

Д 39

Т 30

102876

ТЕКТОНИКА СИБИРИ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

Ц. О. ОЧИРОВ, С. И. ШЕРМАН, В. Ф. ЕРХОВ

РАЗЛОМНАЯ ТЕКТОНИКА САЯНО-БАЙКАЛЬСКОЙ ГОРНОЙ ОБЛАСТИ И НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЕЕ ИЗУЧЕНИЯ

Генеральную дизъюнктивную тектонику Саяно-Байкальской горной области образуют две хорошо известные ветви разломов — Саянская и Прибайкальская — яркий пример проявления северо-западных и северо-восточных структур регматического скалывания Земли. Будучи заложены на границе архея и протерозоя, они во многом предопределили конфигурацию блоков, особенности геологического развития разделяемых ими разновозрастных складчато-глыбовых структурных зон.

Новые детальные геологические и геофизические материалы (Хренов и др., 1968; Хренов, Шерман, 1968; Егоров, 1970, 1971; Рассказчиков, 1971; Савинский, 1972; и др.) подтверждают, что рисунок в плане Саянской и Прибайкальской ветвей дизъюнктивов отвечает в принципе теоретической сетке планетарных разломов, приводимой в ряде работ (Чебаненко, 1963; Воронов, 1968; и др.), а также воспроизводимой экспериментально (Гладков и др., 1972).

История геологического развития Саянской и Прибайкальской ветвей в пространстве и во времени показывает, что в течение длительных процессов тектогенеза они неоднократно меняли свою кинематическую характеристику. От эпохи к эпохе сохранялось только впервые заложенное направление разломов. Рассмотрим имеющиеся геологические факты.

Основной и самой крупной разрывной структурой Саянской ветви является Главный Саянский разлом. Описанию его геологического строения посвящены работы С. В. Обручева, Н. С. Зайцева, К. А. Клитина, В. Б. Ляцкого, Н. А. Берзина, Л. М. Парфенова, И. В. Гордиенко, Д. И. Мусатова и др. Разлом выступает в роли крупнейшей структурной границы между кристаллическим выступом фундамента Сибирской платформы и собственно байкалидами. Прослеженная длина разлома приближается к 1000 км, причем в крыльях его контактируют различные по возрасту и составу породы. Амплитуды вертикальных и горизонтальных смещений вдоль разлома оценивались неоднократно (Берзин, 1967; Парфенов, 1967). Многочисленные факты и публикации говорят о том, что в зоне Главного Саянского разлома на протяжении длительной докембрийской истории его развития имели место и сдвиговые, и надвиговые, и сбросовые движения, сменявшие друг друга во времени. П. М. Хренов и С. И. Шерман (1968) проанализировали приразломные и складчатые разрывные дислокации в зоне Главного Саянского разлома. При этом в зону разлома включались дислокации, удаленные от него не далее, чем на 20–30 км (Шерман, 1973). В итоге по сумме фактов и анализу структурных комплексов Главный Саянский разлом для докайнозойского времени может быть классифицирован как взбросо-сдвиг с правосторонним смещением. Экспериментальное воспроизведение механизма формирования главных разломов юга Восточной Сибири подтверждает такую интерпретацию геологических факторов (Гладков и др., 1972).

Кайнозойский этап развития также оставил существенные следы в зоне Главного Саянского разлома. Наличие левостороннего сдвигового компонента вытекает из анализа диаграмм трещиноватости, изгибов русел рек и планового рисунка локальных приразломных структур кайнозойского возраста. С другой стороны, анализ высотных отметок рельефа двух различных блоков в зоне Главного Саянского разлома подтверждает существование сбросового компонента с опущенным северо-восточным крылом. Дифференцированный характер движений в различные эпохи тектогенеза вдоль Главного Саянского разлома не вызывает сомнений. Для докайнозойского периода по суммарному комплексу признаков — это правосторонний взбросо-сдвиг, для последующего времени — левосторонний сбросо-сдвиг.

Для этой же территории Восточного Саяна установлено изменение знаков движений во времени для Тункинского (Шерман и др., 1973), Окинского (Гордиенко, 1969) и других разломов.

Аналогичный характер геологического развития мы наблюдаем и в Прибайкальской ветви. Прототипом, позволяющим восстановить геологическую историю развития разломов, здесь может явиться Приморский разлом, простирающийся вдоль западного побережья Байкала. В структурном отношении он входит в систему разломов Обручевского сброса и является одним из немногих, хорошо обнажающихся на современном эрозионном срезе. Генетическая сущность Приморского разлома оставалась до последнего времени однозначно не установленной. По возрастному соотношению пород разлом определялся как взброс. Наблюдая геоморфологическую ступень, висячие профили долин рек и некоторые другие признаки, довольно часто разлом называли сбросом.

Детальное изучение линейно-ориентированных структурных элементов (приразломных складок, будинажных структур, трещиноватости) в зоне Приморского разлома (Шерман, 1970) позволило установить изменение кинематической характеристики разлома во времени. Для докайнозойского этапа развития разлом характеризуется как левосторонний взбросо-сдвиг с поднятым юго-восточным крылом, для кайнозойского — правосторонний сбросо-сдвиг с опущенным юго-восточным крылом. Амплитуда правостороннего сдвига близка к 1,2 км; вертикальная составляющая сброса — 6–7 км.

Сопоставление истории развития двух генеральных разломов — Главного Саянского и Приморского — показывает, что, сохраняя унаследованную пространственную ориентировку, эти разломы совершенно не унаследуют знак подвижек. Изменяя синхронно знак смещений, они постоянно изменяют свой генетический тип. Аналогичное заключение сделал А. И. Суворов (1968) по крупным разломам для региона Средней Азии.

Если отвлечься от плотности разломов и их густоты, то чисто количественно регматическая сетка более мелких дизъюнктивов в Восточно-Саянской и Прибайкальской ветвях имеет идентичный рисунок (Хренов, Шерман, 1968), хорошо читаемый на карте разломов юга Восточной Сибири, составленной П. М. Хреновым (1971). В Восточном Саяне разломы северо-западного простирания — наиболее развитая группа взбросо-сдвигов; в Прибайкалье — та же генетическая группа имеет северо-восточное простирание. Поперечные для Восточного Саяна разрывы северо-восточного простирания представлены преимущественно сдвиго-сбросами, в Прибайкалье эта же генетическая группа простирается на северо-запад. Если взглянуть на охарактеризованную позицию в общем плане, то мы увидим зеркальную симметрию в сетке разломов Саяно-Байкальской горной области по отношению к меридиональной плоскости 102° в.д. В целом Саяно-Байкальская горная область, как и другие смежные складчато-глыбовые структуры, располагается в зоне Срединно-Азиатского трансконтинентального подвижного пояса, а ее разломная сетка является региональной частью одноименной системы крупнейших глубинных разломов (Очиров, 1973).

Закономерности в ориентировке первичных разрывов позволяют рассматривать их генезис в общем плане развития, разрабатывая одну схему, с позиций которой можно объяснить и Саянскую, и Прибайкальскую ветви разломов.

История геологического развития разломов в Забайкалье восстанавливается более четко для протерозойско-палеозойского и мезозойского этапов тектогенеза. Наиболее крупные из разломов этой территории — Джида-Витимский и Чикой-Ингодинский (Очиров и др., 1965) — в течение всего длительного периода формирования функционировали как левосторонние сдвиго-сбросы, хотя в отдельные моменты активизации знак движений изменялся. Последнее выражено менее отчетливо, чем в Прибайкальской и Саянской ветвях.

Во внутренней части Байкальской складчатой дуги сетка разломов наиболее сложна. Выделяются разломы северо-восточного направления (баргузинский тип СВ 30°). К ним приурочены зоны милонитизации, отдельные тектонические впадины и сейсмогенные структуры. Степень развития разломов данного направления по

мере удаления от района Байкала затухает. На Витимском плоскогорье они развиты в виде разрозненных серий непротяженных зон повышенной проницаемости и брекчирования, а также локальных мезозойских вулканогенных депрессий. Разломы северо-западной ориентировки (точерский тип СЗ 330°) развиты в бассейне Ципы, Амалата, Конды, Ингоды. На местности они прослеживаются линейно-вытянутыми зонами расланцевания, мелкими интрузивными проявлениями трещинного типа, хорошо оттеняются изгибами речных долин, геоморфологическими уступами, которые подчеркивают их кайнозойскую активизацию.

Выявлены разломы и субмеридионального направления (кыра-парамский тип СВ 15°). Они наиболее четко выражены в восточной части Байкальской горной области и выступают в роли пограничных структур, отделяющих эту область от Станового нагорья.

Таким образом, плановый рисунок сетки разломов в различных частях Саяно-Байкальской горной области практически мало различен. Однако степень развития разломов выделенных направлений существенно различна. Именно это обстоятельство необходимо учитывать при восстановлении картины зарождения сетки разломов в целом для Саяно-Байкальской горной области.

Правильная по отношению к плоскости симметрии (102° в.д.) картина не только ориентировки первичных разрывов, но и зеркального отражения их генетических типов в первом приближении позволяет рассматривать результаты деформации да и саму деформацию как деформацию, происходящую в однородном теле, в среде, близкой к изотропной по своим физико-механическим свойствам. Отсюда для понимания кинематической схемы развития генеральных направлений разломов можно использовать представление об эллипсоиде напряжений (Хренов, Шерман, 1968). Анализ ориентировки по простиранию и по падению генерализованной поверхности Главного Саянского глубинного разлома и Прибайкальской ветви краевого шва Сибирской платформы, учитывая, что по первому из них в докембрии происходили правые взбросо-сдвиги, а по второму — левые (Наумов, 1973), показывает, что оси эллипсоида напряжений в начальный этап развития этих разрывов должны были располагаться следующим образом: ось алгебраически минимального напряжения σ_3 субмеридионально; ось алгебраически максимального напряжения σ_1 — субширотно; ось алгебраически среднего напряжения σ_2 — почти вертикально. Соответственно максимальное сжатие территории южной части Восточной Сибири испытывала по направлению, близкому к "север — юг". Именно при такой ориентировке сил наиболее вероятно "раздробление" в то время почти однородной коры по системе концентрации максимальных касательных напряжений, расположенных под углом $\sim 45^\circ$ к оси максимального сжатия. В этот же период, следуя строгой схеме ориентировки напряжений при сжатии однородного тела, должны были образоваться крупные прогибы земной коры, генетически вызванные субширотно ориентировкой максимальных растягивающих напряжений. Такой крупный прогиб действительно существует и проходит в субмеридиональном направлении через район современного истока р. Ангары. Он подчеркивается гравитационными и магнитными аномалиями, вытягивающимися здесь в субмеридиональном направлении, и дешифрируется М. М. Одинцовым и др. (1962), К. А. Савинским (1972) и другими как крупный разлом фундамента. Небезынтересно, что моделирование механизма образования структур южной части Сибирской платформы (Гладков и др., 1972) подтвердило удивительное соответствие сетки разрывных нарушений в природе и на модели. Этим экспериментально подтверждается идея о субмеридиональной ориентировке тектонических сил сжатия, предопределивших генеральное направление дизъюнктивов Саяно-Байкальской горной области.

Зарождение регматической, закономерно ориентированной по отношению к оси вращения сетки разрывов земной коры часто объясняют двумя наиболее крайними точками зрения: либо это результат процессов в верхней мантии, либо фактор влияния ротационных сил Земли.

Е. Н. Люстих (1962) дал общую оценку сдвиговых напряжений, которые могут появиться у подошвы коры при изменении скорости вращения Земли. При

мощности коры 40 км, плотности слагающего ее материала 3 г/см^3 и изменении скорости вращения на $5 \cdot 10^{-8}$ своей величины (наибольшее отмеченное изменение) за 12 дней касательное напряжение у подошвы коры составит $3 \cdot 10^{-2} \text{ дин/см}^2$ т.е. на несколько порядков ниже предела прочности горных пород. Отсюда только действия ротационных сил недостаточно для образования генеральной сетки разломов и в Саяно-Байкальской горной области, поскольку общие расчеты Е. Н. Люстиха благодаря общности параметров соответствуют рассматриваемой геологической ситуации.

Можно допустить, что ротационные силы Земли являются причиной формирования крупных разломов земной коры лишь в случаях, когда вектор действия этих сил совпадает с вектором напряжений, вызванных эндогенными процессами. Именно поэтому по статистике в целом для Земли мы имеем относительно выдержанные направления разрывов по отношению к оси вращения, а в конкретных регионах, расположенных на одних широтах, но в разных местах планеты, преобладают разные по направлению разломы. Принимая во внимание симметрию генетических типов и знаков смещений разломов Саяно-Байкальской горной области, можно сделать заключение, что их первоначальное заложение является результатом совместного действия ротационных и эндогенных напряжений.

Все дальнейшее развитие дизъюнктивной тектоники рассматриваемого региона шло при все большем и большем участии и возрастающей роли эндогенных факторов.

Постоянное взаимодействие изменяющихся во времени эндогенных и экзогенных (ротационных) сил вызывает колебания результирующего вектора напряжений в земной коре, который, в свою очередь, предопределяет подвижки по имеющимся зонам дислокаций. В этом причина изменения генетических типов генеральных разломов во времени.

В зависимости от генетического типа разломов находится их потенциальная магмо- и рудоконтролирующая роль, что имеет уже непосредственное практическое значение. При учете ориентировки генетических и возрастных особенностей разломов появляется возможность по-новому оценить металлогенические перспективы наименее изученных, часто закрытых районов и облегчить выявление ряда металлических полезных ископаемых.

Рудогенерирующая роль крупных разломов требует обстоятельного изучения. Эндогенная металлогения глубинных разломов, иногда относимых к "сквозным" и "скрытым", сейчас успешно исследуется в Восточном Забайкалье, Хабаровском крае и Приморье. Установленные в этих районах разломные системы играют различную роль в металлогеническом контроле на разных стадиях своего развития. Наряду с известными разломными структурами выделяются рудоконцентрирующие зоны, в пределах которых, как отмечает И. Н. Томсон (Фаворская и др., 1969), сосредоточены наиболее крупные и промышленно интересные месторождения разных типов.

Для решения задач металлогении, связанных со скрытыми разломами Саяно-Байкальской горной области, необходима дальнейшая разработка методики регионального тектонического районирования разломно-блоковых поясов и выявления скрытых ослабленных зон. Современные методические приемы формационного и возрастного расчленения мозаично-блоковых зон линеаментов не обеспечивают надежного выделения и картирования таких зон.

К настоящему времени генеральную сетку разломов Саяно-Байкальской горной области можно считать установленной. Решены проблемы пространственного расположения разломов и общий план ориентировки (Очиров и др., 1965; Очиров, 1969; Хренов, 1971; и др.). Накоплен определенный опыт картирования разломных зон как геологических тел. В задачу предстоящих исследований должны быть включены следующие основные вопросы (Очиров и др., 1973): 1) выяснение характера движений по разломам, изучение скоростей и векторов подвижек во времени; 2) разработка методических приемов более строгой возрастной классификации разломов; 3) дальнейшее выяснение физических закономерностей, лежащих в основе "дробления" земной коры; 4) металлогения зон генеральных разломов.

Комплексное изучение поставленных основных задач дает возможность приступить к составлению специальной карты разломной тектоники Восточной Сибири, отвечающей современным требованиям тектоники. Она даст основание рассматривать генеральные и глубинные разломы как важные геологические объекты, а не просто структуры разграничения, и с этих позиций подходить к их изучению.

ЛИТЕРАТУРА

- Берзин Н. А. Зона главного разлома Восточного Саяна. М., "Наука", 1967.
- Воронов П. С. Очерки о закономерностях морфометрии глобального рельефа Земли. Л., "Наука", 1968.
- Гладков В. Г., Никитин В. П., Хренов П. М. Поля напряжений и геологические структуры южной части Сибирской платформы и ее обрамления (по данным моделирования). — В кн. "Тектоника Сибири", т. V. М., "Наука", 1972.
- Гордиенко И. В. Девонская вулканоплутоническая формация в юго-восточной части Восточного Саяна. Улан-Удэ, 1969.
- Драгунов В. И., Маньковский В. К. Трансазиатский линеймент и его проявление в геологическом строении юга Сибири. — В кн. "Тектоника Забайкалья". Материалы к X сессии Научного совета по тектонике Сибири и Дальнего Востока. Улан-Удэ, 1973.
- Егоров Ю. И. О тектонической структуре Саяно-Байкальского складчатого обрамления юга Сибирской платформы по геофизическим данным. — В кн. "Тектоника Сибири", т. IV. М., "Наука", 1970.
- Егоров Ю. И. Системы разломов северо-восточной части Восточного Саяна и Западного Прибайкалья. — В кн. "Глубинные разломы юга Восточной Сибири и их металлогеническое значение". М., "Наука", 1971.
- Люстих Е. Н. Некоторые замечания об использовании физики в геотектонических построениях. — Изв. АН СССР, серия геол., 1962, № 1.
- Наумов В. А. Строение краевого шва Сибирской платформы в пределах Прибайкалья. — Геотектоника, 1973, № 1.
- Одинцов М. М., Твердохлебов В. А., Владимиров Б. М. и др. Структура, вулканизм и алмазонасность Иркутского амфитеатра. М., Изд-во АН СССР, 1962.
- Очиров Ц. О. Основные особенности и типы мезозойских структур Бурятии и сопредельных территорий. — Геотектоника, 1969, № 1.
- Очиров Ц. О. Структурное положение Забайкалья в Срединно-Азиатском трансконтинентальном подвижном поясе. — В кн. "Тектоника Забайкалья". Материалы к X сессии Научного совета по тектонике Сибири и Дальнего Востока. Улан-Удэ, 1973.
- Очиров Ц. О., Булнаев К. Б., Доржиев В. С., Турунхаев В. И., Цырендоржиев Ц. Ц. Развитие мезозойских структур Западного Забайкалья. Улан-Удэ, 1965.
- Очиров Ц. О., Шерман С. И., Ерхов В. Ф. Главные разломы Саяно-Байкальской горной области и некоторые проблемы их изучения. — В кн. "Тектоника Забайкалья". Материалы к X сессии Научного совета по тектонике Сибири и Дальнего Востока. Улан-Удэ, 1973.
- Парфенов Л. М. Основные черты докембрийской структуры Восточного Саяна. М., "Наука", 1967.
- Рассказчиков А. Н. Геологические формации и структура Центральной части Восточного Саяна. Новосибирск, "Наука", 1971.
- Савинский К. А. Глубинное строение Сибирской платформы по геофизическим данным. М., "Недра", 1972.
- Суворов А. И. Закономерности строения и формирования глубинных разломов. М., "Наука", 1968.
- Фаворская М. А., Томсон И. Н., Иванов Р. Г., Баскина В. А., Волчанская И. К., Дежин Ю. П., Кравцов В. С., Фрих-Хар Д. И. Связь магматизма и эндогенной минерализации с блоковой тектоникой. М., "Недра", 1969.
- Хренов П. М. Скрытые зоны глубинных разломов складчатых областей и платформ (на примере юга Восточной Сибири). — В кн. "Глубинные разломы юга Восточной Сибири и их металлогеническое значение". М., "Наука", 1971.
- Хренов П. М., Бухаров А. А., Шерман С. И., Буряк В. А. Краткий очерк разломной тектоники юга Восточной Сибири и некоторых черт ее металлогении. — Изв. Заб. фил. Геогр. об-ва СССР, 1968, т. IV, вып. 4. Чита.
- Хренов П. М., Шерман С. И. Ротация Земли и сетка разрывов юга Восточной Сибири. — В кн. "VI совещание по проблемам планетологии", вып. 1. 1968.
- Чебаненко И. И. Основные закономерности разломной тектоники земной коры. Киев, 1963.
- Шерман С. И. Приморский взброс-сдвиг. — Информационный сборник Ин-та земной коры. Иркутск, 1970.
- Шерман С. И. Количественные параметры разломов и их значение при металлогеническом районировании. — В кн. "Металлогения активизированных областей". Иркутск, 1973.
- Шерман С. И., Медведев М. Е., Ружич В. В., Киселев А. И., Шмотов А. П. Тектоника и вулканизм юго-западной части Байкальской рифтовой зоны. Новосибирск, "Наука", 1973.