Н. А. Логачев, С. И. Шерман

**ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РИФТОГЕНЕЗА**

Посвященный этим проблемам очередной и самый крупный международный сим­позиум состоялся в Иркутске 11—19 сентября 1975 г. по инициативе Института земной коры СО АН СССР и Междуведомственного геофизического комитета АН СССР. На нем рассматривались важнейшие черты строения и глубинной динамики рифтовых зон Земли: 1) их геологическая история и структура, 2) геофизические поля и глубин­ное строение, 3) сейсмичность, 4) магматизм и его петрогенетические особенности, 5) тепловой поток, 6) механизм и моделирование процессов рифтообразования, 7) роль рифтогенеза в геологическом прошлом планеты, 8) минерально-сырьевой потенциал рифтовых зон и некоторые другие вопроси.

Выделение системы рифтов Земли, как известно, является одним из наиболее важ­ных достижений геотектоники за последнюю треть века. Отсюда понятен большой интерес к данному симпозиуму. В его работе участвовало около 350 представителей научных и производственных учреждений СССР, а также ученые США, Канады, Ислан­дии, Франции, Федеративной Республики Германии, Германской Демократической Рес­публики, Болгарии, Чехословакии и Норвегии. На пленарных и секционных заседаниях заслушано более 100 докладов. Внепленарные заседания проводились в трех секциях: 1) континентальные рифтовые зоны, 2) океанические рифтовые зоны, 3) сейсмичность рифтовых зон.

Пленарные доклады были посвящены общим проблемам рифтогенеза, глубинному строению рифтовых зон, их моделированию и вопросам терминологии. В докладе К. В. Боголепова «О понятиях «рифтовая структура» и «рифтогенез»» развивались идеи о соотношении процессов рифтогенеза с другими тектоническими режимами. Рифтогенез и современные геосинклинали располагаются на противоположных ступенях эво­люционного ряда. Рифтогенез несовместим и с эпигеосинклинальным орогенезом, будучи по кинематике его антиподом. Автор, как и другие участники симпозиума (Е. Е. Милановский, А. Ф. Грачев и др.), резонно выступил против чрезмерно широ­кого толкования и использования термина «рифтогенез» — тенденции, проявившейся в последние годы у советских тектонистов.

Эволюция и роль рифтогенеза в истории Земли были рассмотрены Е. Е. Милановским. Исторические «корни» рифтогенеза можно обнаружить в позднепротерозойских структурах (авлакогены). В палеозое и мезозое условия формирования рифтовых зон становятся более разнообразными. Мезозой и особенно кайнозой являются в истории Земли эпохами максимального проявления рифтогенеза, когда наряду с внутриконтинентальными образуются многочисленные периконтинентальные, межконтинентальные и внутриконтинентальные рифтовые пояса. В ходе геологической истории они посте­пенно превращаются в структуры, антагонистичные госинклинальным поясам и нахо­дящиеся с ними в динамическом равновесии. Значение явлений рифтогенеза в струк­турной эволюции земной коры было хорошо показано также в докладах А. Е. Святловского и А. Ф. Грачева.

П. Н. Кропоткин и Л. В. Ларионов рассмотрели современное напряженное состоя­ние земной коры и механизм возникновения зон растяжения и рифтов. Опираясь на измерения напряженного состояния горных пород, выполненные на глубинах до 1500 м, авторы делают заключение об общем сжатии земной коры в современную эпоху. Типичная геодинамическая обстановка растяжения, соответствующая образова­нию рифтов, характерна только для немногих узких зон на фоне глобального сжатия.

Глубинному строению континентальных рифтовых зон по сейсмическим данным был посвящен доклад группы сибирских геофизиков во главе с Н. Н. Пузыревым. Показано принципиальное сходство сейсмических разрезов верхней мантии всех изученных риф­товых зон (Байкал, Рейнский грабен, Восточно-Африканская рифтовая система. Про­винция Бассейнов и Хребтов). Слой с аномально низкой скоростью (7,7 км/сек) в верх­ней мантии имеет незначительную мощность (15—30 км) и может соединяться с волно­водом Гутенберга только на локальных участках. Подъем и растекание этого слоя у подошвы коры являются вероятной причиной рифтогенеза. В отличие от большинства предыдущих моделей океанического рифтогенеза, отри­цавших присутствие литосферы под осевой долиной срединно-океанических хребтов, Ж. Франшето и П. Таповье (Франция) показали наличие утоненной литосферы мощ­ностью 4—5 км под рифтовыми долинами океанов. Структура рифтовой долины в значительной мере определяется реологическими свойствами литосферы, которая уто­няется за счет растяжения в центральной активной полосе шириной 10 км, но в то же время утолщается по обе ее стороны за счет охлаждения в основании литосферы и ее наращивания вулканическими извержениями сверху. Этот процесс можно представить себе как последовательное тектоническое шейкообразование в осевой части долины, сопровождаемое в силу нарушения изостатического равновесия формированием купола по всей ширине долины (30 км).

Необходимость рассматривать земную кору при рифтогенеза как тело, соответ­ствующее законам разрушения упруго-вязкой среды, обсуждалась в докладе С. И. Шермана, установившего эмпирические связи между основными параметрами разломов (длина, глубина, густота и др.) и общность физической природы некоторых из этих параметров.

О. Л. Андерсон и П. К. Перкинс (США) применили теорию разрастания трещин к механизму и моделированию рифтогенеза в литосферных плитах. Опираясь на экспериментальные данные по разрастанию трещин в керамике, авторы показали, что мед­ленное рифтообразование в земной коре происходит по таким же законам. Направ­ление и скорость движения литосферных плит противоречат гипотезе, согласно которой линейное распределение вулканической активности обусловлено соответствующим пере­мещением литосферных плит над так называемыми горячими точками астеносферы. В действительности же развитие вулканической деятельности в линейных комплексах можно рассматривать как периодические подъемы магмы вдоль разрастающейся мега- трещины.

Ф. А. Летниковым, Е. М. Емельяновым, Н. А. Логачевым, А. И. Киселевым и др. проведено сравнение состава флюидов базальтоидов Восточно-Африканского, Байкаль­ского и Срединно-Атлантического поясов рифтогенеза. Состав и содержание флюидов в совокупности с петрологическими данными позволяют считать Срединно-Атлантический и Восточно-Африканский рифты структурами, более глубоко дренирующими верх­нюю мантию по сравнению с Байкальским. Показана принципиальная возможность оце­нивать глубины заложения рифтовых структур по их флюидному режиму.

Существенное место на симпозиуме заняло рассмотрение геологии, глубинной структуры и эндодинамики материковых рифтовых зон, причем фокус внимания, есте­ственно, был сосредоточен на Байкальской зоне — полигоне многолетних комплексных исследований сибирских геологов и геофизиков. Байкальскому рифту было посвящено около 30 докладов, давших представление о его структурной позиции и истории раз­вития (И. А. Логачев и др.), соотношении со структурами основания (С. М. Замараев, П. М. Хренов и др.), магматизме и возможном составе верхней мантии (А. И. Киселев, Б. М. Владимиров и др.), сейсмотектонике, сейсмичности и глубинном строении (В. П. Солоненко, В. М. Кочетков, С. И. Голенецкий, В. А. Рогожина), скорости со­временных движений земной коры (В. Г. и П. П. Колмогоровы), характере теплового и электромагнитного полей (С. В. Лысак, Е. А. Любимова, В. Т. Левадный), меха­низме образования (Ю. А. Зорин, С. А. Ушаков, И. А. Резанов и др.).

Различные аспекты тектоники и эндодинамики рифтовых структур Европы рас­смотрены И. X. Иллиесом и К. Фуксом (ФРГ), С. Фруадево (Франция), Л. Конецким, В. Чермаком и В. Шквором (ЧССР), В. Гергелчевым (НРБ), Б. Ларсеном (Норвегия). Наиболее интересные результаты получены для Верхнерейнского грабена, самого изу­ченного звена Центрально-Европейской рифтовой зоны. История его геологического развития рассматривается в свете сложного взаимодействия Центрально-Европейской плиты с Альпийским орогеном в течение всего кайнозоя (И. X. Иллиес). По данным взрывной сейсмологии (К. Фукс), под грабеном имеет место подъем границы Мохо до 24 км от поверхности (район палеовулкана Кайзерштуль в южной оконечности грабена). Современное поле тектонических напряжений определяется левосторонним движением вдоль оси грабена, вследствие чего растяжение происходит под косым углом к ней, с Ю-3 на С-В.

Наиболее выразительному на материках Африкано-Аравийскому поясу рифтогенеза посвятили доклады как советские, так и зарубежные ученые. А. Пилгер (ФРГ) продемонстрировал последовательное распространение рифтогенеза от Афара к югу, через Эфиопию, Кению в Северную Танзанию. Полную характеристику развития Кенийского рифта дал Б. С. Кинг (Англия), указав, что поперечное растяжение в его центральном сегменте (близ экватора), измеренное по прямым структурным признакам, превосходит 10 км при общей ширине рифтовой долины в 80 км. Л. А. Вильяме (Англия) рассмот­рел условия формирования фонолитового покрова Кении, возникшего в миоцене до образования осевой рифтовой долины Грегори. Сравнение геохимии и генезиса вул­канических серий рифтовых зон Восточной Африки и Исландии провели В. И. Герасимовский и А. И. Поляков. Интересная, хотя и дискуссионная, попытка объяснить раз­витие Африкано-Аравийского пояса рифтовых долин только с позиций тектоники плит сделана В. Г. Казьминым; по его мнению, основные черты структуры пояса — резуль­тат перемещения Аравийской и Сомалийской плит относительно Африканской плиты, а последовательное развитие вулканизма в Восточном рифте с севера на юг отражает след мантийной «горячей точки» в результате дрейфа Африканской плиты к северо- северо-востоку. О горизонтальных движениях величиной 3—8 *мм/год* вдоль и поперек Эфиопского рифта по результатам ежегодной триангуляции начиная с 1969 г. сообщил П. А. Мор (США). Е. А. Долгинов, В. П. Поникаров и А. В. Разваляев указали на предопределенность мезозойско-кайнозойского рифтообразования в Африке положением Красноморско-Мозамбикского складчатого пояса. В более широком плане эта мысль проведена в докладе Н. А. Божко.

Кроме общепризнанных материковых рифтовых зон рассматривались их возможные аналоги, а также некоторые структурные сочетания в Евразии, теми или иными при­знаками напоминающие собственно рифтовые зоны. Рифтогенез в геологическом прош­лом и рифтоподобные зоны, их структурная позиция и магматизм получили отражение в докладах В. С. Соллогуба, Л. П. Зоненшайна, С Б. Мокшанцева, М. С. Нагибиной, Г. М. Фремда, К А. Клитина, Б. Т. Ларсена (Норвегия), В. Шквора (ЧССР), В. Гергелчева (НРБ) и др. Происхождению океанических рифтовых зон на примере Северной Атлантики и Исландии посвятили доклад В. В. Белоусов и Е. Е. Милаповский. Ведущую роль в формировании современной гетерогенной структуры Северной Атлантики авторы отво­дят могучим базальтовым извержениям, опусканиям и переработке земной коры в условиях растяжения, вначале рассеянного, затем все более сосредоточенного в от­дельных узких рифтовых зонах, которые представляют собой результат последова­тельной фокусировки растяжения и базальтового вулканизма в локальных линейных полосах. В докладе Г. Палмасона (Исландия) рассмотрены тепловое состояние и ско­рость генерации земной коры в результате переплавления в срединно-океанических хребтах. Выполненные им количественные расчеты укладываются в представление о структуре Северной Атлантики с позиций тектоники плит. А. М. Карасик и С. С. Рож­дественский указали на очень сложный характер разграничения Евразиатской и Северо-Американской плит литосферы в пределах Северо-Атлантического мегабассейна, определяемый густотой сетью трансформных разломов, которая оказывается на порядок выше принятой ныне средней величины (100*км*). Густота сети определяется углом рас­хождения между генеральным простиранием границы между плитами и направлением на полюс раскрытия бассейна.

Новые данные о Северной Атлантике приведены в докладах Ф. Аументо (Канада) по результатам глубокого подводного бурения, М. Лангсета, Г. Б. Удинцева и Л. А. Савостина (США, СССР) о геотермических работах в зоне разлома Гарли — Гиббса. Осо­бое внимание привлекло сообщение Ж. Франшето (Франция), сделанное на борту теп­лохода «Комсомолец» во время экскурсии по Байкалу, о результатах подводных ин­струментальных исследований рифтовой долины Срединно-Атлантического хребта к юго- западу от Азорских островов на проекту FAMOUS (French — American Mid-Ocean Un­dersea Study). Были продемонстрированы детальные карты рельефа и структуры дна, цветные фотографии юных разрывов и элементов подводного вулканического рельефа. По точности и детальности эти подводные исследования приближаются к возможно­стям наземных структурно-морфологических наблюдений и существенно уточняют пред­ставления о строении гребня срединно-океанических поднятий. Ряд докладов был по­священ результатам изучения структуры Исландии как наземного элемента Срединно-Атлантического поднятия и структуры ее рифтовых или неовулканических зон (К. Саемундсон — Исландия; М. Г. Ломизе, В. Г. Трифонов, С. М. Зверев, И. П. Косминская, В. И. Кононов, Е. А. Вакин и др.). В большинстве этих докладов суммированы новые данные, полученные в процессе исследований Исландской геодинамической экспедиции АН СССР в 1971—1973 гг.

Симпозиум имел представительный характер. В его работе приняли участие веду­щие советские и зарубежные специалисты. На заседаниях и во время экскурсий имел место плодотворный обмен информацией о результатах изучения всех главнейших риф­товых зон Земли. Работа симпозиума освещалась в местной и центральной прессе и по телевидению. На нем выдвинуты и обсуждены новые подходы к оценке места, возраста и общего структурообразующего значения явлений рифтогенеза, вынесены предложения по уточнению ряда научных понятий и терминов под эгидой Междуведомственного тек­тонического комитета. Последнее представляется очень важным, так как не все совет­ские исследователи одинаково понимают термины «рифт», «рифтовая долина», «рифто­генез». Значение этого тектонического режима в структурном развитии Земли, конечно, требует дальнейших исследований и уточнений, однако уже сейчас представляется малооправданным стремление к широкому использованию понятия «рифтогенез» приме­нительно к таким тектоническим явлениям, анализ которых традиционно обходился без этого ныне модного термина.

После симпозиума состоялась четырехдневная экскурсия по оз. Байкал и в Торскую впадину, во время которой участники познакомились с основными чертами структуры и морфологии центрального сегмента Байкальской рифтовой зоны.

К открытию симпозиума была опубликована книга «Проблемы рифтогенеза» на русском и английском языках, содержащая общие и региональные данные по изучению рифтовых зон Земли.