

УДК 551.215.6:551.243

ЛЕОНОВ В. Л.

РАЗРЫВНЫЕ НАРУШЕНИЯ РАЙОНА УЗОНСКО-ГЕЙЗЕРНОЙ ДЕПРЕССИИ

Район Узонско-Гейзерной депрессии является частью Восточного вулканического пояса Камчатки. Общие структурные позиции района и основные черты тектоники рассматривались ранее Э. Н. Эрлихом, О. А. Брайцевой, М. И. Зубиным, Н. А. Гусевым и др. [2, 14, 16]. Основной структурой района, согласно этим исследователям, является одноименная кольцевая вулкано-тектоническая депрессия. Она связана с узлом пересечения крупных разломов северо-восточного и субширотного простираний. Разломы указанных направлений, пересекающие район, были выделены еще в 1937 г. А. Н. Заварицким [3], рассматривавшим их как зоны слабости в земной коре, образующиеся вследствие ее растяжения. Впоследствии А. Е. Святловский [10] также выделял их как вулканические разломы растяжения. В последние годы разлом северо-восточного простирания, пересекающий Восточную Камчатку и контролирующий расположение четвертичных вулканов, описывался Ю. П. Масуренковым [7, 8], А. Е. Шанцером [11], В. А. Леглером и Л. М. Парфеновым [4] как глубинный магмо- и флюидопроводящий разлом типа раздвига. Наиболее полно разлом охарактеризовали В. А. Леглер и Л. М. Парфенов [4], давшие ему название «Вулканический раздвиг». Субширотный разлом, пересекающий район Узонско-Гейзерной депрессии, был отмечен Э. Н. Эрлихом [15], который предполагал, что разлом является глубинным сдвигом, а в последние годы А. Е. Шанцер [11] дал ему название Узонско-Валагинский разлом.

Обе системы разрывных нарушений хорошо просматриваются на космических радиолокационных и фотоснимках (рис. 1, 3, а, также см. [2]).

На рис. 2 показана составленная нами структурная схема район, Узонско-Гейзерной депрессии, где кроме указанных выше основных направлений тектонических нарушений, относящихся к региональным структурам, выделена также сеть разломов и трещин, ориентированных концентрически по отношению к Узонско-Гейзерной депрессии. Наличие такой системы разрывных нарушений отмечалось и ранее [2, 16].

Остановимся более подробно на описании указанных трех систем разрывных нарушений Узонско-Гейзерного района.

Северо-восточные разрывные нарушения наиболее ярко выражены, образуют густую сеть и относятся в основном к нормальным сбросам с опущенным юго-восточным крылом. Общая ширина зоны растяжения, фиксируемая сбросами, достигает 20 км. Разрывные нарушения, входящие в эту зону, группируются роями. Можно выделить четыре основных роя (с востока на запад): I — проходящий через вершину соп. Гейзерной и устье р. Гейзерной; II — проходящий через вершину соп. Открытой и западное подножие плато Круглого; III — проходящий через вершину соп. Белой и IV — пересекающий кальдеру Узон по подножию соп. Узон и Красная. Ширина отдельных роев составляет 1—2 км. Они разделены участками, где разрывные нарушения северо-восточного простирания проявлены слабо либо вообще отсутствуют. При общем преобла-

Рис. 1. Структурная схема Восточной Камчатки (составлена на основе дешифрирования космических фотоснимков масштаба 1:1 000 000). I — Центрально-Камчатская депрессия; II — Валагинский хребет; III — грабен-синклиналь Восточной Камчатки. 1 — вулканы (1—Кизимен, 2 — Конради, 3 — Гамченский ряд, 4 — Шмидта, 5 — Кроноцкий, 6 — Крашенинникова, 7 — Кихпиньч, 8 — Унана, 9 — Тауншиц, 10 — Узоя, 11 — Большой Семячик, 12 — Малый Семячик, 13 — Карымский); 2— кальдеры; 3 — разрывные нарушения: сбросы (а), трещины (б); 4 — осевые зоны региональных разломов северо-восточного и субширотного простирания, пересекающие Узонско-Гейзерный район

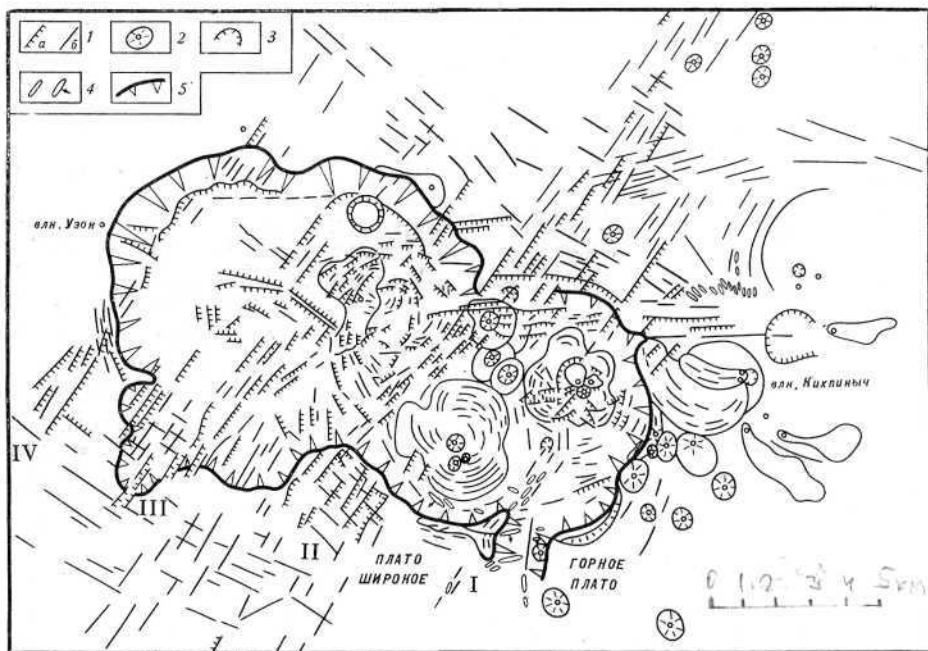
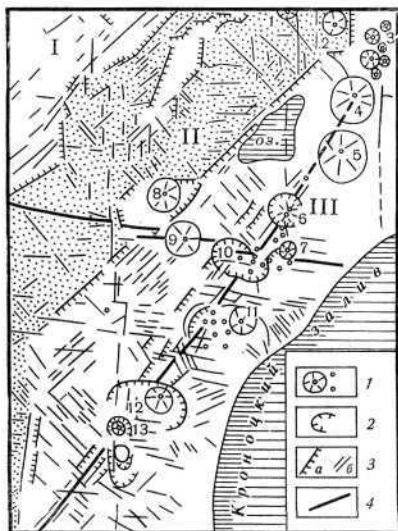


Рис. 2. Структурная схема района Узонско-Гейзерной депрессии. 1 — разрывные нарушения: сбросы (а), трещины (б); 2 — шлаковые конусы и экструзивные купола; 3 — кратерные воронки; 4 — дайки; 5 — эрозионный уступ, ограничивающий Узонско-Гейзерную депрессию. I—IV — рои северо-восточных разрывных нарушений

дании сбросов с опущенным юго-восточным крылом кое-где фиксируются сбросы с опущенным северо-западным крылом. В таких случаях формируются грабенообразные структуры, которые лучше всего проявлены на южном борту Узонско-Гейзерной депрессии. Особенно наглядно подобная структура наблюдается на плато Широком (рис. 3), где разрывные нарушения формируют пологий грабен асимметричного строения. Ось грабена смещена к юго-востоку так, что при общей его ширине 3 км северо-западное крыло имеет ширину более 2 км, а юго-восточное — около 500 м. Разломы и трещины, образующие грабен, волнообразно

изогнуты, имеют длину от 100—200 м до 1 км и более, расстояние между соседними разрывами — от 20—30 до 100 м.

Однако большинство разрывных нарушений северо-восточного простирания, как отмечалось выше, являются сбросами с опущенным юго-восточным крылом. Наиболее крупный из них — сброс, протягивающийся к северо-востоку от соп. Гейзерной. Амплитуда смещения по нему превышает 50 м. В устье р. Гейзерной и на плато Широком по трещинам северо-восточного простирания происходили неоднократные внедрения магмы, образовавшие многочисленные дайки. Часть даек одновозрастна с отложениями Устьевой пачки [5], относящимися к нижней половине среднего плейстоцена. Другая часть даек имеет верхнеплейстоценовый возраст. В кальдере вулкана Узон разрывные нарушения северо-восточ-

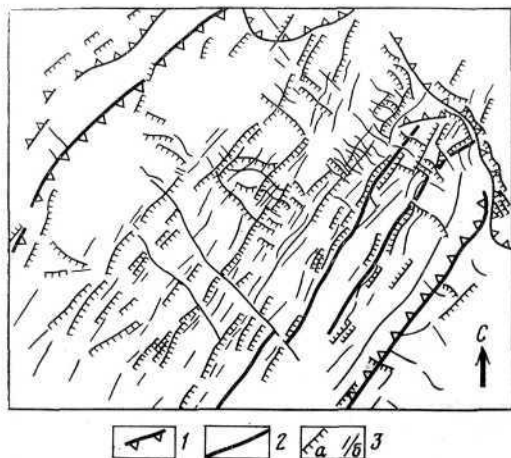


Рис. 3. Грабенообразная структура плато Широкого. 1 — границы; 2 — ось структуры; 3 — разрывные нарушения: сбросы (а), трещины (б)

ного простирания секут ледниковые отложения второй фазы верхнеплейстоценового оледенения, т. е. имеют, по-видимому, верхнеплейстоцен-голоценовый возраст.

Таким образом, возраст северо-восточных разрывных нарушений в районе, по имеющимся данным, колеблется от среднего плейстоцена до голоцена. Наблюдается омоложение разрывных нарушений с востока на запад. Рассматривая в целом зону глубинного разлома, мы должны прежде всего отметить асимметричность ее строения в поперечном разрезе, повсеместное развитие сбросов с опущенным юго-восточным крылом и очень небольшое число сбросов с опущенным северо-западным крылом. Это

не позволяет нам представить зону разлома как широкий и пологий грабен с вогнутым чашеобразным профилем подобно [4]. Правильнее, по-видимому, рассматривать ее в виде резко асимметричного грабена с широким (около 15 км), хорошо выраженным северо-западным крылом и узким (около 5 км), плохо выраженным юго-восточным крылом. При этом юго-восточное крыло грабена почти полностью перекрыто продуктами вулканической деятельности. К осевой зоне грабена, видимо, приурочен вулкан Кихпинич и многочисленные шлаковые конусы и экструзии Горного плато.

В целом зона северо-восточных разрывных нарушений, пересекающая Узонско-Гейзерный район, рассматривается нами вслед за [4, 7, 11] как структура растяжения. Скорость растяжения оценивается по [4] в 0,3 мм/год.

Субширотные разрывные нарушения лучше всего проявлены в виде сбросов широтного простирания, распространенных по северному борту Узонско-Гейзерной депрессии (см. рис. 2). В районе сопки Гейзерной и Открытой они фиксируются геологическими методами, в кальдере Узон их существование можно предполагать на основе анализа результатов гравиметрической съемки [16]. Все разрывные нарушения широтного простирания являются сбросами с опущенным южным крылом. Амплитуда смещения по разломам составляет обычно первые метры или десятки метров, достигая 50—70 м. В длину отдельные разломы достигают 3—4 км и более. Особенно наглядно сбросы широтного простирания

проявлены в районе соп. Открытой (рис. 4). Здесь фиксируется не менее пяти параллельных сбросов, отстоящих друг от друга на расстояние от 100 до 600 м. Амплитуда смещения по сбросам составляет от 10—20 до 50—70 м. Общая амплитуда опускания южного крыла на этом участке достигает, по-видимому, 200 м. Также отчетливо проявлены широтные разрывные нарушения на сопке Гейзерной и на вулкане Кихпинич. В пределах кальдеры Узон широтные нарушения практически не определяются на поверхности. Зато они уверенно фиксируются зонами повышенных градиентов поля силы тяжести [16]. Можно предполагать, что в кальдере Узон широтные сбросы перекрыты озерными отложениями. Такое предположение подтверждается непосредственными наблюдениями в поле — сбросовые уступы, отлично выраженные в пемзовых отложениях сопки Открытой и в лавах молодых экструзий, скрываются под отложениями Второго озера и в них не проявлены. Отсюда можно сделать вывод о возрасте этой системы разрывных нарушений. Их образование произошло непосредственно перед отложением осадков Второго озера, возраст которых определяется верхнеплейстоценовым межледниковьем [1]. Это заключение подтверждается также данными по изучению экструзий в Узонско-Гейзерном районе. Согласно этим данным (личное сообщение Е. Н. Гриб), самые молодые выжимки дацитов экструзии Гейзерной, внедрившиеся по разлому широтного простирания, одновозрастны с экструзией Белой, которая внедрялась одновременно с формированием осадков Второго озера [1].

Таким образом, обзор приведенных данных позволяет уверенно оценить возраст широтных разрывных нарушений — начало верхнего плейстоцена.

Очевидна большая структурообразующая роль широтных сбросов. По-видимому, в основном они сформировали уступ северного ограничения Узонско-Гейзерной депрессии.

Отдельные кулисообразно-расположенные разломы прослеживаются от соп. Гейзерной на востоке до северного борта кальдеры Узон на западе в виде полосы запад-северо-западного простирания, совпадая с простиранием регионального Узонско-Валагинского разлома [11]. По-видимому, он как структура более древнего заложения контролировал размещение верхнеплейстоценовых разрывных нарушений.

Кроме широтных разрывных нарушений в пределах Узонско-Гейзерной депрессии проявлены также субширотные разрывы, близкие к простиранию регионального разлома. Встречены они в кальдере Узон, где сбросовые уступы субширотного простирания ограничивают с юга оз. Центральное, а также на северных склонах соп. Белой, где они имеют характер сбросов с опущенным южным крылом. Близкое к ним субширотное простирание имеют также термальные участки на дне кальдеры Узон [9, 12]. Приведенные факты свидетельствуют о том, что подвижки по субширотному разлому с простиранием ЗСЗ 280° продолжают по настоящее время, хотя разрывы этого направления выражены в районе значительно слабее, чем широтные или северо-восточные.

Концентрические по отношению к Узонско-Гейзерной депрессии разрывные нарушения представлены системой трещин и малоамплитудных

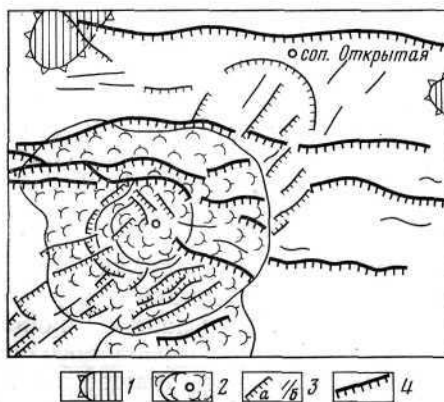


Рис. 4. Разрывные нарушения района соп. Открытой. 1 — выступы пород основания Узонско-Гейзерной депрессии; 2 — экструзивные купола; 3 — разрывные нарушения: сбросы (а), трещины (б); 4 — система широтных сбросов

сбросов, известных на бортах депрессии, а также системой кольцевых и конических даек, вскрывающихся в глубоких врезках р. Шумной. Многочисленные малоамплитудные сбросы, параллельные борту депрессии, откартированы нами на плато Широком (см. рис. 3). Сбросы имеют опущенное юго-западное крыло, амплитуда смещения составляет первые метры. В районе соп. Открытой разрывные нарушения, параллельные борту депрессии, носят в основном характер трещин без значительного вертикального смещения. Здесь же фиксируется крупный дуговой сброс, параллельный краю Узонско-Гейзерной депрессии. Сброс протягивается по северным склонам соп. Открытой, где он имеет строго широтное простираие, к востоку он постепенно изменяет свое простираие до северо-западного. В длину он превышает 3 км, опущено южное крыло, амплитуда смещения от 1—2 до 5—10 м.

Кроме описанных имеется также система дуговых трещин, удаленных от Узонско-Гейзерной депрессии на 5—10 км. и более. Н. А. Гусев [2] указывает, что кольцевые элементы на радиолокационных снимках этого района можно обнаружить и на расстоянии более 40 км от центра Узонско-Гейзерной структуры.

Остановимся более подробно на описании системы кольцевых и конических даек. Последние вскрываются в глубоких врезках по р. Шумной, на склонах плато Широкого и Горного плато (см. рис. 2). Дайки наследуют систему трещин, ориентированных концентрически по отношению к Узонско-Гейзерной депрессии. Нами изучено 12 даек, относящихся к этой системе. Под плато Круглым дайки имеют простираие СЗ 310°, в каньоне р. Шумной — субширотное, а на грабене Горного плато закругляются, приобретая в районе экструзии Бортовой северо-восточное простираие. Наклон даек различный. Большая их часть относится к кольцевым дайкам и имеет наклон от центра депрессии. Только дайка Длинная, наиболее удаленная от центра структуры, имеет наклон к центру. Угол наклона в обоих случаях составляет 75—80°, у кольцевой дайки ручья Прозрачного он выполаживается до 30°.

Имеющиеся в настоящее время данные по изучению механизма образования концентрических структур над магматическим очагом [6] позволяют, используя описанную систему даек, сделать некоторые заключения о глубинном строении района Узонско-Гейзерной депрессии. Опираясь на расчетные и экспериментальные схемы распределения напряжений над магматическим очагом, зная диаметр кольцевой структуры и углы наклона кольцевых и конических даек, можно оценить глубину верхней кромки предполагаемого магматического очага и его диаметр. Мы их оцениваем соответственно в 7—8 и 10 км (цифры приближительные и требуют проверки другими методами).

Время заложения концентрической системы трещин и малоамплитудных сбросов, если ориентироваться по системе концентрических даек, соответствует эпохе кальдерообразования в районе, т. е. отвечает второй половине среднего плейстоцена [1]. Подобные разрывы возникали и позже — в начале верхнего плейстоцена образовался дуговой разлом соп. Открытой, еще позже возникли разломы, секущие отложения Второго озера в кальдере Узон. Таким образом, восстанавливаемый промежуточный магматический очаг в недрах района существовал, по-видимому, в среднем — начале верхнего плейстоцена.

Заканчивая описание разрывных нарушений Узонско-Гейзерного района, можно наметить следующую последовательность их образования.

В начале среднечетвертичного времени образуется протяженная зона северо-восточных разрывных нарушений, которая фиксирует либо зарождение нового крупного разлома, пересекающего всю Восточную Камчатку, либо активизацию древнего погребенного разлома, не проявлявшего активности с дочетвертичного времени, Разрывные нарушения фор-

мируют в районе асимметричный раздвиг северо-восточного простирания. В месте пересечения этой системы разрывных нарушений с другим крупным разломом, имеющим субширотное простирание и существующим предположительно с миоцена [11], во второй половине среднего плейстоцена образуется система концентрических трещин, по которым происходит внедрение магмы из промежуточного магматического очага. Верхняя кромка последнего находится на глубине 7—8 км. В начале верхнего плейстоцена активизируются движения по субширотному разлому и образуется система широтных сбросов. При этом частично возобновляются просадки по концентрическим разломам. Система сбросов формирует северные борта Узонско-Гейзерной депрессии. В верхнем плейстоцене продолжается разрастание вширь северо-восточного раздвига, образуются новые рои разрывных нарушений у его западного края. В конце верхнего плейстоцена и в голоцене вновь активизируется субширотный разлом, образуется сеть разрывных нарушений на дне кальдеры Узон.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Брайцева О. А., Богоявленская Г. Е., Эрлих Э. Н.* Геологическое строение Узонско-Гейзерной депрессии.— В кн.: Вулканизм, гидротермальный процесс и рудообразование. М.: Недра, 1974, с. 10—32.
2. *Гусев Н. А.* Тектоническое строение центральной части Восточного вулканического пояса Камчатки по данным дешифрирования радиолокационных аэроснимков. Экспресс-информация. Серия: Общая и региональная геология; геологическое картирование. ВИЭМС, 1973, с. 23—27.
3. *Заварицкий А. Н.* Линейное расположение вулканов Камчатки.— Тез. докл. на XVII Междунар. геол. конгрессе, 1937.
4. *Леглер В. А., Парфенов Л. М.* Системы разломов островных дуг.— В кн. Тектоническое районирование и структурно-вещественная эволюция северо-востока Азии. М.: Наука, 1979, с. 134—156.
5. *Леонов В. Л.* Геологическое строение каньона р. Шумной.— Вулканол. и сейсмол., 1982, № 2.
6. *Лучицкий И. В., Бондаренко П. М.* Механизм образования концентрических структур над магматическим очагом (по экспериментальным данным).— Геол. и геоф., 1974, № 10, с. 3—19.
7. *Масуренков Ю. П.* Структурная позиция Карымского вулканического центра.— В кн.: Вулканический центр: строение, динамика, вещество (Карымская структура). М.: Наука, 1980, с. 111—116.
8. *Масуренков Ю. П., Комкова Л. А.* Геодинамика и рудообразование в купольно-кольцевой структуре вулканического пояса. М.: Наука, 1978, с. 81—85.
9. *Пилипенко Г. Ф.* Современная гидротермальная деятельность в кальдере Узон.— В кн.: Вулканизм, гидротермальный процесс и рудообразование. М.: Недра, 1974, с. 72—83.
10. *Святловский А. Е.* Очерк истории четвертичного вулканизма и тектоники Камчатки. М.: Наука, 1967, с. 113—120.
11. *Шанцер А. Е.* Некоторые особенности эволюции тектоно-магматических структур Камчатки в зависимости от ее блокового строения и движения блоков в позднем кайнозое.— Бюл. вулканол. ст., 1979, № 57, с. 53—65.
12. *Шилин Б. В., Гусев Н. А., Вавилов Е. И., Кариженский Е. Я.* Термопроявления кальдеры Узон по материалам инфракрасной аэросъемки.— Сов. геол., 1973, № 2, с. 110—115.
13. *Штейнберг Г. С.* Об активности и строении вулкана Крашенинникова.— Бюл. вулканол. ст., 1964, № 37.
14. *Эрлих Э. Н.* Структурная приуроченность Узонско-Гейзерного геотермального района.— В кн.: Вулканизм, гидротермальный процесс и рудообразование. М.: Недра, 1974, с. 5—10.
15. *Эрлих Э. Н.* Генезис магмы и динамическая модель формирования Узонско-Гейзерной депрессии.— В кн.: Вулканизм, гидротермальный процесс и рудообразование. М.: Недра, 1974, с. 246—249.
16. *Эрлих Э. Н., Брайцева О. А., Зубин М. И.* Тектоника Узонско-Гейзерной депрессии.— В кн.: Вулканизм, гидротермальный процесс и рудообразование. М.: Недра, 1974, с. 32—37.