

Геология, вулканизм и структура района Узонской гидротермальной системы

I. СТРУКТУРНАЯ ПРИУРОЧЕННОСТЬ УЗОНСКО-ГЕЙЗЕРНОГО ГЕОТЕРМАЛЬНОГО РАЙОНА

Основной структурой, контролирующей Узонско-Гейзерную современную гидротермальную систему, является одноименная кольцевая вулканотектоническая депрессия¹.

Эта депрессия расположена в пределах центрального Карымско-Семячинского участка грабен-синклинали Восточной Камчатки (рис. 1). Для этого района, как и для всей структуры, характерно резко опущенное положение дислоцированных комплексов дочетвертичного фундамента. Если в смежных с грабен-синклиналью горст-антиклинальных поясах они располагаются на абсолютных отметках 1200—1500 м, то в пределах этой структуры они погружены ниже уровня вреза современной гидросети, т. е. ниже уровня моря. Учитывая эту разницу в абсолютных отметках выходов кровли дочетвертичных дислоцированных комплексов в пределах грабен-синклинали и смежных с ней структур, общий размах движений может быть оценен в 1500 м. Вероятно, что он в 1,5-2 раза выше этой величины. Ширина грабен-синклинали 50-60 км, длина 350 км.

Таким образом, размеры структуры имеют тот же порядок, что и размеры смежных горст-антиклинальных поднятий. Этим она резко отличается от нормальных рифтовых зон, ширина которых несопоставимо мала по сравнению с размерами свода, на фоне которого они образуются. На западе грабен-синклиналь граничит с горст-антиклинальным поднятием Восточного хребта Камчатки. К востоку от Карымско-Семячинского участка горст-антиклинальная зона отсутствует, и выполняющие грабен-синклиналь толщи непосредственно подходят к океану, в то время как смежные с севера и юга Кроноцко-Гамченский и Авачинско-Жупановский участки на востоке ограничены горстовыми поднятиями Кроноцкого и Шипунского полуостровов.

¹ Термины «кольцевая вулканотектоническая депрессия» и «кальдера обрушения» употребляются нами как синонимы. В тексте чаще употребляется первый термин, так как он лучше отражает наложенный характер этой структуры по отношению к вулканическим постройкам докальдерного времени, второй обычно ассоциируется с депрессией, приуроченной к вершине одного вулкана. Геоморфологические термины для этих структур — «депрессия» или «котловина».

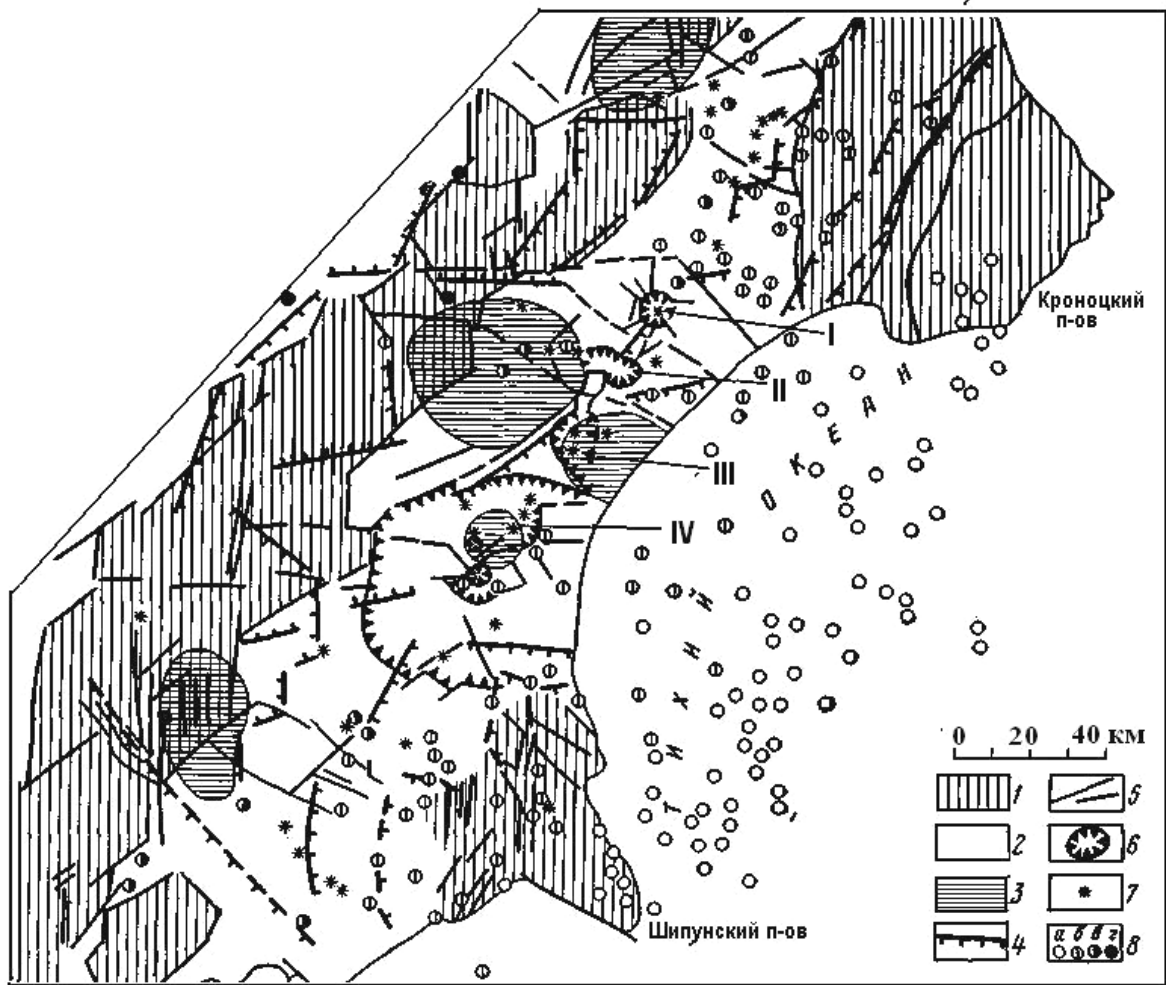


Рис. 1. Тектоническая схема Восточной Камчатки

1-горст-антиклинали; 2 - грабен-синклинали; 3-крупные отрицательные изометрические аномалии Δg -предполагаемые зоны периферических очагов гранитоидных магм; 4-разломы фундамента, по данным гравиметрической съемки (зоны высоких градиентов Δg); 5-разломы, установленные по геологическим данным; 6-вулканотектонические депрессии; 7-вулканы; 8-эпицентры землетрясений 196-1969 гг. с глубиной очага (по данным ежегодника «Землетрясения в СССР»: а-40-100 км; б-10-150 км; в-150-200 км; г - более 200 км.) I -кальдера Крашенинникова; II -Узонско-Гейзерная вулканотектоническая депрессия; III-вулканотектоническая депрессия Большого Семячика; IV-Карымско-Жупановская вулканотектоническая депрессия

Грабен-синклинали до краев заполнена плиоцен-нижне-среднечетвертичными эффузивно-пирокластическими породами. Кровля отложений образует в современном рельефе плоскую платообразную поверхность с абсолютными высотами 700—1200 м. Движения по разломам, секущим это плато, имеют значительную амплитуду вертикальных перемещений (первые десятки, редко более 100—150 м). Основные сформировавшие структуру движения имели место параллельно с образованием заполнивших ее толщ, т. е. завершились к нижне-среднечетвертичному времени. Последующая эпоха (вплоть до настоящего времени) характеризуется относительно спокойным тектоническим режимом. Сочленение грабен-синклинали со смежными зонами поднятий происходит по системам крупноамплитудных сбросов, вернее сбросо-сдвигов. Однако разломы эти на значительных участках перекрыты нижнечетвертичными базальтами, скрывающими подножие горных систем Восточного хребта и полуостровов Восточного побережья Камчатки. Это указывает на то, что основные движения по разломам обрамления структуры имели место в начальный период ее образования.

Для характеристики современного тектонического режима в пределах грабен-синклинали важно учесть, что граница зоны сплошного распространения мелкофокусных землетрясений, связанных с Курило-Камчатской сейсмофокальной зоной, совпадает с разломом восточного обрамления структуры на Кроноцко-Гамченском и Авачинско-Жупановском участках. Единичные мелкофокусные землетрясения, фиксирующиеся в пределах грабен-синклинали, связаны с системами секущих поперечных разломов. Таким образом, в отличие от горстовых поднятий восточного обрамления структуры, расположенных в зоне интенсивного сжатия, соответствующей верхней части сейсмофокальной зоны, грабен-синклинали

расположена в пределах нависающего над сейсмофокальной зоной блока коры, в пределах которого существует общая обстановка растяжения.

Фундаментом выполняющих грабен-синклинали вулканогенных плиоцен-четвертичных толщ на Карымско-Семячинском участке является дислоцированный комплекс терригенных отложений палеогенового возраста общей мощностью 5000—8000 м. По данным гравиметрических и магниторазведочных работ глубина залегания кровли пород кремнисто-вулканогенной толщи верхнего мела составляет здесь около 6 км. Выше палеогеновых отложений, судя по наблюдениям в прилегающей части Валагинского хребта, залегает толща терригенных пород миоцена - плиоцена мощностью до 300 м. Она с резким угловым несогласием перекрыта базальтами плато, датируемыми по палеомагнитным данным периодом последней инверсии магнитного поля. В целом можно говорить о резко наложенном характере грабен-синклинали. Различно лишь время начала известково-щелочного вулканизма в разных частях структуры: в Карымско-Семячинском районе он начинается в верхнем плиоцене (зона последней инверсии магнитного поля), в Кроноцко-Гамченском районе - в среднем плиоцене (Шанцер, 1966), а Авачинско-Жупановском районе - в верхнем миоцене. Таким образом, на Карымско-Семячинском участке грабен-синклинали вулканизм сдвинут по фазе по сравнению со смежными участками структуры, прилегающими к поперечным поднятиям Шипунского и Кроноцкого полуостровов; начало его здесь значительно запаздывает. Вероятно, именно с этим связана и специфика проявления четвертичного вулканизма.

Действительно, на Кроноцко-Гамченском и Авачинско-Жупановском участках основная вспышка кислого вулканизма предшествует образованию лав плато. В средне-верхнечетвертичное время массовые проявления кислого вулканизма здесь отсутствовали. Все основные аккумулятивные вулканические постройки четвертичного времени в этих районах сложены породами базальт-андезитового ряда. Присутствующие единичные вулканические образования кислого состава представлены небольшим количеством экструзивных куполов и небольшими по размерам потоками и выбросами пемз. В Карымско-Семячинском районе наиболее древние проявления кислого вулканизма относятся к периоду последней инверсии магнитного поля. Крупнейшие по масштабам выбросы кислого пирокластического материала имеют место в средне-верхнеплейстоценовое время.

Реликтовая деятельность центров кислого вулканизма продолжалась в голоцене, а на Карымском вулкане - по настоящее время. Естественно поэтому, что основной облик этого района определяется в основном не линейными рядами стратовулканов, а системой крупнейших на Камчатке кольцевых вулканотектонических депрессий, одной из которых является Узонско-Гейзерная структура.

При относительно спокойной тектонике чехла фундамент грабен-синклинали имеет сложное блоковое строение, обусловленное наличием в нем системы глубинных разломов. Характерно отсутствие единой линейной зоны разломов фундамента, контролирующей положение вулканических групп, отдельных вулканов и гидротермальных проявлений. Положение каждого центра вулканической активности и зон проявления гидротерм определяется совокупным влиянием ряда факторов глубинной структуры.

Среди глубинных разломов рассматриваемого района выделяется несколько по-разному выраженных, различно ориентированных, но генетически сопряженных систем нарушений.

Наиболее четко выражены на поверхности разломы (северо-восточного 20°) простирания, соответствующего общему простиранию структуры. Они маркируют границу грабен-синклинали со смежными зонами горстовых поднятий. Зоны этих разломов соответствуют границе поля распространения мелкофокусных землетрясений, связанных с сейсмофокальной зоной. Разломы этого простирания соответствуют простиранию основных элементов структуры полуострова и определяют поперечную зональность в строении и динамической обстановке его глубинных и поверхностных элементов. Во внутренних частях грабен-синклинали они выражаются в линейных зонах малоамплитудных сбросов, вдоль которых иногда располагаются системы шлаковых конусов. Таковы системы сбросов к северу и югу от Узонско-Гейзерной депрессии, пересекающие ее борта. Характерна сопряженность таких систем сбросов северо-восточного простирания во внутренних частях грабен-синклинали с однотипными разломами меридионального простирания.

Разломы северо-западного простирания образуют основную систему поперечных нарушений, определяющих продольную зональность структуры Камчатки. В пределах грабен-синклинали Восточной Камчатки они разграничивают отдельные блоки, которые при общем единстве структуры характеризуются различиями в строении фундамента, амплитуде движений и характере вулканизма. Наиболее четко выражены такие разломы на границах трех разных участков грабен-синклинали - Кроноцко-Гамченского, Карымско-Семячинского и Авачинско-Жупановского. Таков, в частности, разлом, проходящий по долине р. Кроноцкой. Он отражается в смене типа геофизических полей - магнитного и силы тяжести, а на поверхности выражен крупноамплитудным сбросом. Вертикальные перемещения вдоль разлома носили сложный характер; если судить по смежным горным системам, фундамент в юго-западном крыле опущен. Судя по лавовым горизонтам чехла, опущенным является северо-восточное крыло. Отмечаются следы горизонтальных перемещений вдоль этого разлома. В пределах Карымско-Семячинского участка разломы данного простирания фиксируются по геофизическим данным. Они перекрыты лавово-пирокластическим чехлом плиоцен-четвертичных отложений. Смещений по ним не отмечается. Картируются разломы геоморфологическим методом как системы трещин глубокого заложения, контролирующие направление

основных речных долин. Характерно, что разломы этого простирания располагаются между отдельными крупными вулканотектоническими депрессиями, разграничивая блоки, в которых они располагаются. Поверхностным их выражением в рассматриваемом районе являются трещинные зоны, вдоль которых заложены долины рек Шумной и Светлой, отделяющие район Узонско-Гейзерной депрессии от смежных блоков, в пределах которых расположены Семячинская кольцевая депрессия и кальдера Крашенинникова. Такие же разломы отмечаются в среднем и нижнем течении р. Пятой и низовьях р. Новый Семячик.

Разломы северо-восточного (45°) простирания, секущие по отношению к основному (20°), тоже северо-восточному простиранию структуры, наиболее четко выражены в пределах смежных с грабен-синклиналью горных систем, где они обуславливают кулисообразное смещение в плане отдельных структурных элементов. Разломы этой системы в пределах грабен-синклинали Восточной Камчатки продолжают систему сдвигов, прослеживающихся по р. Быстрой и далее в южной части горст-антиклинальной системы Восточного хребта. Они определяют конфигурацию границ грабен-синклинали в районе среднего течения р. Жупановой (рис. 1). В пределах грабен-синклинали они трассируются в основном по сумме косвенных признаков. Крупные центры кислого вулканизма и крупные изометрические отрицательные аномалии силы тяжести, близ которых они группируются, образуют общую линию этого направления, протягивающуюся от Дзэндзурского района в Карымской группе центров кислого вулканизма к району Большого Семячика и Узона.

Зоны разломов широтного простирания на поверхности выражаются в виде линейных систем коротких трещин. Характерна четкая приуроченность их к центральным частям вулканических групп и кратерным зонам отдельных вулканов. Такие разломы пересекают центральную часть Карымской кольцевой структуры, контролируют распределение экстрезивных куполов в центральной части Семячинской кольцевой вулканотектонической структуры. Крупная зона широтных разломов протягивается по северному обрамлению кальдеры Крашенинникова. На продолжении этих зон в пределах смежной горст-антиклинальной структуры Восточного хребта располагается ряд систем широтных разломов. По данным детальным сейсмологическим наблюдений за 1964—1969 гг., эпицентры землетрясений с глубиной очага более 100 км располагаются в виде полос широтного простирания, совпадающих с этими системами трещин, или трассирующих их продолжение. В соответствии с общей закономерностью распределения очагов землетрясений сейсмофокальных зон, глубина отдельных очагов землетрясений в пределах таких полос последовательно увеличивается в направлении на запад, т. е. по падению сейсмофокальной зоны. Такая полоса эпицентров протягивается от шельфа близ восточного побережья Камчатки к району Узонско-Гейзерной депрессии, пересекая его (рис. 1). При этом глубина очагов землетрясений изменяется от 100—120 км близ восточного побережья до 280 км в районе депрессии.

Говоря о структурной приуроченности Узонско-Гейзерной депрессии, важно отметить приуроченность ее к периферической части крупной отрицательной аномалии силы тяжести - Узонской аномалии. Депрессия имеет в плане овальную форму. Размеры ее составляют 50×45 км. Аномалия характеризуется высокой интенсивностью и значительными градиентами. Глубина центра тяжести аномалиеобразующего объекта составляет 14-18 км. Дефект масс равен $200-250 \cdot 10^{16}$ г. По ее периферии кроме Узонско-Гейзерной депрессии располагаются такие вулканы, как Тауншщ, Семячинская вулканическая группа. Соответствия этой аномалии структурам чехла или фундамента грабен-синклинали не отмечается. Отмечен общий характер пространственной и генетической связи центров кислого вулканизма Камчатки с аномалиями такого типа (Зубин и др., 1971). Общность характеристик этих аномалий (изометричность, поперечные размеры, интенсивность, градиенты) позволяет считать их следствием одной причины. Глубина центров тяжести источников аномалии, по гравиметрическим данным, колеблется от 10 до 20 км. Указанные отрицательные аномалии можно считать следствием присутствия в коре магматических очагов кислого состава. Дефект масс этих объектов составляет от 10×10^{18} до 200×10^{16} г, что при допустимых значениях избыточных плотностей дает объем от 500 до 1000 км³. Контуры аномалий в поверхностных структурах не выражаются. Центры кислого вулканизма расположены по периферии этих глубинных структур.

Система глубинных и поверхностных зон нарушений определяет сложную блоковую структуру грабен-синклинали и контролирует положение периферических очагов, вулканотектонических структур и отдельных вулканических центров в ее пределах. Характерно, что важнейшие зоны структурных глубинных нарушений теснейшим образом связаны с движениями в сейсмофокальной зоне. Глубина заложения разломов различна.