и ареального типов. Остатки этих вулканических образований выступают в настоящее время в рельефе как участки лавовых плато, на большей части перекрытых более молодыми отложениями. С проявлением кислого вулканизма, приуроченного в основном к восточной части структуры, наряду с формированием стратовулканов, излиянием их лавовых потоков, образованием экструзивных куполов, широкое развитие получали и эксплозивные процессы, с которыми связано накопление мощных отложений пемзовых пирокластических потоков, горизонтов игнимбритов и взрывных отложений. Один из наиболее крупных центров кислого вулканизма существовал на месте современной восточной части Узонско-Гейзерной депрессии. Развитие кислых вулканических пород в борту Семячинской кольцевой структуры (северовосточная оконечность хр. Борт) и верховьях р. Пятой указывает на широкое развитие кислого вулканизма в Узонско-Семячинском районе. Его продукты занимали, видимо, большую часть территории между хр. Борт и плато Широким, которая была позднее опущена и выполнена более молодыми игнимбритами. Одновременно существовавшие центры кислого и основного вулканизма поставляли различные по составу продукты, которые в одних случаях были четко пространственно разграничены (западная и восточная части Узонско-Гейзерной депрессии), а в других совмещались в одних и тех же разрезах (хр. Промежуточный, верховья р. Пятой и др.).

Четко выделяется этап вулканической деятельности, непосредственно предшествовавший образованию кольцевой структуры (начало среднего плейстоцена). В это время сформировались вулкан Узон и комплекс даек, шлаков и базальтовых лавовых потоков верхней части плато Широкого.

Мощный этап игнимбритообразующих извержений падает на вторую половину среднего плейстоцена. Опустошение магматического очага происходило в процессе непрерывно следующих друг за другом выбросов пирокластики. Чередующиеся спекшиеся и неспекшиеся разности этих пород образовали сложный игнимбритовый покров, окружающий депрессию. Одновременно с выбросами пирокластического материала по заложившемуся кольцевому разлому внедрились дацит-липаритовые экструзии и излились потоки кислых лав.

После опустошения магматического очага произошло обрушение его кровли и образование наложенной кольцевой структуры. Внутри котловины возник озерный водоем, и началось накопление озерных осадков. Главную роль в формировании озерных отложений играл ювенильный пемзовый материал, который поступал в виде пирокластических пемзовых потоков или выпадал из эруптивных туч и сортировался, переоткадывался в воде. В тех случаях, когда пемзовые потоки имели большую мощность, они захоронялись в первичном виде. Источником пемзового материала являлась продолжающаяся эксплозивная деятельность в основном внутри депрессии, связанная с образованием комплекса экструзий, и вулканическая деятельность за пределами кальдеры в прилегающих районах (кальдера Крашенинникова, Кихпиньч). Поступление материала за счет сноса с бортов депрессии было минимальным. Сформированные таким образом обвальные и осыпные брекчии или пролювиальные отложения вносят разнообразие в строение однородных пемзовых отложений лишь вблизи бортов кальдеры. Интенсивная вулканическая деятельность, дававшая большое количество ювенильного материала, обусловила большие мощности озерных отложений, вследствие чего возникшая Узонско-Гейзерная депрессия была в значительной степени скомпенсирована накоплением осадков, выполнивших ее почти до верха в восточной части. Вначале

озерный водоем, возникший в Гейзерной депрессии, был бессточным. Затем он был спущен рекой, заложившейся на месте современной долины р. Шумной. После спуска озера в пределах кальдеры возникли долины р. Гейзерной и верхнего течения р. Шумной, которые наследовали кольцевые разломы. В процессе регрессивной эрозии р. Шумная спустила и более молодые озера западной части котловины. Сейчас лишь оз. Центральное - остаточное явление крупного водоема

Вулканическая деятельность в посткальдерный период проявилась слабо, что является одной из главных отличительных черт Узонско-Гейзерной депрессии. Она выразилась в выбросах пемз, выжимании экструзий и формировании их лавовых потоков. Проявление основного вулканизма единично - это взрывная воронка оз. Дальнего и связанные с ней шлаки. В этом отношении крайне интересно провести сравнение истории развития вулканизма в Узонско-Гейзерной и Семячинской депрессиях.

Семячинская кольцевая структура выражена в современном рельефе, в общем, значительно хуже Узонско-Гейзерной. Прекрасно обозначен только ее западный борт - хр. Борт. Сбросовый уступ срезает как участки вулканического плато, сложенного породами основного и кислого состава (рис. 21), так и остатки базальтовых вулканов (гора Выступ и др.). Видимая величина смещения по кольцевому разлому не менее 300-400 м. У подножия сбросового уступа заложилась долина р. Старый Семячик.

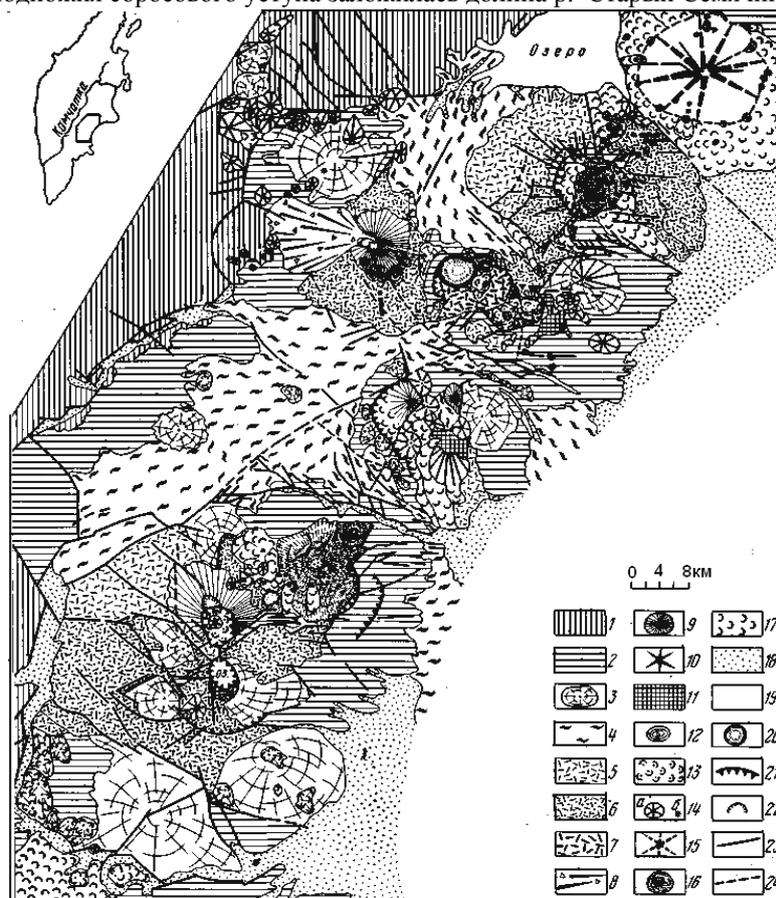


Рис. 21. Схематическая геологическая карта Карымско-Семячинского участка Восточно-Камчатской грабен-синклинали (по Э. Н. Эрлиху)

1-дочетвертичные складчатые комплексы. Стадия базальтового андезит-базальтового вулканизма ($Q_2 - Q_{3,1-2}$): 2-плато-эффузивы; 3-щитовые вулканы. Главная (кальдерообразующая) стадия кислого вулканизма ($Q_1 - Q_3$): 4-покровы игнимбритов; 5-покровы пемзы; 6-пемзовопочвенные покровы; 7-пемзово-озерные отложения. Стадия посткальдерного вулканизма ($Q_3 - Q_4$): 8-отложения направленного взрыва; 9-андезитовые и андезито-базальтовые стратовулканы; 10-дацитовый стратовулкан Карымский; 11-группы экструзивных куполов (от андезитовых до липаритовых); 12-отдельные крупные экструзивные купола (в основном наиболее молодые); 13- потоки вязкой кислой лавы. Голоценовая стадия базальтового вулканизма: 14-мелкие базальтовые вулканы (о), шлаковые конуса (б); 15-крупные базальтовые стратовулканы; 16-щитовые базальтовые вулканы; 17-потоки базальтовой лавы; 18-недиагenezированные четвертичные осадки; 19-районы, находящиеся под водой, океан и озера; 20 -маары и взрывные кратеры; 21-разломы вулканотектонического происхождения; 22-кратеры и кальдеры гавайского типа- 23-разломы (наблюдаемые); 24-разломы, перекрытые чехлом пирокластике

Восточный борт Семячинской структуры в рельефе не выражен. Он полностью перекрыт лавами посткальдерной вулканической группы Большого Семячика. В центре этой группы были обнаружены породы основания, аналогичные по возрасту докальдерным отложениям Узонско-Гейзерной депрессии.

Здесь, на левом берегу ручья Фумарольного в 5 км от его истока, среди основных лав залегает пачка конгломератов и крупно- и среднезернистых туфо-песчаников мощностью 10-12 м (пролювиальные отложения «сухих» рек вулканических районов). В этих отложениях, являющихся фундаментом вулканической группы Бол. Семячика, Е. Г. Лупикиной и И. А. Егоровой были обнаружены флора диатомовых и спорово-пыльцевые комплексы, сходные с комплексами из отложений нижней части разрезов плато Широкого и сопоставленные этими исследователями с раннеплейстоценовыми отложениями Центральной Камчатской депрессии и верхнеплиоцен-четвертичным вулканогенно-осадочными отложениями «алнейской» серии других районов Камчатки. Выходы отложений докальдерного комплекса в центре группы вулканов Большого Семячика позволяют полагать, что здесь проходит восточный край Семячинской кальдеры. Ограниченная таким образом кольцевая структура сравнительно невелика и имеет диаметр около 10 км, составляя только часть огромной вулканотектонической Семячинской депрессии, выделенной Э.Н.Эрлихом (1966) на основании дешифрирования аэрофотоснимков.

Взрывных отложений, сопоставимых с выделенной нами кальдеры и имеющих тот же возраст в ее окрестностях, не обнаружено. Она представлял собой, как и Узонско-Гейзерная депрессия, кальдеру обрушения, возникшую, после извержения игнимбритов, которые окружают депрессию и простираются от нее до подножия Валагинского хребта на западе и берега Тихого океана на востоке. Семячинские платоигнимбриты представляют собой сложный покров мощностью от 20 до 100 м, состоящий из ряда остывших единиц, которые в целом хорошо прослеживаются на большие расстояния. Обычно игнимбритовый покров состоит из двух остывших единиц. Первая (нижняя) представлена, как правило, плотными темно-серыми породами со столбчатой или блоковой отдельностью. Игнимбриты имеют лавоподобный облик, который еще более усиливается благодаря небольшому количеству ксенолитов и присутствию весьма крупных кристаллов, создающих иллюзию порфириной структуры на фоне темной гомогенизированной витрокластической массы. Местами удается наблюдать зональное строение этого горизонта с переходами от описанных лавоподобных пород к слабо спекшимся или неспекшимся разностям близ подошвы и кровли слоя. Вторая остывшая единица слагает собственно поверхность игнимбритовых плато и представлена серыми или розовато-серыми массивными породами с глыбовой отдельностью, часто с хорошо выраженной флюиальной текстурой, обусловленной наличием линзовидных включений более светлого, чем основная масса, материала. Отсутствие типичных фьямме, представленных черным стеклом, хорошо отличает игнимбриты Семячинского покрова от узонских. По химическому составу и петрохимическим свойствам игнимбриты Семячинского покрова относятся к типичным дацитам (SiO_2 63 - 65%) и аналогичны игнимбритам Узонско-Гейзерной депрессии.

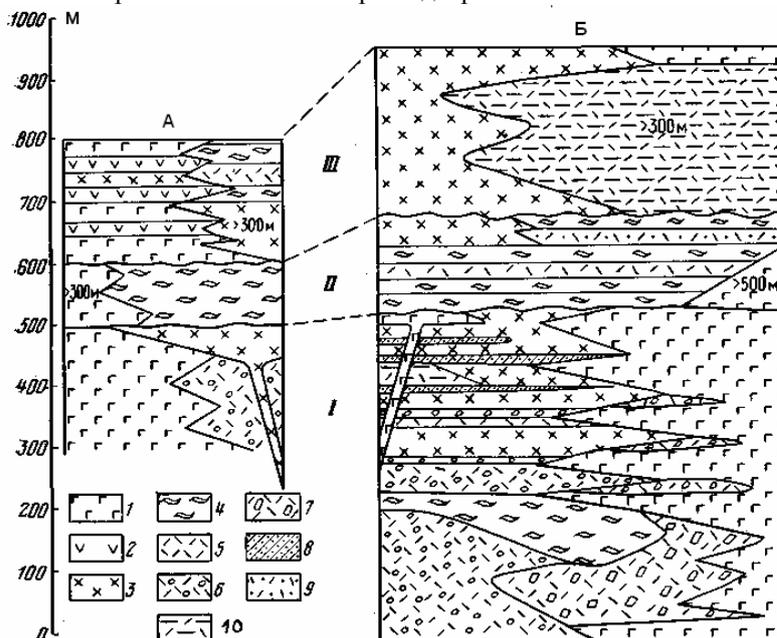


Рис. 22. Сводные схематические геологические разрезы районов Семячинской (А) и Узонско-Гейзерной (Б)

1-базальты; 2-андезито-базальты и андезиты; 3-дациты и липариты; 4-игнимбриты; 5-пемзовые туфы; 6-существенно пемзовые туфы с примесью инородного материала, 7-глыбовые базальтовые туфо-брекчии; 8-шлаки; 9-прослой неспекшейся пирокластике внутри игнимбритовых покровов; 10-озерные существенно пемзовые отложения. I-отложения до-кальдерного комплекса (Q_3 - $Q_{1/2}$); II-отложения кальдерообразующей фазы ($Q^2_{1/2}$ - $Q^2_{1/3}$); III -посткальдерные отложения ($Q^1_{1/3}$ - Q_4)

Первый (докальдерный) и второй (время образования кальдеры) этапы развития Семячинской и Узонско-Гейзерной структур имеют много общего (рис. 22). В строении докальдерного комплекса обеих кальдер участвуют как основные, так и кислые породы. Возникновение обеих депрессий связано с мощными игнимбритообразующими извержениями и формированием обширных покровов платоигнимбритов.

Сходство развития этих структур подчеркивается полной аналогией химизма лав и пирокластических отложений. В эти периоды жизни структур в них действуют центры вулканизма, дающие как базальтовые лавы сходного состава, так и дацитовые лавы и игнимбриты - аналоги кислых лав Узонско-Гейзерной депрессии. В этих структурах в процессе деятельности основных и кислых вулканических центров происходит некоторое изменение химизма пород в сторону уменьшения их щелочности, которое очень заметно в основных лавах и едва намечается в кислых разностях. На рис. 20 показано уменьшение щелочности базальтов от пород типа платоэффузивов к лавам вулкана Узон. Такая же картина наблюдается для базальтов фундамента Семячинской структуры и вулкана Большой Семячик (Зубчатка). Однако посткальдерный этап развития для каждой из этих структур имеет свои характерные особенности. В отличие от Узонско-Гейзерной депрессии, где посткальдерный вулканизм проявился сравнительно слабо и выразился в выжимании экструзий, излиянии их лавовых потоков и в выбросах пемз, для Семячинской структуры характерны мощные проявления вулканизма. Они выразились в первую очередь в образовании новой большой группы вулканов группы Большого Семячика. Эта группа включает несколько крупных стратовулканов и экструзивных куполов, которые дают разнообразие пород от базальтов до липаритов. Одновременно с образованием вулканической группы продолжалось формирование маломощных игнимбритовых покровов, из которых наиболее молодые приурочены к концу верхнего плейстоцена. Игнимбриты представлены относительно слабо спекшимися разностями с четкими фьямме из светло-серой уплотненной пемзы или черного обсидиана, а также слабо спекшимися черными туфами с многочисленными ориентированными включениями шелковистой пемзы. С относительно маломощными (30 м) игнимбритовыми покровами не ассоциируются кольцевые структуры.

Это различие в посткальдерной деятельности и четкая генетическая приуроченность экструзий к молодым базальтовым вулканам, а также петрохимическая принадлежность этих пород к единой вариационной кривой позволяют считать всю базальт-андезит-липаритовую группу пород посткальдерных вулканов Семячинской структуры единым рядом дифференциации базальтовой магмы в отличие от липаритов и дацитов посткальдерных экструзий Узонской структуры, являющихся последними проявлениями деятельности очага кислой магмы.

Кальдера Крашенинникова представляет собой ограниченную кольцевым разломом депрессию общей овальной формы. Длинная ось овала четко ориентирована в общем широтном направлении. Депрессия срезает различные по составу лавово-пирокластические толщи, связанные с несколькими самостоятельными центрами эрупции. В этом смысле, как и в предыдущих случаях, можно говорить о явно наложенном характере кальдеры. Толщи докальдерного комплекса имеют верхнеплиоценовый - нижнечетвертичный возраст. Внутри их разреза отмечаются горизонты с обратной намагниченностью, фиксирующей последнюю инверсию магнитного поля. Обрушение кальдеры произошло по кольцевому разлому обрамления, амплитуда вертикального перемещения по которому четко фиксируется в северном борту структуры и достигает 400-600 м. Обрушение связано с эпохой массовых выбросов кислой пирокластике, широко распространенной по всему обрамлению структуры.

Пирокластические отложения, связанные с образованием кальдеры Крашенинникова, вскрываются в обрывах северо-восточной части оз. Кроноцкого. Они слагают сложный покров, в котором основание разреза представлено светло-серыми игнимбритами с линзовидными включениями темного вспученного вулканического стекла (20м). На них залегают черные, почти неспекшиеся туфы с уплощенными включениями темной, реже светлой пемзы (15м). Иногда игнимбриты и черные туфы разделяются маломощными (1-2м) пачками слоистых отложений, представленных переслаиванием пирокластике (лапилли, вулканический песок) с теми же разностями, переотложенными водой.

Черные туфы перекрываются светлыми слабо уплотненными или рыхлыми пемзовыми отложениями. Последние распространены почти повсеместно близ борта кальдеры. Они представлены типичными агломератовыми пемзовыми туфами пирокластических потоков, иногда со следами водного переотложения. Образование пемзового покрова происходило путем наслоения материала, поступавшего в процессе следующих друг за другом выбросов. Разделяющие эти выбросы более длительные интервалы фиксированы перемывом отложений.

Посткальдерный этап вулканической активности в пределах кальдеры Крашенинникова четко отличается от двух других описанных структур. В центре кальдеры располагается сложный базальтовый стратовулкан. Он состоит из двух сросшихся построек высотой до 1800 м. На вершине северная из них срезана двойной кальдерой гавайского типа. Во внутренней кальдере расположен шлаковый конус. По данным Ю. М. Дубика, химизм базальтов, слагающих эти вулканы, обнаруживает те же черты отклонения от нормального состава пород районов базальтового вулканизма Камчатки, что и базальты посткальдерных комплексов других кальдер и вулканотектонических депрессий. Северный и южный борта кальдеры расчленены линейными трещинными зонами, вдоль которых вплотную друг к другу располагаются многочисленные базальтовые шлаковые конусы. Отдельные шлаковые конусы расположены у подножия центрального стратовулкана, и связанные с ними лавовые потоки заполняют все дно кальдеры. По-видимому, с тем же этапом базальтового вулканизма посткальдерного времени связано формирование дуговой трещинной экструзии долеритов в северном борту кальдеры (гора Двуглавый Зубец) и системы радиальных базальтовых даек, пересекающих уступ борта кальдеры в ее западной части.

Сравнение истории развития трех описанных вулканотектонических депрессий позволяет рассмотреть некоторые общие вопросы их формирования.

Докальдерный этап вулканической активности в районе описанных структур отличается разнообразием типов вулканических пород. При общем преобладании базальтового вулканизма в Узонской структуре и в восточной части Большого Семячика отмечаются проявления кислого вулканизма, в районе Двуглавого Зубца в северной части кальдеры Крашенинникова преобладают андезиты. При этом ни в одном из описанных случаев не отмечается приуроченности вулканотектонической депрессии к вершине какого-либо единого вулкана докальдерного этапа - депрессии резко наложены на разнородный фундамент, представленный многочисленными и различными по составу вулканическими породами верхнего неогена - нижнего плейстоцена. Это совпадает с ранее сделанным выводом о резко наложенном характере кальдер и вулканотектонических депрессий Камчатки, срезающих как складчатые комплексы основания, так и разнородные вулканические постройки предыдущих этапов вулканической активности (Зубин и др., 1971).

Общей чертой истории трех описанных структур является мощная вспышка кислого вулканизма, соответствующая времени «кальдерообразования». Мощным выбросам кислой пироклаستيкулы, приводящим к формированию покровов пемз и игнимбринов, предшествует период затухания вулканической активности и общей эрозии ранее образованных вулканических аппаратов.

Образование Узонско-Гейзерной депрессии и выбросы окружающей ее пироклаستيкулы являются звеном в едином мощном этапе кислого четвертичного вулканизма Камчатки. Такая же мощная вспышка кислого вулканизма в четвертичное время и связанные с ней пирокластические образования были отмечены на Южной и Восточной Камчатке И. В. Мелекесцевым (1967). Он по наиболее молодым из выраженных в рельефе пирокластическим покровам датировал ее верхним плейстоценом. Учитывая широкое развитие в пределах Восточной вулканической зоны среднеплейстоценовых игнимбриновых покровов, часто скрытых под более молодыми образованиями и установленных в процессе геологических исследований в последующие годы, представляется правильным расширить возрастной диапазон мощного этапа кислых проявлений и датировать его второй половиной среднего-верхним плейстоценом.

Однако в пределах единого этапа проявления кислого вулканизма в изученном районе отмечается миграция возникших кальдер во времени и пространстве. Так, из трех упомянутых кальдер самая южная, Семячинская, является наиболее древней, Узонско-Гейзерная занимает промежуточное положение, а кальдера Крашенинникова представляется наиболее молодой, что хорошо устанавливается, как описывалось выше, по стратиграфическим взаимоотношениям окружающих их пирокластических отложений. Одновременно с «омоложением» кальдер с юга-запада на северо-восток наблюдается и изменение характера связанных с ними пирокластических отложений. Для наиболее древних игнимбринов, окружающих Семячинскую депрессию, характерно сравнительно простое строение игнимбринового покрова с разделением на две, редко больше, мощные остывшие единицы, Игнимбрины имеют, как правило, лаво-подобный облик, иногда со сравнительно хорошо выраженной флюидалной текстурой (так называемые, игнимбрины-лавы). Для игнимбринов, окружающих Узонско-Гейзерную депрессию, характерно сложное строение покрова, присутствие наряду с типичными игнимбринами горизонтов неспекшихся или слабо спекшихся туфов. Игнимбрины обычно представлены разностями с четкой флюидалной текстурой и хорошо выраженными обсидиановыми фьямме (игнимбрины фьямме).

Пирокластические отложения, окружающие кальдеру Крашенинникова, представлены наименее спекшимися разностями: слабо сваренными игнимбринами (игнимбрины-туфы) или несваренными пемзами. Аналогичные изменения в характере пирокластических продуктов во времени можно наблюдать и в пределах одной структуры. Так, для Семячинской депрессии хорошо видно убывание степени спекания игнимбринов по мере их омоложения - от лаво-подобных среднеплейстоценовых игнимбринов кальдерного этапа к менее спекшимся верхнеплейстоценовым фьямме-игнимбринам посткальдерного этапа и к слабо спекшимся игнимбринам-туфам, сформировавшимся на границе верхнего плейстоцена и голоцена. По-видимому, такое изменение характера продуктов отражает изменения, происходящие во времени в магматическом очаге, в частности общее снижение количества летучей фазы, поступающей на поверхность при выбросах пироклаستيкулы и понижение температуры подаваемых на поверхность магматических продуктов.

Рассматриваемая вспышка четвертичного кислого вулканизма совпадает по времени с эпохой мощного воздымания основных горных сооружений полуострова. О. А. Брайцевой и И. В. Мелекесцевым (Брайцева и др., 1967; Мелекесцев, Брайцева, 1971) на основании изучения четвертичных отложений и оледенений полуострова был сделан вывод о том, что начало активизации восходящих тектонических движений, приведших к формированию современного горного рельефа полуострова, падает на средний плейстоцен, а максимальная интенсивность воздымания - на верхний плейстоцен-голоцен. Резкое усиление именно в это время эксплозивной деятельности в пределах Восточной вулканической зоны с образованием мощных толщ кислых вулканитов и широким проявлением вулканотектоники отражает тесную парагенетическую связь кислого вулканизма с восходящими тектоническими движениями. Интересно отметить совпадение эпох оледенений (средне- и верхнеплейстоценовой) с этапами наиболее интенсивных игнимбринообразующих извержений, которые могут являться, видимо, одной из причин, способствовавших росту ледниковых покровов.

На посткальдерном этапе развития вулканотектонических депрессий тип вулканизма теснейшим образом связан с составом интрузивных тел, внедрившихся в ходе кальдерообразующих выбросов кислой пирокластики. Три описанные структуры дают интересный набор отличий вулканических ассоциаций посткальдерного этапа развития. Поскольку на Узоне продукты посткальдерного этапа вулканизма аналогичны кислым вулканикам докальдерной и кальдерообразующей фаз, можно говорить о том, что в кору внедряется интрузия дацитового состава, в последующем дифференцирующаяся до липаритов. На Большом Семячке отмечаются вариации состава пород посткальдерного этапа от базальтов до дацитов (липарито-дацитов), причем устанавливается происхождение средних и кислых вулканических пород за счет дифференциации базальтовой магмы. Внедрению кислых куполов посткальдерного этапа здесь предшествует образование небольших порций игнимбритов. Можно предположить, что в данном случае состав периферического очага, сформировавшегося после главной, кальдерообразующей вспышки кислого вулканизма, отвечал базальтам, дифференциация которых проходила *in situ*, в камере или подводящих каналах. В кальдере Крашенинникова проявления кислого вулканизма на посткальдерном этапе отсутствуют. По-видимому, в кальдерообразующую фазу происходит полное исчерпание кислых дериватов. Локализовавшийся в сформировавшейся кальдере вулкан сложен лавами базальт-андезито-базальтового состава.

Сходный процесс отмечается и в ходе крупных единичных извержениях кальдерных вулканов (например, Кракатау), когда за период в несколько десятков лет происходит последовательная смена кислых вулканических пород все более и более основными, вплоть до андезитов и базальтов. И. Катцуи такую последовательность смены различных по составу вулканических продуктов считает характерной чертой развития центров кислого вулканизма. В ходе единичных извержений и в развитии вулканизма рассмотренных структур отмечаются две общие черты.

1. Массовым выбросам кислой пирокластики кальдерообразующего этапа предшествует длительный перерыв в вулканической активности.

2. Образующаяся в посткальдерную фазу серия пород прерывистая. Средние ее члены, соответствующие андезитам, обычно встречаются в подчиненных количествах или отсутствуют.

Внедрение различных по составу интрузий в связи с выбросом огромных масс кислой пирокластики главного кальдерообразующего этапа извержений отчетливо показывает, что отделение значительных количеств кислых дериватов тесно связано с разделением базальтоидного расплава в глубинных зонах генерации магмы в верхней мантии.