

ПАРАТУНСКИЙ ГРАБЕН

Общая структурная и геотектоническая характеристика района

Паратунский грабен, расположенный в 15-45 км ~~юго-~~ западнее г. Петропавловска-Камчатского, находится в зоне влияния структуры проседания Авачинской бухты и вместе с ней относится к системе молодых структурных образований Восточно-Камчатского вулканического пояса. Геотектоническое состояние пояса по общепринятой терминологии можно определить как островодужное - позднеорогенное. Ему предшествовала орогенная эволюция островной дуги, заложившейся в позднем олигоцене - раннем миоцене в пределах переходной от океана к континенту зоны, вовлеченной в позднем мезозое - палеогене в геосинклинальный процесс. К числу региональных структурных особенностей Паратунского грабена следует отнести положение его в пределах мощной поперечной к направлению простирания главных молодых структур Камчатки зоны, отделяющей южный блок Восточно-Камчатского пояса от собственно восточного. Эта поперечная **Малкинско-Петропавловская** зона выражена высокой градиентностью **гравитационного** и магнитного полей, выходами на дневную поверхность мезозойских пород и допалеозойских (?) пород **кристаллического** основания, амплитудными разрывными структурами северо-западного простирания.

Следующей особенностью структурной позиции Паратунского грабена является положение его в пределах Большебанно-Паратунского центра эндогенной активности, диаметр которого составляет не менее 60-70 км. Тектоническая, магматическая (в том числе пирокластическая кислото состава), газо-гидротермальная активность в этом

центре локализована и активно проявлена с раннего-среднего миоцена до позднего плейстоцена - голоцена. Наконец, еще одна особенность отличает территорию сопряжения южного и восточного блоков Восточного вулканического пояса - деструктивный характер процессов, начавшихся с плиоцена, ведущих, вероятно, к перерождению мантии и разрушению коровых структур. Вероятно, возникновение Авачинской бухты и формирование молодой обширной структуры проседания, концентричной относительно бухты, сопряжено с деструктивным процессом. Сам Паратунский грабен, являясь элементом региональной линейной структуры, также подчинен локальному деструктивному процессу дробления коры на ряд мелких обособленных блоков.

Геологические комплексы района. Геологический разрез района представлен снизу вверх: вулканогенно-осадочными регионально метаморфизованными образованиями позднего мезозоя, составляющими здесь нижний структурный этаж. Верхний структурный этаж представлен осадочно-вулканогенными образованиями позднего палеогена - раннего-среднего миоцена, также измененными, осадочно-вулканогенными и пирокластическими образованиями позднего миоцена - раннего плиоцена, измененными локально, лавово-пирокластическими образованиями позднего плиоцена - раннего плейстоцена. Венчают разрез локальные экструзивные и шлако-лавовые магмопроявления среднего плейстоцена - голоцена.

Вулканогенно-осадочные образования позднего мезозоя, представленные диабазами, филлитизированными алевропесчаниками и сланцами, туфо-кремнистыми породами, обнажаются в окрестностях. Елизово и Петропавловска-Камчатского. Естественные обнажения и скважины вскрывают фрагменты разреза мощностью до нескольких сотен метров. Породы интродуцированы габбро-диоритовыми и диа-

базовыми интрузиями, претерпели полную складчатость и зеленокаменный метаморфизм. Перечисленные геологические образования составляют спилито-диабазовую, кремнисто-сланцевую и аспидно-граувакковую формации обширной позднемезозойской геосинклинали, обрамлявшей Азиатский континент с востока.

Осадочно-вулканогенные образования позднего палеогена - раннего-среднего миоцена широко распространены в бассейне р. Паратунки, занимают всю левобережную часть, а в верховьях долины и по правобережью образует выходы в основании склонов. Комплекс этот фациально весьма пестрый. Его нижняя часть представлена переслаиванием пироксеновых базальтов, андезито-базальтов, андезитов, туфобрекчий, туфопесчаников, туфоалевритов, туфо-кремнистых пород, соотношение которых по латерали значительно меняется, создавая фациальную пестроту. Горные породы комплекса претерпели складчатость, прорваны многофазовыми интрузивами габбро-диоритового - гранитного состава. Интрузивы комагматичны эффузивам и составляют с последними типичную вулканоплутоническую ассоциацию. Интрузивы на уровне пород позднего мезозоя представляют собой штоки сечением до 1-2 км, на уровне пород позднего палеогена - раннего-среднего миоцена - межпластовые, реже секущие силы, ареал которых может занимать площадь до 100 км². Метаморфизм пород региональный эпидот-хлоритовый. Локально в верхах разреза комплекса обнаруживаются прослои лав, экструзивные тела порфиров и их пирокластиков, выходы которых известны в верховьях р. Паратунки. Здесь же известны зоны и массивы метасоматических кварцитов - следы палеогидротерм среднемиоценового времени. Общая мощность разреза составляет не менее 1000-1500 м. По формационной принадлежности комплекс следует отнести к формации зе-

ленных туфов, а вулканизм - к орогенной базальт-андезит-дацитовый формации.

Осадочно-вулканогенные и пирокластические образования позднего миоцена - раннего плиоцена по набору и фациально-формационной их принадлежности близки к выше - описанному комплексу. Они развиты по правобережью и в верховьях долины р. Паратунки, на южном и северном берегах Авачинской бухты, представлены лавами и туфобрекчиями (агломератами) двупироксеновых андезитов и андезито-базальтов, фациально на близких расстояниях сменяющихся слоистыми грубообломочными породами - переслаивающимися алевро-песчаниками, гравелитами, конгломератами. Породы интродуцированы небольшими телами диоритовых порфириров, слабо деформированы. Метаморфизм проявлен локально в пределах вулканических массивов и, как правило, не превосходит цеолитовой фации. Мощность разреза составляет сотни метров. В целом комплекс отвечает номенклатуре сероцветной молассы с контрастным по составу вулканизмом и соответствует тенденции быстрого общего подъема территории, состоянию островов - вулканов и прибрежных шельфов, в пределах которых накапливались грубообломочные мелководные осадки.

В верховьях бассейна р. Паратунки на этапе формирования комплекса в наземной обстановке возникло обширное поле кислой - риолитовой - пироклаستيки, мощность которой достигает нескольких сотен метров. Кольцевые морфоструктурные объекты и экструзии риолитов, приуроченные к полю развития риолитовой пироклаستيки, указывают на то, что центры извержения пироклаستيки находились в пределах территории, соответствующей верховьям долины р. Паратунки. Здесь же известны зоны и поля метасоматических кварцитов-опапитов и аргиллизитов, свидетельствующие о мощной газогидротермальной деятельности, имевшей

место в раннем плиоцене (рис.13). Экструзивные образования за пределами поля риолитовой пирокластики имеют состав роговообманновых андезито- андезито-дацитов.

Следующий лавопирокластический комплекс знаменует переход к повсеместному аэральному режиму. В течение позднего плиоцена - раннего плейстоцена на территории нынешнего правобережья и верховьев р. Паратунки действовали андезитовые, андезито-базальтовые стратовулканы, лавы и пирокластика - агломератовые туфобрекчии - которых ложились на поверхность, выработанную в породах всех описанных ранее комплексов и по орогидрографическому рисунку близкую к современному рельефу. Руины и реликты вулканов, сохранившие разрезы мощностью до 300-450 м, соответствуют формации вулканогенной молассы. Породы комплекса испытали значительные блоковые деформации. Зоны разломов контролируют поля гидротермально измененных пород - опалитов-кварцитов и аргиллизитов. Достоверно ранне-(средне?)-плейстоценовые гидротермы, оставившие след в виде полей измененных пород, известны на южном берегу Авачинской бухты, в верховьях речки Тополовой - правого притока р. Паратунки и в районе водоразделов рр. Паратунки, Камышиной, Карымчиной.

Локализация активности, Большебанный-Паратунский центр эндогенной активности. Геологическая история района показывает, что здесь была локализована газо-гидротермальная активность, сопряженная с активным магматизмом кислого состава, проявившего себя в пирокластической, эффузивной и экструзивной фациях. Общей региональной геологической структурой, определяющей локализацию магматической, газогидротермальной и тектонической активности, является крупный, до 60-70 км в поперечнике, Большебанный-Паратунский центр эндогенной активности, функционировавший как геологическое образование с мио-

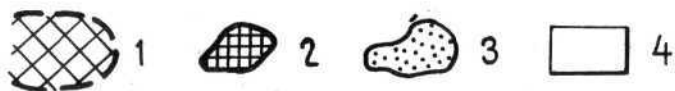


Рис.13. Палеогидротермальные поля и геологические комплексы бассейна р.Паратунки и прилегающей территории;
 1 - район развития газогидротерм среднего миоцена, раннего плиоцена, раннего плейстоцена; 2 - район развития газогидротерм (среднего?) плейстоцена; 3 - позднеплиоценовый - раннеплейстоценовый комплекс; 4 - позднепалеогеновый - раннесреднемиоценовый и позднемиоценовый-раннеплейстоценовый комплексы

цена доныне. В его пределах выделяется фрагмент подчиненного иерархического ранга - Карымшинско-Верхнепаратунский. Указанные формы активности проявлены здесь также с миоцена доныне, причем наиболее поздние - плейстоцен-голоценовые магмопроявления и гидротермы контролируются системой Паратунского грабена этого же времени формирования.

Структура Паратунского грабена. Паратунский грабен представляет собой сложно сочлененную систему коротких различно ориентированных (простираение от 0 до 60°) линейных структур проседания (рис.14), возникших в связи с заложением региональной линейной структуры линеамента общего северо-северо-восточного простираения и представляющих собой реакцию приповерхностных частей литосферы на глубинные процессы структурообразования. Общая ширина "рифтовой долины" составляет 10-12 км. Разрез, вскрытый скважинами в пределах Паратунского грабена, трехчленный: под элювиальными отложениями лежат слабо дислоцированные алевролиты, песчаники, конгломераты позднего плиоцена - раннего плейстоцена; ниже - пирокластика позднего миоцена - раннего плиоцена; далее - сильно дислоцированные туфоаргиллиты, туфо-кремнистые породы позднего палеогена - раннего миоцена, интродуцированные габбро-диоритами того же времени. В нижнем течении р. Паратунки граница между двумя последними комплексами вскрыта на уровне нулевых абсолютных отметок. Если учесть, что аналогичная граница на северо-западном борту грабена поднята над дном долины на высоту от 200-300 до 500-700 м, а на юго-восточном не превосходит 200 м либо находится ниже дна долины, становится ясным, что глубина проседания составляет сотни метров и борта грабена асимметричны: левый борт поднят выше правого на несколько сотен метров.

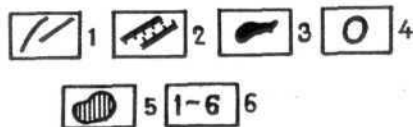
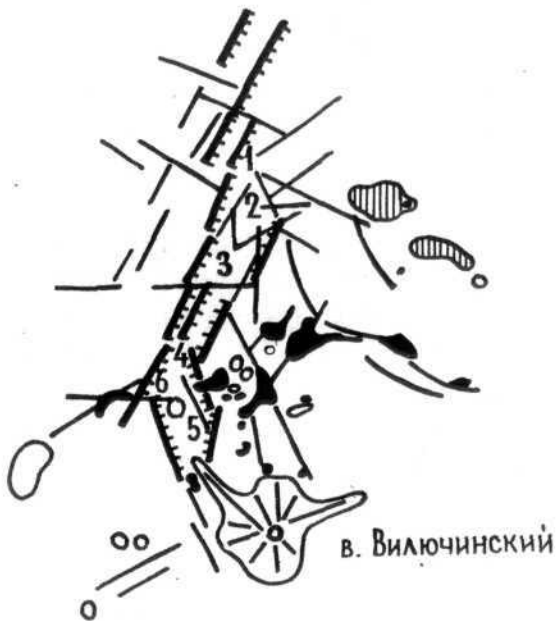


Рис.14. Молодые проявления эндогенной активности в бассейне р.Паратунки и на прилегающей территории:

1 - дуговые и линейные нарушения; 2 - нарушения, ограничивающие Паратунский грабен; 3 - пироксеновые и оливиновые базальты шлаковых конусов и их потоков; 4 - экструзии кислого состава; 5 - лавы щелочных мегаплагиофировых андезитов-базальтов - андезитов; 6 - участки геотермальных месторождений: 1 - Северный, 2 - Нижнепаратунский, 3 - Среднепаратунский, 4 - Верхнепаратунский северный, 5 - Верхнепаратунский южный, 6 - Карымшинский.

На севере грабен "обрезается" поперечной региональной зоной дислокаций - Авачинским грабеном, на юге, в районе пересечения Паратунским грабеном локального Карымшинско-Верхнепаратунского центра активности, грабен "дробится" на ряд разломов северо-западного, северо-восточного и меридионального простирания. В центральной части грабен пересечен рядом поперечных разломов. Время заложения грабена на основании, с одной стороны, затекания лав лавопирокластического комплекса в депрессию долины р. Паратунки ниже впадения реки Тополовой и, с другой стороны, пересечения лав этого же комплекса грабенообразующими сбросами определяется как позднеплиоценовое-раннеплейстоценовое.

Структура проседания Авачинской бухты. Время заложения структуры проседания фиксировано появлением в пределах позднеплиоценового-раннеплейстоценового комплекса прибрежно-морских галечниковых и валунных фаций, обнаруженных в береговых разрезах Авачинской бухты. Характер морфоструктуры установлен по гипсометрическому положению реликтов палеорельефа, имеющего характер поверхности выравнивания. Западнее бухты реликтовый рельеф не сохранился на водоразделах, и палеоповерхность определена условно по положению вершинной поверхности. Морфоструктурный анализ показал, что структура проседания представляет собой горный амфитеатр, центральную часть которого занимает акватория бухты поперечником 20-25 км. Поперечник амфитеатра достигает 40-60 км, а высота горных вершин 1500 м. Дуговые разломы, концентричные относительно бухты, обнаруживаются на расстоянии до 20 км от центра бухты, а серповидные морфоструктурные элементы рельефа - на расстоянии до 30-35 км. Структура проседания Паратунским и Авачинским грабенами расчленена на блоки. Блок, лежащий южнее Авачинской бухты, дуговыми

разломами разделен на три ступени, образующие каскад, поднимающийся в направлении от бухты. Уровни-поверхности ступеней имеют высоты 200-400, 500-700 и 800-1000 м. Фрагмент блока, лежащего севернее бухты, имеет две ступени с уровнями реликтовой поверхности на высотах 100-200 (ближняя к бухте ступень) и 400-500 м. Западнее Авачинской бухты расположен блок, отделенный от бухты Паратунским грабеном, поперечным разломом он разделен на южную и северную части. Реставрация палеорельефа показала, что в пределах этого блока выделяются два уровня: ближний, имеющий высотные отметки 600-800 м, и дальний относительно бухты с высотами реликтовой поверхности от 1000 до 1400 м. Наклон реликтовых поверхностей западного блока можно интерпретировать как наклон - погружение блока в сторону, бухты.

Таким образом, обширная и значительная по амплитуде изометричная структура проседания имеет концентричное ступенчато-каскадное строение.

Структура проседания тектонически активна в настоящее время, о чем свидетельствуют погружение ниже уровня воды в бухте речных террас (Дмитриев, Ежов, 1977) и рой землетрясений, эпицентры которых приходятся на акваторию Авачинской бухты. Значительные размеры и величина просадки свидетельствуют о большой глубине корней структуры, а положение на пересечении региональных линейных северо-западной и северо-восточной структур и синхронность их активизации указывают на причинную связь проседания с пересечением региональных разломов. Вероятно, следует предполагать связь образования структуры проседания с мантийными процессами, возможность которых отмечена для Авачинского залива (Галкин, Левшенко, 1975).

Магматизм среднего-позднего плейстоцена-голоцена

Молодой магматизм на описываемой площади носит арельный характер, представлен экструзиями биотит-роговооб-

Майковых липаритов и дацитов, роговообманковых андезитов, дацитов среднего-позднего плейстоцена, лавовыми и шлаковыми конусами пироксеновых, оливинных базальтов и их потоками среднего-позднего плейстоцена-голоцена, трещинными излияниями лав щелочных мегаплагиофировых андезито-базальтов, андезитов. Все магмопроявления контролируются новейшими разрывными нарушениями, узлами их сочленений и пересечений. Мегаплагиофировые андезито-базальты и экструзии липарито-дацитов локализуются близ Авачинской бухты и Карымшинско-Верхнепаратунского центра. Аналогичная тенденция в размещении лавовых и шлаковых конусов базальтов проявлена слабее, ареал их распространения заметно шире, хотя контролируются они линейными разломами, связанными с тефрогенезом и формированием Паратунского грабена, или дуговыми разломами структуры проседания Авачинской бухты.

Районом массового внедрения экструзий биотит-роговообманковых липаритов, дацитов в среднем-позднем плейстоцене были верховья долины р. Паратунки и долины ее верхних притоков - рр. Карымшиной, Поперечной,левой Тополовой. Общий объем экструзивной массы составил 8-10 км³. В этом же районе известны позднеплейстоценовые шлаковые и лавовые конусы и потоки пироксеновых базальтов. Голоценовые пироксеновые базальты в этом районе представлены шлаковыми конусами (оз. Зеленого, сопки Бархатной и др.) с небольшими лавовыми потоками. Все они приурочены к активным сместителям системы разломов Паратунского грабена. Общий объем лав базальтов позднего плейстоцена-голоцена в верховьях р. Паратунки, по долинам рр. Поперечной, Карымшиной, Тополовой не превосходит 4-5 км³.

Второй район концентрации молодого магматизма при-

легают к Авачинской бухте. Кислый вулканизм представлен здесь субвулканическими телами роговообманковых андезитов-андезито-дацитов Тарьи и Мишенки, объем которых составляет не более 3-4 км³. Оливиновые базальты шлаковых конусов позднего плейстоцена-голоцена в основном локализованы по дуговым разломам, концентричным относительно бухты, на расстоянии 8-12 км к югу от нее в долине р. Большой Вилюй и руч. Быстрого. Помимо этого, небольшой шток оливиновых базальтов известен на мысе Казак. Остров Хлебалкина у южного берега Авачинской бухты также представляет собой молодой шлаковый базальтовый конус (Дубик, Огородов, 1970). Объем базальтовых лав в районе не превосходит 3-4 км³.

Особый интерес представляют трещинные лавы щелочных мегаплагиофировых андезито-базальтов и андезитов, образующих покровы мощностью до 200 м на южном берегу Авачинской бухты. Объем этих лав достигает 2 км³. Время излияния - плиоцен - средний плейстоцен, поскольку были отмечены как переслаивание мегаплагиофировых лав с эффузивами позднеплиоценового-раннеплейстоценового времени, так и перекрытие последних.

Гидротермы района

Как было показано выше, палеогидротермы среднего миоцена, раннего плиоцена, раннего плейстоцена были мощно проявлены в верховьях долины р. Паратунки и по ее верхним притокам - рр. Карымшиной, Поперечной,левой Тополовой. Современные термопроявления также локализованы преимущественно в этом районе.

Небольшие термопроявления и термоаномалии известны также в районе Авачинской бухты, т.е. в районе проявления палеогидротерм раннего плейстоцена. Перспективы этого района на подземное тепло оцениваются положительно, однако основным районом современной термальной активности является Карымшинский - Паратунский. Разведка,

проведенная здесь на выявление термальных ресурсов, показала, что термальные воды бассейна р. Паратунки имеют температуру 70-80%, а в высоконагретых потоках - до 100-105%. Воды слабоминерализованные (содержание растворимых компонентов до 2,62 г/л, отмечается повышенное содержание меди и мышьяка - 0,3-0,5 мг/л), азотные, с малым содержанием углекислого газа, метана, водорода, сероводорода (Наумов, 1982). Выделены Паратунское месторождение с участками Северным, Нижнепаратунским, Среднепаратунским; Верхнепаратунское - с Северным и Южным участками; Карымшинское месторождение. На всех участках имеет место самоизлив горячих вод из скважин, вскрывших геотермальные резервуары, что свидетельствует о гидравлической (по системе трещин) связи резервуаров, расположенных в трогах долин-грабен, с водами бортов трогов, с одной стороны, и, с другой стороны, о системе водоупоров, изолирующих геотермальные резервуары трогов сверху.

На Северном участке тепловое питание связано с зоной нарушений северо-северо-западного простирания. Зона транзита термальных вод лежит в интервале глубин 700-1000 м. На Нижнепаратунском участке тепловое питание связано с пересечением нарушений западного, северо-западного и восток-северо-восточного простирания. Резервуаром термальным водам служит вулканогенно-осадочный комплекс, мощность которого здесь составляет 600 м. Слоистый коллектор перекрыт лавоипирокластическим комплексом, играющим роль верхнего водоупора. На Среднепаратунском участке тепловое питание связано с ортогональной системой нарушений. На Верхнепаратунском и Карымшинском месторождениях тепловое питание связано с системой различно ориентированных зон нарушений. Пластово-трещинный резервуар в пределах осадочно-вулканогенных пород позднего палеогена-среднего миоцена перекрыт комплексом слоистых туфо-

генно-осадочных образований, выполняющих роль водоупора. Отчасти верхний водоупор геотермальных резервуаров формируется кальматацией поровых и трещинных каналов новообразованными минералами - цеолитами, кальцитом.

Экскурсия по долине р. Паратунки

Маршрут однодневной автомобильной экскурсии проходит по долине р. Паратунки до ее верхнего течения. Участники экскурсии знакомятся с морфоструктурой проседания Авачинской бухты, морфоструктурой Паратунского грабена, молодыми магмопроявлениями в верховьях р. Паратунки - риолито—дацитовый экструзией г. Горячей, шлаковым конусом г. Бархатной, позднеплейстоцен-голоценовым вулканом Вилючинским, скважинами, вскрывшими горячие воды в верховьях р. Паратунки, посещают теплицы, обогреваемые подземным теплом, плавательный бассейн, наполненный горячей подземной водой.

Литература

Галкин И.Н., Левшенко В.Т. и др. Выявление мелкой неоднородности земной коры в Авачинском заливе. - В кн.: Сильные камчатские землетрясения 1971 г. Владивосток, 1975, с. 127-133.

Дмитриев В.Д., Ежов Б.В. К вопросу о происхождении Авачинской губы. - Вопросы географии Камчатки, 1977, № 7, с. 45-47.

Дубик Ю.М., Огородов Н.В. Вулканический конус в Авачинской губе. - Вопросы географии Камчатки, 1970, № 6, с. 171-172.

Наумов Л.Т. Условия локализации термальных вод и сульфидной минерализации Паратунского геотермального поля. - Автореферат диссертации на соискание степени кандидата геолого-минералогических наук. Иркутск, 1982.