

ЛЕОНОВ В. Л.

РАЗРЫВНЫЕ НАРУШЕНИЯ ПАУЖЕТСКОЙ ВУЛКАНО-ТЕКТОНИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ

Паужетская вулcano-тектоническая структура на Южной Камчатке выделена и описана в последнее время (Шеймович, 1974; Литасов и др., 1974; Балеста и др., 1976; Кожемяка, Огородов, 1977; Долгоживущий центр..., 1980). С ней связаны многочисленные термопроявления, в том числе Паужетское месторождение термальных вод (Паужетские горячие воды..., 1965). Изучение структуры привело исследователей к выводу, что в ее формировании большую роль играли процессы аккумуляции и выноса больших объемов изверженного материала (Кожемяка, Огородов, 1977). При этом считали, что роль тектоники в формировании структуры была невелика. В данной статье мы попытались проанализировать имеющийся материал о разрывных нарушениях Паужетского месторождения и всей структуры и пришли к выводу, что роль разломов в формировании Паужетской структуры может быть гораздо большей, чем она в настоящее время предполагается. Нами также предложена динамическая интерпретация разрывных нарушений района, которая позволила оценить их роль в тепловом питании месторождения термальных вод на разных этапах его истории.

Разрывные нарушения Паужетского месторождения термальных вод

Первая схема разрывных нарушений месторождения была составлена в 1968 г. В. И. Белоусовым и Е. Н. Гриб (Белоусов и др., 1976). Ими было выделено 12 разрывных нарушений северо-западного и северо-восточного простираний. Отдельным нарушениям были присвоены собственные названия. В последние годы для территории месторождения были получены новые аэрофотоматериалы с топоосновой масштаба 1 : 10 000, что позволило уточнить предложенную ранее схему разрывных нарушений привязать ее к конкретному рельефу. Почти все нарушения, выделенные ранее, были подтверждены и за ними сохранено прежнее название (рис. 1).

Выделение отдельных разрывов базировалось на детальном дешифрировании аэрофотоснимков, выявлении трещинных зон и прослеживании их на местности. Резко обособленные трещинные зоны шириной 50—100 м и протяженностью 2—4 км рассматривались как разрывные нарушения. Так, например, были подтверждены выделенные ранее разломы субмеридионального простирания: Паужетский, Камбальный, Надежды; северо-восточного простирания: Пятый, Термальный, Березовый, Безымянный; северо-западного простирания: Быстрый и разлом, трассируемый ручьем Трудным. Кроме того, выделены разрывы в северной и восточной частях месторождения и разрыв вдоль ручья Светлого. Сеть мелких трещин северо-восточного простирания, трассируемых оврагами и ручьями, отдешифрирована на востоке месторождения. Эти трещины не

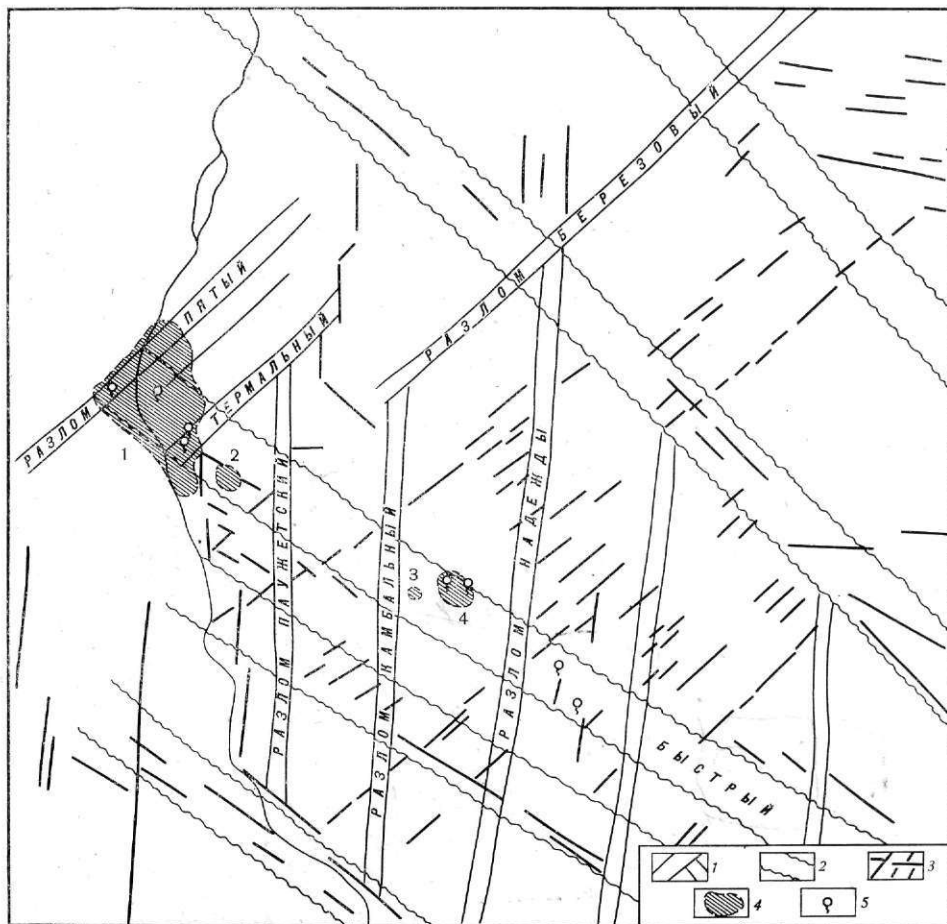
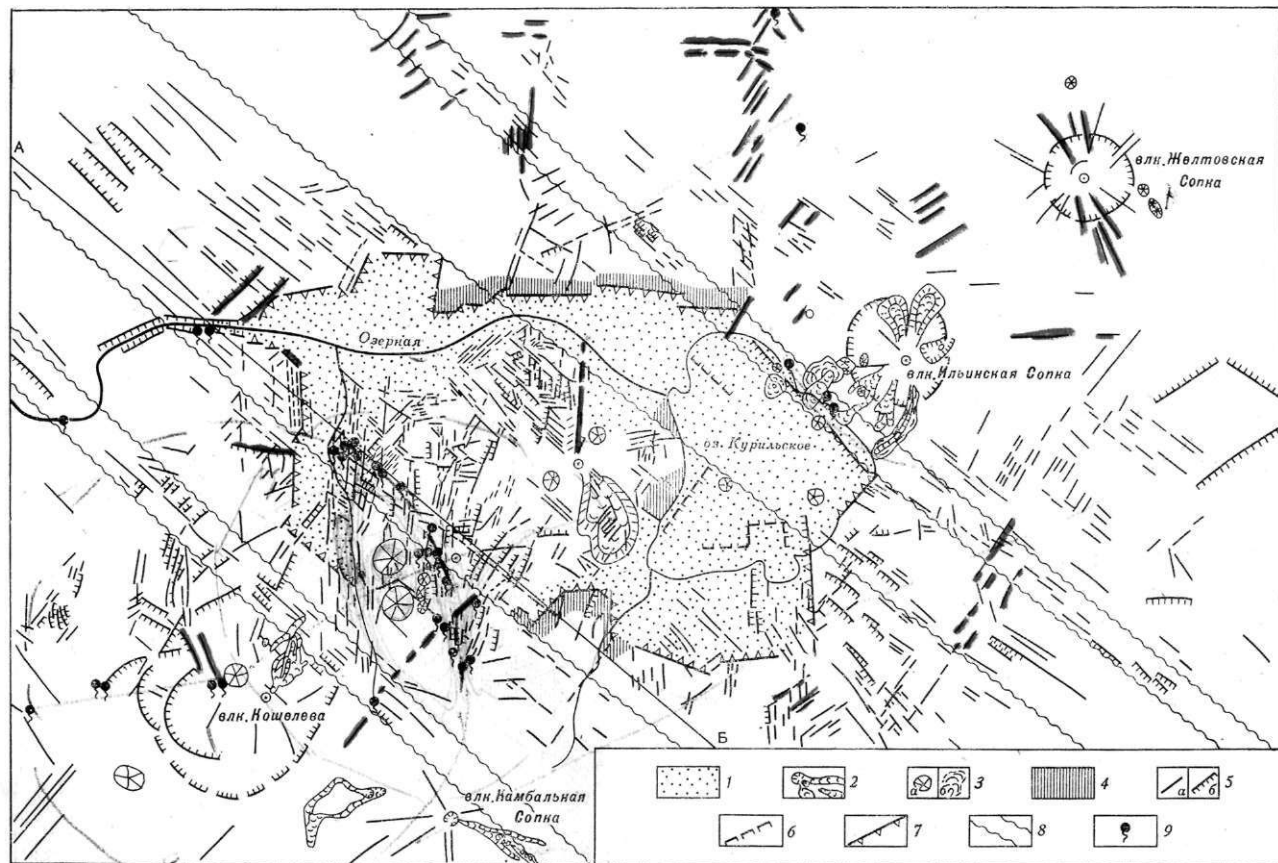


Рис. 1. Схема разрывов Паужетского месторождения термальных вод. 1 — разломы северо-восточного и меридионального простираний; 2 — разломы северо-западного простирания; 3 — трещины, не объединяемые в зоны разломов; 4 — термальные поля (1 — Паужетское, 2 — Верхнее, 3 — Теплая полянка, 4 — Восточно-Паужетское); 5 — отдельные термопроявления

объединяются в обособленные зоны, а распределены равномерно по площади. По-видимому, они являются наиболее молодыми образованиями, так как секут другие трещинные зоны.

Разрывные нарушения Паужетской вулкано-тектонической структуры

Уже на первых тектонических схемах Южной Камчатки (Власов, 1964; Апрельков, 1971) были выделены разломы, ограничивающие горст Гольгинских гор: субмеридиональный — по рекам Выченкия, Унканович и субширотный — по р. Озерной. Не вызывал также сомнения субмеридиональный разлом по р. Паужетке, подтвержденный бурением первых скважин на месторождении (Аверьев, Святловский, 1961; Литасов и др., 1974; Белоусов и др., 1976). В дальнейшем Паужетский, Выченкинский и Озерновский разломы были подтверждены геофизическими работами (Ермаков и др., 1974; Балеста и др., 1976, 1980). Для первых двух разломов было установлено, что они представляют собой сбросы к востоку с амплитудой соответственно около 1 км и 250—400 м. Кроме того, по



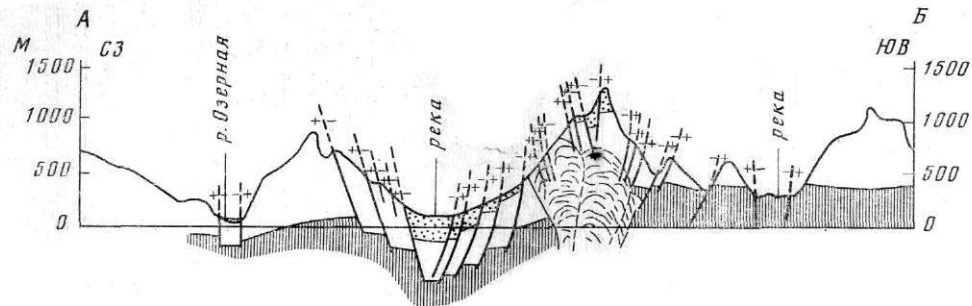


Рис. 2. Схема тектонической трещиноватости Паужетской вулcano-тектонической структуры.

1 — погруженные участки в современной структуре Паужетской депрессии; 2 — голоценовые кратеры, воронки взрыва, маары и связанные с ними лавовые потоки; 3 — плейстоценовые вулканические конусы и экструзии: а — в плане, б — на разрезе; 4 — палеоген-неогеновые песчаники в пределах Паужетской депрессии и на разрезе; 5 — трещины: а — без

смещения, б — с установленным смещением; 6 — предполагаемые разломы на дне Курильского озера; 7 — разломы ограничения Паужетской депрессии; 8 — зоны трещиноватости северо-западного простирания; 9 — термоаномалии: горячие источники, паровые струи и др.

геофизическим данным были выделены разломы: Прибрежный, Явинский, Ключевской, Право-Каюковский и ряд других (Балеста и др., 1980). Роль кольцевых и дуговых разломов в строении Паужетской вулкано-тектонической структуры по результатам дешифрирования топографических карт, аэрофотоснимков и космических снимков — явно подчиненная (Симбирев, 1976; Априлков и др., 1979).

На рис. 2 приведена составленная нами схема тектонической трещиноватости района, основанная на детальном дешифрировании аэрофотоснимков разного масштаба и на полевом изучении отдельных разломов. Протяженные зоны сгущения трещиноватости рассматриваются нами как проявление на поверхности зон разрывных нарушений разного порядка.

На схеме привлекают внимание два момента. Во-первых, выделяется мощная (до 10 км шириной) зона сгущения трещиноватости северо-западного простирания. Эта зона прослеживается северо-западнее и юго-восточнее Паужетской депрессии и пересекает ее в центральной части. Сама депрессия расположена внутри этой зоны и, возможно, контролируется ею. Эту зону по аналогии с зонами трещиноватости более мелкого порядка можно рассматривать как проявление на поверхности зоны разрыва глубокого заложения и длительной истории формирования.

Другой момент, который обращает на себя внимание, — это изменчивость простирания трещин и разрывов в структуре Камбального хребта. В осевой части хребта наблюдается их веерообразное расхождение с юга на север, тогда как на западных склонах и в долине р. Паужетки преобладают разрывные нарушения субмеридионального простирания. В структуре сложнопостроенного экстрезивного массива Дикий Гребень преобладают трещины северо-западного простирания. Изменчивость простирания разрывных нарушений внутренней части Паужетской депрессии обусловлена сложной историей их возникновения, о чем будет сказано ниже.

Субмеридиональные разрывные нарушения Камбального хребта и долины р. Паужетки севернее р. Озерной срезаются субширотным разломом подножия Голыгинских гор.

Ниже приводится описание зон сгущения трещиноватости, которые имеют региональное распространение и пересекают Паужетскую структуру. Наиболее крупной из них является Центральная зона трещиноватости северо-западного простирания. Она относится к структурам первого порядка, имеет ширину около 10 км и длину более 60 км. Зона состоит из множества более мелких разрывных нарушений длиной 1—3 км.

Зоны трещиноватости северо-западного простирания второго порядка следующие (см. рис. 2).

1. Шумная зона разломов — Явинский разлом (?) (по Балесте и др., 1980), протягивается от термопроявлений в верховьях р. Паужетки (Теплое озерко) через побочные кратеры Кошелевского вулкана к термопроявлениям устья р. Шумной. Ее ширина до 3 км, длина 20—25 км, северо-восточный блок опущен на 150—300 м.

2. Термальная зона — протягивается от Первых горячих ключей до парогазовых струй Камбального хребта. Ширина 1,5—2 км, длина 15—20 км. Зона включает в себя разрывные нарушения северо-западного простирания Паужетского месторождения термальных вод.

3. Курильская зона — протягивается вдоль северо-восточного берега Курильского озера к верховьям р. Правый Кошегочск. Она трассируется термальными источниками, полями измененных пород, экстрюзиями Голыгинских гор; ширина зоны 1,5—2 км, длина 20—25 км. В районе Курильского озера зона представляет собой, по-видимому, сброс с опущенным на 250—300 м юго-западным крылом.

Зоны трещиноватости северо-восточного простирания второго порядка следующие:

1. Правокаюковская зона — Правокаюковский разлом (?) (по Балесте и др., 1980), протягивается от р. Правый Каюк до р. Третья речка. Ширина 1—2 км, длина ~30 км, установлено опускание юго-восточного крыла на 250—700 м.

2. Паужетская зона (Белюсов, 1965)—протягивается вдоль северо-западных подножий Камбального хребта и Дикого Гребня. Ширина 1—1,5 км, длина до 15 км. Зона представляет собой серию сбросов, опущено юго-восточное крыло, амплитуда до 50 м, углы наклона сместителей 75—80°.

3. Восточная зона — протягивается вдоль восточных подножий вулканов Желтовского и Камбального. Ширина 2—4 км, длина более 30 км. В районе гор Толстая и Ушастый Камень отдельные разломы, входящие в эту зону, относятся к сбросам с опущенным юго-восточным крылом.

Кроме этих зон выделяется также субмеридиональная зона сгущения трещиноватости, которую трассируют русла рек Унканович, Выченкия, Гаврюшка. Эта зона является, по-видимому, поверхностным выражением Выченкинской зоны разломов (Власов, 1964; Апрельков, 1971; Апрельков и др., 1979). На региональных тектонических картах (Лебедев и др., 1979) зона совпадает с направлением глубинного Тигильско-Курильско-то меридионального разлома, пересекающего всю Камчатку.

Особое положение занимают субмеридиональные разрывные нарушения бассейна р. Паужетки. Они распространены в полосе шириной 10 км и тесно связаны с образованием грабенообразной депрессии, описанной ниже. Наиболее крупным нарушением в этой части структуры является меридиональный разлом подножия гор Ключевская и Шумная. По геолого-геофизическим данным (Балеста и др., 1980) к востоку от этого разлома происходит ступенчатое погружение блоков пород с амплитудой до 800 м.

Рассматриваемый район пересекает также субширотная зона разрывных нарушений, которая выявляется по значительным градиентам силы тяжести (Ермаков и др., 1974). Она получила название Озерновской зоны широтных разломов. На тектонической карте Камчатки (Лебедев и др., 1979) зона описана, как Кошелевско-Курильский глубинный разлом. На поверхности зона выражена уступами ограничения Паужетской депрессии с севера и частично с юга, а также разрывами, трассируемыми реками Озерной и Ильинской. Эти разрывы дешифрируются на космических снимках (Апрельков и др., 1979), но плохо проявляются на составленной нами схеме трещиноватости. Предполагается, что движения по ним не проявлялись в новейшее время.

Основы динамической интерпретации разрывных нарушений

Региональное поле напряжений Южной Камчатки в кайнозое. По данным В. Н. Аверьяновой (1968, 1974), Л. М. Балакиной (Балакина и др., 1972; Балакина, 1974), И. Г. Симбиревой, С. А. Федотова и В. Д. Феофилактова (1977), определяющей особенностью регионального поля напряжений Курило-Камчатской области, установленной по сейсмологическим данным, является преобладающее горизонтальное сжатие северо-северо-западного— юго-юго-восточного направления. При такой ориентировке поля напряжений сжатие идет по вектору, ориентированному под углом к простиранию сейсмофокальной зоны. Это отклонение ориентировки вектора сжатия от нормали к дуге, по мнению Э. Н. Эрлиха (1973), должно привести к заключению, что движение по сейсмофокальной зоне имеет сдвиговую компоненту, направленную вдоль простирания островной дуги. Работы В. А. Леглера (1974, 1976) и В. А. Леглера, Л. М. Парфенова (1979) позволили выделить на Камчатке Начикинско-Кумрочский левый сдвиг длиной ~ 600 км (рис. 3) и связать с его формированием образование меридиональных грабенов: Быстринского,

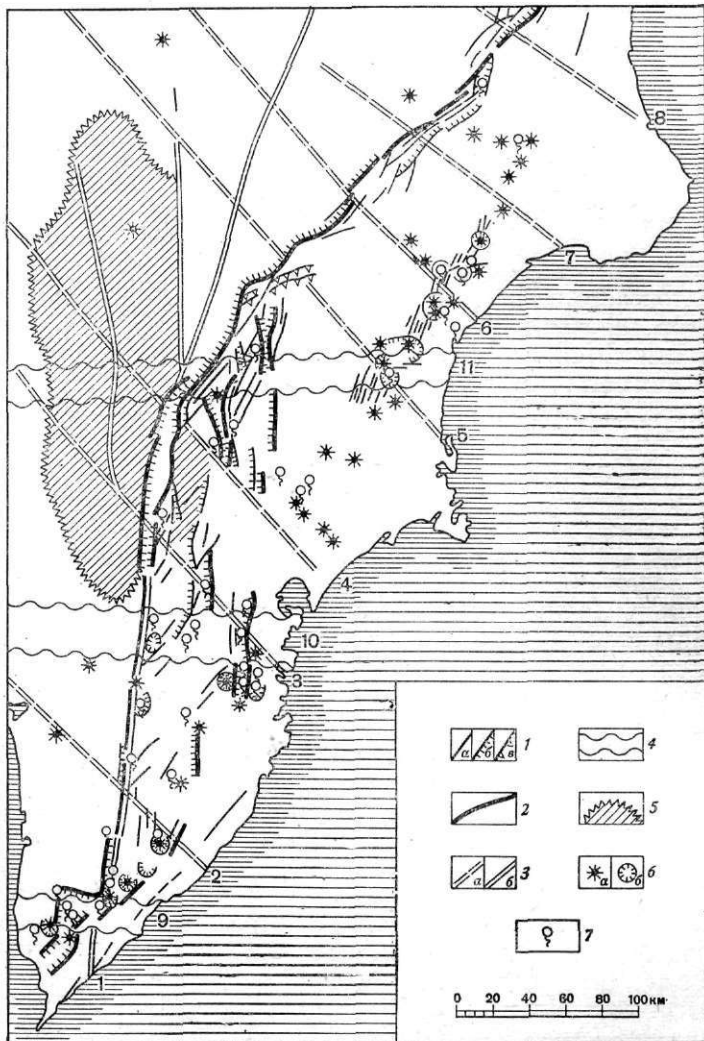


Рис. 3. Схема разломов Восточной Камчатки, активных в неоген-четвертичное время (по материалам Лебелева и др., 1979; Апрелькова и др., 1979; Леглера, Парфенова, 1979). 1 — система разрывных нарушений Начикинско-Кумрочского сдвига, связанных с ним грабенов и Паужетской депрессии: *a* — разломы без значительной вертикальной составляющей, *b* — сбросы с амплитудой более 100 м, *в* — надвиги; 2 — разломы, ограничивающие предполагаемую зону растяжения; 3 — разломы северо-западного (*a*) и субмеридионального (*b*) простирания (1 — Тигильско-Курильский, 2 — Авачинский, 3 — Вилучинский, 4 — Петропавловский, 5 — Жупановский, 6 — Утхолокский, 7 — Николкинский, 8 — Тигильский); 4 — разломы широтного простирания (9 — Кошелёвско-Курильский, 10 — Больше-Баннный, 11 — Кагниссинско-Карымский); 5 — Срединный Камчатский и Ганальский выступы; 6 — вулканы (*a*) и кальдеры (*b*); 7 — термальные источники

Среднеавачинского и др. Эти грабены обнаруживают все характерные признаки присдвиговых зон растяжения. Изучение этих структур показало, что, начиная с позднего плиоцена, сеть разломов Восточной Камчатки развивалась постепенно и тектоническое напряжение с этого времени по направлению не менялось (Леглер, Парфенов, 1979).

Роль меридиональных структур в тектонике Южной Камчатки. Наиболее отчетливо роль меридиональных структур в тектонике Южной Камчатки проявилась при дешифрировании космических снимков (Апрелков и др., 1979). Один из таких разломов был прослежен на космическом снимке от побережья Тихого океана через Курильское озеро, по

р. Унканович, по р. Саван и далее до Центрально-Камчатской депрессии, где его северным продолжением служит хорошо известный на геологических картах меридиональный разлом на восточных склонах Срединного хребта. Этот разлом, выделенный на тектонических картах Камчатки (Лебедев и др., 1979) как Тигильско-Курильский, является основной структурной линией Южной Камчатки. К востоку от него располагается упоминавшаяся выше присдвиговая зона растяжения с меридиональными грабенами: Быстринским, Среднеавачинским, Кавычинским, Левоавачинским, Начикинским, Паратунским. Зона растяжения, по нашему мнению, протягивается и далее к югу, где она выражена грабенообразными депрессиями, а также в виде цепочек вулканов и шлаковых конусов меридионального простирания (Апрелков и др., 1979). В районе Паужетской структуры наблюдается субмеридиональный грабен р. Паужетки.

Таким образом, вся Южная Камчатка от рек Быстрая и Авача на севере до р. Паужетки на юге представляется нами как область растяжения, тесно связанная с левосдвиговыми перемещениями по разломам северо-восточного простирания. В этой области наблюдается широкое развитие грабенов и трещин субмеридионального простирания. Тигильско-Курильский разлом на этом отрезке является зоной отрыва, западнее которой расположены стабильные блоки пород фундамента (от Срединного массива до горста Гольгинских гор), а восточнее формируется раздвиговая зона. В районе Паужетской структуры наблюдается как бы смещение южной части зоны раздвига к западу вдоль разлома субширотного простирания.

Роль структур северо-западного простирания в тектонике Южной Камчатки. На основе анализа гравиметрических полей на Камчатке установлены разломы северо-западного направления, проходящие через весь регион (Яроцкий, 1974; Тарасенко и др., 1974). Они классифицируются как древние глубинные разломы. А. Е. Шанцер (1979₁) считает эти нарушения реликтами структур, активно развивавшихся в мезозое и проявляющихся в современной структуре Камчатки фрагментарно за счет «подавления» их развивающимся молодым структурным планом северо-восточного простирания. Вектор максимального сжатия регионального поля напряжений Камчатки в кайнозое направлен параллельно простиранию северо-западных структур, благодаря чему их можно считать открытыми и классифицировать как трещины отрыва (Накамура, 1977). Описание конкретных структур (Шанцер, 1979₂) показывает, что активизация разломов северо-западного простирания происходила периодически вплоть до четвертичного времени и с нею, возможно, связана жизнь глубоких магматических очагов. На поверхности такие разломы проявляются в виде системы трещин, трассируются шлаковыми, лавовыми конусами и другими проявлениями молодого вулканизма. Северо-западные разрывные нарушения Южной Камчатки и, в частности, описываемого района пересекают различные структуры (Паужетскую депрессию, горст Гольгинских гор), не участвуя в формировании их границ. Но с этими разломами связаны все основные термопроявления Паужетской депрессии, голоценовые побочные конусы вулкана Кошелева, поля измененных пород и экстрезии Гольгинских гор и пр., т. е. эти разломы, не участвуя в формировании четвертичной структуры района, обеспечивают, по-видимому, благоприятные условия для поступления из недр Земли растворов и магм.

Динамическая интерпретация разрывных нарушений Паужетской вулcano-тектонической структуры

При интерпретации разрывов Паужетской структуры мы опирались на следующее. Во-первых, на преобладание линейных структур и подчиненное значение кольцевых и дуговых нарушений. Во-вторых, на резкие ли-

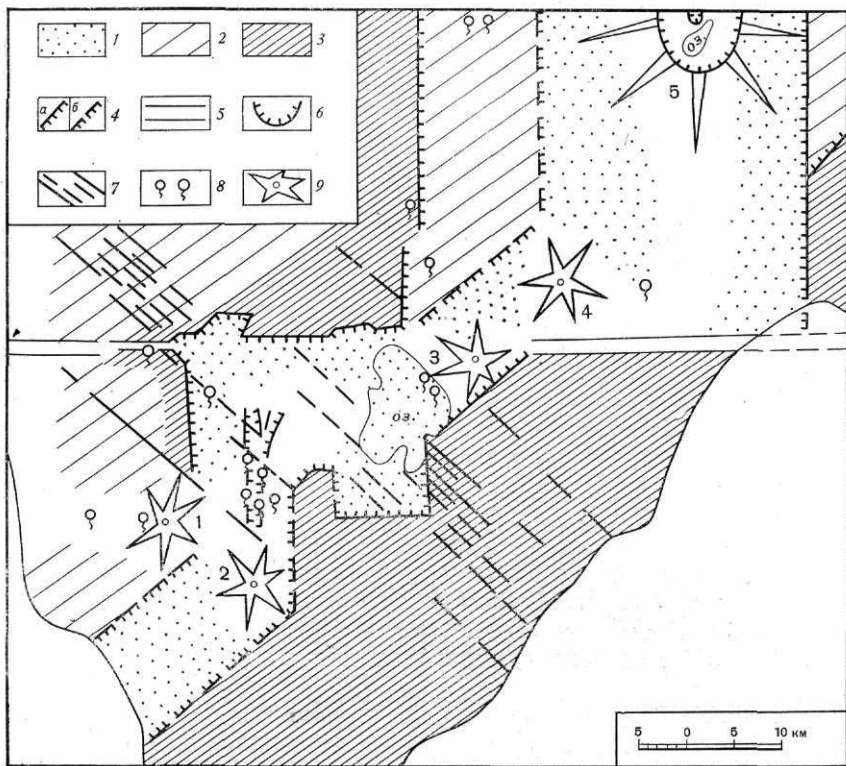


Рис. 4. Модель строения Паужетской вулкано-тектонической структуры.
 1 — депрессии в современной структуре, занятые аллювиальными отложениями и пемзопирокластическими покровами; 2 — области преобладающего развития неоген-нижнечетвертичных отложений; 3 — области преобладающего развития палеоген-неогеновых отложений; 4 — разломы ограничения «структурного трога» Южной Камчатки и вершинного рифта Камбального хребта; а — установленные; б — предполагаемые; 5 — трансформный разлом; 6 — кальдера; 7 — зона разрывных нарушений северо-западного простирания; 8 — термальные источники, 9 — вулканы (1 — Кошелевский, 2 — Камбальный, 3 — Ильинский, 4 — Желтовский, 5 — Ксудач)

нейные границы Паужетской депрессии и горста Голыгинских гор, заложившиеся по соответствующим субмеридиональным и субширотным разломам. В-третьих, на поведение кровли палеоген-неогеновых песчаников во внутренней части Паужетской депрессии и на рисунок сетки разломов Камбального хребта.

Эти данные позволяют предложить следующую модель строения Паужетской структуры (рис. 4). Предполагается, что основную роль в формировании Паужетской структуры сыграли движения по меридиональным (Паужетскому и Выченкийскому) и субширотному (по р. Озерной) разломам. К востоку от этих разломов образовались грабенообразные депрессии субмеридионального простирания — «структурный трог», по А. Е. Святловскому (Аверьев, Святловский, 1961), «грабен-синклиналь Южной Камчатки», по Э. Н. Эрлиху (1973), «Камбально-Гореловский вулкано-тектонический грабен», по С. Е. Апрелькову (1979). Субширотный разлом по р. Озерной, по которому происходит смещение южных структур к западу, аналогичен трансформным разломам типа рифт — рифт.

Образование грабенообразных депрессий Южной Камчатки, как было показано выше, надо связывать с перемещениями по типу левого сдвига вдоль разломов северо-восточного простирания. Результатом такого перемещения явился отрыв двигающихся к северо-востоку блоков восточ-

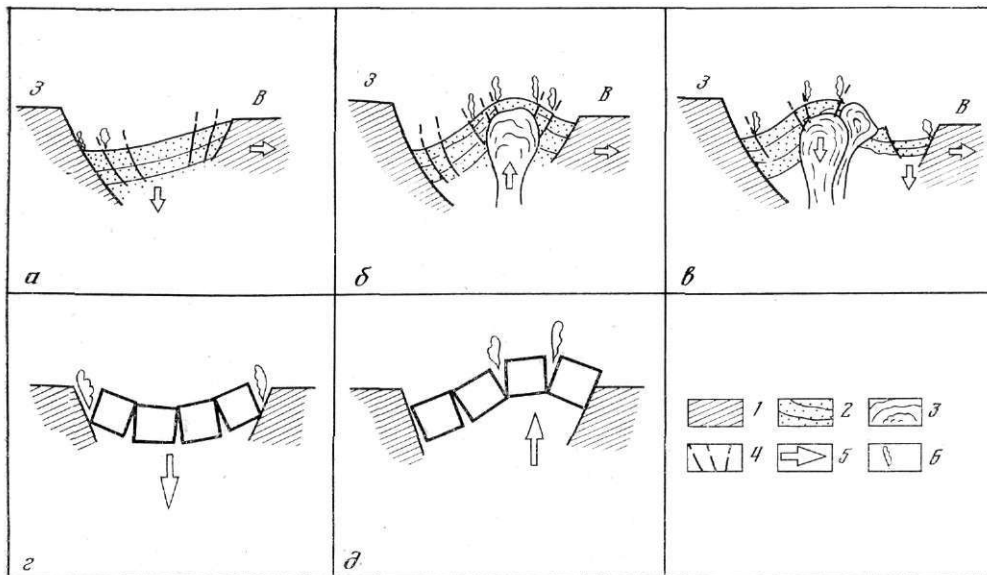


Рис. 5. Три стадии развития Паужетской структуры.

а—I стадия, ранний плейстоцен; *б*—II стадия, средний плейстоцен; *в*—III стадия, голоцен; *г*, *д*—схемы, иллюстрирующие характер раскрытости разрывов в разных частях структуры при преобладании нисходящих (*г*) и восходящих (*д*) движений (по Вартаняну, 1977).

1 — блоки приподнятых пород, ограничивающих структуру; 2 — блоки опущенных пород внутренней части структуры; 3 — экструзии; 4 — разрывные нарушения; 5 — направление относительных перемещений блоков пород; 6 — термопроявления

ного побережья Камчатки от относительно стабильных блоков западной Камчатки. Отрыв произошел вдоль разломов меридионального простирания. Паужетская вулcano-тектоническая депрессия заложилась в позднем плиоцене — раннем плейстоцене (Литасов и др., 1974). На схеме трещиноватости (см. рис. 2) видно, что в строении ее внутренних частей основную роль играют разрывные нарушения субмеридионального простирания, которые особенно ярко проявлены в бассейне р. Паужетки. Как видно из разреза, в этой части депрессии наблюдается наибольшее погружение пород, достигающее по кровле палеоген-неогеновых песчаников не менее 600 м. Погружение подтверждается также геофизическими данными (Балеста и др., 1976). Далее к востоку на западном побережье Курильского озера и по рекам Этамынк и Хакыцин песчаники выходят на дневную поверхность и встречаются на абсолютных отметках до 300—400 м. Таким образом, вырисовывается грабен, ограниченный меридиональными разломами и резко обрывающийся к северу по субширотному разлому. Восточная часть грабена в среднеплейстоценовое время была осложнена поднятием Камбального хребта. Разломы осевой части хребта веерообразно расходятся с юга на север, отмечая, с одной стороны, как бы отражение границ более древних структур, а с другой — раскрытие структур к северу. Характер перемещений по разломам показывает, что они осложняют осевую зону поднятия, формируя вершинный рифт. В голоцене структура осложнилась внедрением лав Дикого Гребня и просадкой в районе Курильского озера (Долгоживущий центр..., 1980).

Таким образом, в четвертичной истории развития структуры Паужетской вулcano-тектонической депрессии можно выделить три стадии (рис. 5, *а*—*в*). На первой стадии, в раннем плейстоцене, в результате отрыва восточного блока Южной Камчатки от западного произошло заложение грабена субмеридионального простирания. Характер движения

блоков обусловил асимметричное строение грабена — большее погружение его западной части. На второй стадии, в среднем плейстоцене, восточная часть грабена была осложнена поднятием Камбального хребта, которое было связано с внедрением экструзий в его центральной части. Наконец, на третьей стадии, в голоцене, структура еще более осложнилась внедрением лав Дикого Гребня, просадкой района Курильского озера и образованием вершинного рифта Камбального хребта.

Зона разрывных нарушений северо-западного простирания, пересекающая Паужетскую структуру в центральной ее части, не играла большой роли в развитии четвертичной структуры района. Но, являясь более древней, она, по-видимому, определила место заложения Паужетской депрессии, а в четвертичный период контролировала проявление вулканической и термальной деятельности.

Роль разрывных нарушений в тепловом питании Паужетского месторождения термальных вод

Предложенная интерпретация образования разрывных нарушений Паужетской депрессии позволяет высказать некоторые соображения о возможной роли разрывов в питании Паужетской гидротермальной системы. На первой стадии при образовании грабена активными были меридиональные разломы, ограничивающие грабен с запада (см. рис. 5, а, з). Они были наиболее доступны для поступающих с глубины растворов. На второй стадии в связи с поднятием Камбального хребта эти разломы оказались в обстановке поперечного сжатия. Активизировались разломы осевой части хребта (рис. 5, б, д). На третьей стадии открылись разломы, ограничивающие вершинный рифт Камбального хребта (рис. 5, в, з). Эта стадия, продолжающаяся и в настоящее время (см. схематические планы термальных полей Камбального хребта — Белоусов и др., 1976), предполагает, что остальные меридиональные разломы Паужетской депрессии находятся в обстановке сжатия.

На схеме разрывов Паужетского месторождения (см. рис. 1) лучше всего проявлены разрывы меридионального простирания. Менее выражены на поверхности разрывы северо-восточного и северо-западного простираний. Меридиональные разрывы, открытые в раннем плейстоцене, в настоящее время играют роль структурных экранов, ограничивающих распространение термального водного потока. Разрывные нарушения северо-западного простирания в настоящее время открыты и контролируют распределение термопроявлений на поверхности. Это хорошо видно на примере разлома Быстрого, вдоль которого располагаются Паужетское термальное поле, Верхнее термальное поле, Теплая полянка, Восточно-Паужетское поле и ряд других более мелких термопроявлений.

Разрывы северо-восточного простирания, как было показано выше, являются наиболее молодыми, но выявлены и изучены они были раньше других (Белоусов, 1965). Так, разлом Термальный был предположительно выделен еще в 1956 г. В. В. Ивановым и А. С. Нехорошевым на основании термометрической съемки и расположения крупных кипящих источников и гейзеров (Сугробов, 1964). Имеющиеся в настоящее время данные об этих разломах указывают на то, что они не имеют регионального распространения, практически не проявились при формировании Паужетской структуры и Камбального хребта, а возникли и жили, скорее всего, в верхнем плейстоцене — голоцене. По-видимому, эти разломы, являющиеся сбросами с опущенными юго-восточными крыльями (Белоусов, 1965; Сугробов, 1964), связаны с просадками в осевой части Камбального хребта и, так же как разломы границ вершинного рифта, являются открытыми. В структуре Паужетского месторождения северо-восточные нарушения играют большую роль, контролируя выходы естественных термопроявлений и производительность скважин (Сугробов,,

1964, 1965). Наиболее доступными для гидротерм, как это видно также из гидротермометрической карты Паужетской термальной площади, являются места пересечений северо-западных и северо-восточных разломов.

Заключение

Главной целью проведенных работ была оценка возможной роли тектоники в формировании Паужетской вулкано-тектонической структуры и роли разрывных нарушений в структуре Паужетского месторождения термальных вод.

Взаимоотношение вулканизма и тектоники при образовании вулканотектонических структур во многих случаях остается неясным. Рассмотренная нами возможная роль тектоники в образовании и развитии Паужетской вулкано-тектонической структуры дополняет высказанные ранее представления о роли в ее образовании вулканизма (Белоусов и др., 1971; Литасов и др., 1974; Белоусов, Сугробов, 1977; Кожемяка, Огородов, 1977). Синтез тех и других данных в дальнейшем поможет изучению истории образования структуры. Определяющую роль в этом, по мнению автора, имела тектоника. Вулканизм, выражающийся на поверхности в виде концентрических структур, имел подчиненное значение.

Трещиноватость пород для циркуляции термальных вод на Паужетском месторождении, как отмечалось В. М. Сугробовым (1965), играет исключительную роль. Проницаемость трещинных каналов зависит от природы и морфологии систем разрывных нарушений. Поэтому при изучении любого региона в связи с поисками термальных и минеральных вод мы должны прежде всего обращать внимание на степень открытости и сжатости трещинных систем, а также их плановое положение (Вартанян, 1977).

Такой подход позволил определить возможную роль разломов различного простирания в тепловом питании Паужетской гидротермальной системы. Наиболее доступными для гидротерм следует считать разломы северо-западного простирания и особенно места пересечений северо-западных и северо-восточных разломов, которые могут быть рекомендованы для постановки буровых работ. Полученные результаты заставляют обратить более пристальное внимание на изучение разрывных нарушений как Паужетского месторождения, так и всей Паужетской вулканотектонической структуры.

ЛИТЕРАТУРА

- Аверьев В. В., Святловский А. Е. Вулканотектонические структуры Южной Камчатки.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1961, № 6, с. 98—100.
- Аверьянова В. Н. Детальная характеристика сейсмических очагов Дальнего Востока. М., «Наука», 1968.
- Аверьянова В. Н. Сейсмический режим в условиях сжатия и растяжения.— В кн.: Региональные исследования сейсмического режима. Кишинев, 1974.
- Апрелков С. Е. Тектоника и история вулканизма Южной Камчатки.— Геотектоника, 1971, № 2, с. 105—111.
- Апрелков С. Е., Ежов Б. В., Оточкин В. В., Соколов В. А. Вулканотектоника Южной Камчатки.— Бюл. вулканол. ст., 1979, № 57, с. 72—78.
- Балакина Л. М. Очаг землетрясений в поле напряжений в земной коре и верхней мантии окраинной зоны Тихого океана.— В кн.: Геофизика дна Тихого океана. М., «Наука», 1974.
- Балакина Л. М., Введенская А. В., Голубева Н. В., Мишарина Л. А., Широкова Е. И. Поле упругих напряжений Земли и механизм очагов землетрясений.— Сейсмология, вып. 8. М., «Наука», 1972.
- Балеста С. Т., Zubin M. И., Смирнов В. С. Глубинное строение Паужетского гидротермального района по геофизическим данным.— В кн.: Изучение и использование глубинного тепла Земли в вулк. областях (Тез. докл.). Петропавловск-Камчатский, 1976, с. 31—32.
- Балеста С. Т., Zubin M. И., Огородов Н. В. Глубинное строение структуры по геофизическим данным.— В кн.: Долгоживущий центр эндогенной активности Южной Камчатки. М., «Наука», 1980.

- Белоусов В. И.* Геологическое строение Паужетского месторождения высокотермальных вод.— В кн.: Паужетские горячие воды на Камчатке. М., «Наука», 1965, с. 23—30.
- Белоусов В. И., Кожемяка И. Н., Огородов Н. В., Сугробов В. М.* Кислый вулканизм и гидротермальная активность в Паужетском геотермальном районе.— Тез. докл. к XV Генеральной ассамблее МГТС. М., «Наука», 1971.
- Белоусов В. И., Сугробов В. М., Сугрובה Н. Г.* Геологическое строение и гидрогеологические особенности Паужетской гидротермальной системы.— В кн.: Гидротермальные системы и термальные поля Камчатки. Владивосток, 1976, с. 23—57.
- Белоусов В. И., Сугробов В. М.* О соотношении вулканизма и гидротермальной деятельности в геотермальных районах Камчатки.— В сб.: Вулканизм островных дуг. М., «Наука», 1977, с. 110—115.
- Вартанян Г. С.* Месторождения углекислых вод горно-складчатых регионов. М., «Недра», 1977.
- Власов Г. М.* Основные черты геологического строения территории и ее районирование. Геология СССР, т. XXXI. М., «Недра», 1964, с. 46—55.
- Долгоживущий центр эндогенной активности Южной Камчатки. М., «Наука», 1980.
- Ермаков В. А., Милановский Е. Е., Таракановский А. А.* Значение рифтогенеза в формировании четвертичных вулканических зон Камчатки.— Вести. Моск. ун-та. Геология, 1974, № 3, с. 3—20.
- Кожемяка Н. Н., Огородов Н. В.* Некоторые особенности вулканизма и генезиса Паужетской вулcano-тектонической структуры (Южная Камчатка).— Бюл. вулканол. ст., 1977, № 53, с. 92—101.
- Лебедев М. М., Апрельков С. Е., Ежов Б. В., Ерешко З. М., Харченко Ю. И.* Системы островных дуг Корякско-Камчатской складчатой области.— Вулканология и сейсмология, 1979, № 5, с. 30—36.
- Леглер В. А.* Разломная тектоника четвертичных грабенов Восточного хребта Камчатки.— В кн.: Структурный анализ дислокаций. Хабаровск, 1974.
- Леглер В. А.* Кайнозойское развитие Камчатки (с позиций тектоники литосферных плит).— В кн.: Геодинамика и полезные ископаемые. М., 1976, с. 105—107.
- 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—155.
- Литасов Н. Е., Огородов Н. В., Кожемка Н. Н. и др.* Паужетская вулcano-тектоническая структура.— В кн.: Вулканы и геотермальные системы Камчатки. Петропавловск-Камчатский, 1974, с. 49—72.
- Накамура К.* Вулкан как возможный индикатор поля тектонических напряжений.— В сб.: Вулканизм островных дуг. М., «Наука», 1977, с. 27—34.
- Паужетские горячие воды на Камчатке. М., «Наука», 1965.
- Симбирев И. Б.* Некоторые особенности и результаты дешифрирования мелкомасштабных космических и топографических изображений Камчатского региона.— Бюл. вулканол. ст., 1976, № 52, с. 85—91.
- Симбирева И. Г., Федотов С. А., Феофилактов В. Д.* Геодинамика Курило-Камчатской дуги по сейсмологическим данным.— В сб.: Вулканизм и геодинамика. М., «Наука», 1977, с. 91—103.
- Сугробов В. М.* Паужетские гидротермы Камчатки как пример высокотемпературной водонапорной системы.— В сб.: Гидрогеологические условия верхних частей земной коры. М., «Наука», 1964, с. 72—86.
- Сугробов В. М.* Обводненность пород Паужетского месторождения и условия циркуляции высокотемпературных вод.— В кн.: Паужетские горячие воды на Камчатке. М., «Наука», 1965, с. 49—63.
- Тарасенко Т. В., Дмитриев В. Д., Лопатин Б. В., Яроцкий Г. П.* Рудоконтролирующие структуры Камчатки, центральной части Корякского нагорья и Пенжинского сектора Охотско-Чукотского вулканического пояса.— В кн.: Геодинамика вулканизма и гидротермального процесса. Петропавловск-Камчатский, 1974, с. 155—156.
- 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.
- Шанцер А. Е.* Структурное обрамление юга Ключевской группы вулканов и особенности тектоники и магматизма Кроноцко-Тигильской поперечной зоны.— Бюл. вулканол. ст., 1979, № 56, с. 67—73.
- Шеймович В. С.* Особенности развития дочетвертичных вулcano-тектонических депрессий на Камчатке.— Геотектоника, 1974, с. 118—125.
- Эрлих Э. Н.* Современная структура и четвертичный вулканизм западной части Тихоокеанского кольца. Новосибирск, «Наука», 1973, с. 242.
- Яроцкий Г. П.* Некоторые особенности геофизических полей и строения земной коры Корякско-Камчатского региона.— В кн.: Геодинамика вулканизма и гидротермального процесса. Петропавловск-Камчатский, 1974, с. 45—46.