

К СОВРЕМЕННЫМ ПРЕДСТАВЛЕНИЯМ ОБ ОБРАЗОВАНИИ ВПАДИН БАЙКАЛЬСКОГО ТИПА*

Проблема происхождения впадины озера Байкал и следы новейших тектонических движений на его берегах и на территории горных хребтов, окружающих озеро, в течение многих лет изучалась одним из учеников академика В.А. Обручева – В.В. Ламакиным. В результате тщательного накопления фактов он пришел к выводам об условиях образования впадины Байкала, которые резко отличаются от существующих мнений. Свои выводы в предварительной форме он опубликовал еще в 1952 г. в монографии “Ушканьи острова и проблема происхождения Байкала” [10], потом развил их в ряде журнальных статей и наиболее полно изложил в недавно изданной монографии “Неотектоника Байкальской впадины” [11].

На эту монографию в № 9 журнала “Геология и геофизика” за 1969 г. была опубликована рецензия В.П. Солоненко и Ю.А. Зорина [19]. В ней в очень резкой форме отмечаются неточности монографии В.В. Ламакина, касающиеся доказательности трассируемых им сдвиговых нарушений, обоснования вертикальных движений берегов Байкала, расположения эпицентров землетрясений и правильности прогноза землетрясений в зоне Байкальской впадины. В заключение авторы рецензии приходят к выводу, что “Неотектоника Байкальской впадины” – “публикация, не имеющая никакого основания занять место среди научных изданий” [19, с. 147]. На самом деле это далеко не так. Авторы рецензии в ряде вопросов недостаточно объективны. Так, они, например, обвиняют В.В. Ламакина в том, что он пользуется устаревшими данными А.П. Булмасова [4], а не более новыми расчетами Ю.А. Зорина [7], предполагающего, что под впадиной Байкала поверхность Мохоровичича располагается на 10–16 км выше, чем под смежными участками Сибирской платформы и горными сооружениями Забайкалья. Однако оказывается, что представления Ю.А. Зорина о байкальском “антикорне” в значительно меньшей мере отражают реально существующие структурные соотношения, чем использованные В.В. Ламакиным данные А.П. Булмасова. Глубинное сейсмическое зондирование, проведенное еще в 1968 г. Восточным геофизическим трестом и Институтом геологии и геофизики СО АН СССР [9] по профилю Усть-Уда – устье р. Селенги – Хоринск, показало, что при движении со стороны Сибирской платформы поверхность мантии, сложенной веществом с “нормальной” скоростью распространения упругих волн – 8,1 км/сек при подходе к впадине Байкала, в блоке, ограниченном сбросом Обручева, погружается на глубину до 3 км. Непосредственно за этим сбросом, под Байкалом, поверхность Мохоровичича вновь резко поднимается на те же 3 км, т.е. занимает такое же положение, которое она име-

Геология и геофизика. 1970. № 5 (совм. с К.В. Боголеповым).

ла на окраине платформы. Но и под впадиной Байкала, и под ограничивающим ее с юго-востока хр. Хамар-Дабан вещество верхней мантии разуплотнено и отличается аномально низкой скоростью распространения упругих волн – 7,75 км/сек – явление, характерное и для других рифтовых зон земного шара.

Таким образом, новейшие сейсмические данные подтверждают утолщение земной коры при подходе к впадине Байкала в пределах Приморского хребта. Те же данные свидетельствуют о существовании “корня” под Байкалом и Хамар-Дабаном, но представленного не утолщенной земной корой, а разуплотненным веществом верхней мантии или “смесью пород, скорости в которых равны 6,4 и 8,1 км/сек”, как трактовал его М. Юинг и допускал Б. Хизен [24] для аналогичных образований Срединно-Атлантической рифтовой зоны.

Оба автора рецензии – геофизики, и потому эти данные, широко дискутировавшиеся в кругах советских ученых и доложенные еще летом 1969 г. на симпозиуме в Мадриде, им должны быть хорошо известны.

В необъективной критике авторов рецензии можно упрекнуть и по ряду других вопросов, но дело вовсе не в этом и не об этом следует спорить. В монографии В.В. Ламакина, действительно, имеются и спорные вопросы, и различные неточности. Главный недостаток упоминавшейся рецензии не в том, что наряду с действительными они приписали В.В. Ламакину многие мнимые неточности, а в том, что они не увидели и не отметили самого главного – крупных принципиально новых выводов В.В. Ламакина по вопросу о генезисе структур земной коры, подобных глубочайшей Байкальской впадине.

Именно это заставляет нас еще раз вернуться к основному содержанию монографии “Неотектоника Байкальской впадины”.

В области тектоники с давних пор идет дискуссия между представителями двух направлений. Сторонники одного из них признают большую роль горизонтальных движений крупных блоков земной коры и целых материков, а нагромождения складок и поднятий земной коры, с которыми связано образование горных хребтов, считают в значительной мере результатом этих горизонтальных движений. Представители другого направления считают, что каждая точка земной коры более или менее “закреплена” в градусной сетке, а ведущим тектоническим процессом являются вертикальные “колебательные” движения блоков земной коры. Все наблюдаемые следы горизонтальных движений слоев (складки, надвиги, сдвиги) они считают незначительными по масштабам и второстепенными по своему происхождению, производными от вертикальных движений.

Представители первого направления получили от бельгийского геолога Э. Аргана название “мобилистов” [1]. Представителей второго направления Д.И. Мушкетов предложил называть “фиксистами” [13].

В конце двадцатых и особенно в тридцатые годы нашего века в силу различных причин, анализировать которые здесь нет необходимости, в тектонических воззрениях господствовал фиксизм (Л. Кобер, Г. Штилле, Э. Краус, А. Борн и др.). Вертикальными движениями пытались объяснить происхождение всех структур земной коры, в том числе и глубоких впадин байкальского типа. Механизм образования подобных структур был предложен в 1939 г. Г. Клоосом [26]. Он считал, что сначала под влиянием вертикаль-

ных восходящих движений в земной коре образуется крупное обычное вытянутое куполообразное поднятие. Поскольку отрицаются горизонтальные движения и, следовательно, не допускается сближение точек земной коры по обе стороны от купола, постольку приходится признавать, что поднимающиеся слои начинают испытывать растяжение, особенно сильное в сводовой части купола. По достижении известного предела это растяжение приводит к возникновению разрывов земной коры – нормальных сбросов, по которым центральная зона купола “проваливается”, образуя глубокий грабен, иногда с ответвлениями. Г. Клоос объяснял таким образом возникновение Рейнского грабена и грабена Красного моря, по краям которых действительно высятся эскарпы обрезанных сбросами полукупольных поднятий.

На “байкальскую почву” взгляды Г. Клооса с определенными изменениями были перенесены в 1948 г. Е.В. Павловским [14, 15], который разработал гипотезу, названную им гипотезой “аркогенеза”. Согласно представлениям этого автора, во всей Прибайкальской и Забайкальской складчатой области, расположенной между древней Сибирской платформой на северо-западе и мезозойскими складчатыми сооружениями на юго-востоке, с середины мезозоя в условиях тангенциального сжатия началось формирование очень крупных пологих линейных геоморфологически выраженных сводов северо-восточного простирания и разделяющих эти своды прогибов. И своды, и прогибы являются не простыми, а осложненными вторичными поднятиями и прогибами, почему Е.В. Павловский часто называет первые антиклинориями, а вторые – синклинориями. По его мнению, впадины байкальского типа начали развиваться как частные синклинали внутри крупного антиклинорного свода. Однако свою современную морфологию они получили в неогене, когда эпоха тангенциального сжатия сменилась эпохой растяжения. В это время в ряде мест вдоль бортов синклиналей образовались нормальные сбросы, которые придали им морфологическое сходство с грабенами.

Гипотеза аркогенеза, которую Е.В. Павловский считал особым типом тектонических движений, объясняла многие известные во время ее создания геологические и геоморфологические факты. Кроме того, она соответствовала распространенным лет двадцать тому назад идеям о чередовании в тектонической жизни Земли глобальных эпох расширения и сжатия (“пульсационные” гипотезы” У.Г. Бухера, М.А. Усова и В.А. Обручева). Поэтому неудивительно, что она была принята, поддерживалась и разделялась многими геологами [4, 17, 20–23, и др.]. С воззрениями Г. Клооса гипотезу аркогенеза роднит то обстоятельство, что в обоих случаях предполагается сначала возникновение орографически выраженного поднятия, т.е. горного хребта или горной страны, а потом образование в ее центральной части, ограниченной сбросами впадины. Разница заключается в том, что, по Клоосу, поднятие происходит под влиянием вертикальных сил, что и приводит к возникновению в его сводовой части сил растяжения, а по Е.В. Павловскому, образование поднятия происходит под влиянием тангенциального сжатия, сменяемого потом растяжением, во время которого сбросы осложняют не сводовую часть поднятия, а ранее существовавшие в его пределах локальные прогибы.

В.В. Ламакин правильно обратил внимание на то обстоятельство, что существуют геологические факты, противоречащие этим обеим довольно

Наблюдения В.В. Ламакина, а также приведенные им данные С.М. Замараева, В.В. Самсонова и ряда других геологов, свидетельствуют о том, что осевая линия значительно более узкой впадины Байкала в неогене проходила по юго-восточному краю современной дельты р. Селенги и с позднего плиоцена сместилась к северо-западу – в сторону Сибирской платформы – примерно на 10 км.

Весьма характерной является и подмеченная В.В. Ламакиным обращенность наиболее крупных сбросов внутри Байкальской впадины к юго-востоку – в сторону, противоположную направлению движения масс. Происходившие при этом перекосы и вращательные движения отдельных тектонических глыб, установленные по деформациям террас и по изменениям в залегании коренных пород, представляют собой явления, возможные лишь при существовании “свободного пространства” в условиях значительного растяжения земной коры. Клиновидная форма отдельных крупных тектонических блоков, расщеленных и ориентированных “остриями” в сторону, противоположную направлению движения, также свидетельствует в пользу их отрыва при горизонтальных смещениях.

Не вызывает сомнения и широкое развитие по периферии Байкала сопутствующих растяжению левосторонних сдвигов. Не все они строго доказаны и в ряде случаев, помимо геоморфологических наблюдений, требуют для своего подтверждения детального изучения структурных соотношений между сопряженными блоками пород. Так, известную петлю р. Иркут, фиксирующую, по мнению В.В. Ламакина, пятнадцатикилометровую амплитуду горизонтального смещения, можно объяснить поднятием протерозойских гранитов Зыркузинского хребта, оттеснившим Иркут к западу.

Заслуживает внимания и унаследованность в характере намеченных В.В. Ламакиным горизонтальных тектонических движений, охвативших южную часть Сибирской платформы вплоть до ее границ с Восточным Саяном и Западно-Сибирской плитой. По данным Н.А. Берзина [3], позднедокембрийские и раннепалеозойские образования в зоне Главного Восточно-Саянского разлома рассечены системой левосторонних сдвигов. Вдоль Бирюсинского разлома, ограничивающего с юга Присаянский прогиб, Н.А. Берзиным установлена серия взбросов северо-северо-западного простирания, обусловленных тангенциальным сжатием при горизонтальных левосторонних движениях в зоне сочленения структур Сибирской платформы и складчатых сооружений Восточного Саяна. Подобные же системы взбросов известны в юго-западном борту Саяно-Партизанской впадины и вдоль западного склона Енисейского кряжа. В обоих случаях дислоцированы выходящие к поверхности юрские породы.

Отдельные геоморфологические литолого-стратиграфические и структурные наблюдения, приводимые В.В. Ламакиным для доказательства своей гипотезы, могут объясняться по-разному, но в общей связи они хорошо подтверждают предполагаемый им механизм образования впадины Байкала.

Надо сказать, что этот механизм вполне отвечает современным данным о характере движений земной коры. Время “фиксистских” представлений безвозвратно ушло. За последнюю четверть века собрано такое количество неоспоримых геофизических, геодезических, палеогеографических, структурных, зоо- и фитогеографических данных в пользу существования круп-

ных горизонтальных перемещений самых различных по размеру блоков и чешуй земной коры, что теперь на позициях фиксизма может стоять только человек, который в угоду однажды высказанным взглядам готов отрицать все геологические факты. Поэтому “мобилистский” подход В.В. Ламакина к решению проблемы происхождения впадин байкальского типа представляется вполне закономерным и оправданным.

Правда, этот подход не абсолютно нов. Близкие взгляды на происхождение впадин Байкала высказывали еще в конце XVIII в. П.С. Паллас, И.Г. Георги и Э. Лаксман, а в конце прошлого и начале нынешнего века В.А. Обручев. В.В. Ламакин возродил эти незаслуженно забытые взгляды, аргументировал их тщательно собранным фактическим материалом и развил, превратив в стройную теорию. Судя по недавно опубликованной статье В.П. Солоненко [17], он сам разделяет положение В.В. Ламакина о более раннем возрасте впадины Байкала по сравнению с окружающими его поднятиями. Тем более удивительно, что он не отметил этого сходства взглядов в своей рецензии.

Разработанная В.В. Ламакиным теория происхождения впадин байкальского типа находит подтверждение в материалах, которыми он не располагал или, во всяком случае, не пользовался. Решительно всеми геологами: Г. Клоосом, Е.В. Павловским, В.В. Белоусовым, В.П. Солоненко, Н.А. Флоренсовым, В.В. Ламакиным признается структурное и генетическое тождество Байкальской системы впадин и впадин так называемой “рифтовой” зоны Восточной Африки. Однако последняя зона протяженнее, разнообразнее, и в ней можно наблюдать “отрезки”, соответствующие разным стадиям образования Байкала.

В монографии Л. Каэна [8] и в “Основах физической геологии” А. Холмса [25] приведены первые сведения о самой северной части западной полосы “рифтовых” впадин Африки, расположенной на территории Уганды. Более подробные данные о ней имеются в статье В. Бишопы и А. Тринделя [26], а также в статье Е.Е. Милановского [12], участника работающей под руководством В.В. Белоусова советской комплексной Восточно-Африканской экспедиции АН СССР. По материалам названных геологов, западная “рифтовая” зона начинается впадиной Альберт – Нила, врезанной на 600 м в совершенно горизонтальное плато с отметками около 1000 м. Судя по сейсмическим данным, мощность молодых рыхлых осадков в этой впадине достигает 1500 м. Следовательно, днище ее опущено по сравнению с поверхностью окружающего плато более чем на 2 км. Это уже почти “байкальская” величина. Но никаких гор по бортам впадины Альберт – Нила нет. Она образовалась на “ровном месте”, т.е. так, как это предполагает для Байкала В.В. Ламакин. Подобно Байкалу, она характеризуется крупной отрицательной аномалией силы тяжести. Очевидно, образование ее может быть связано только с горизонтальным растяжением земной коры.

Лишь много южнее западный борт рифтовой впадины начинает подниматься, и на берегу оз. Альберта возвышаются Синие горы с отметками до 2444 м, сложенные глубоким докембрием и во всем подобные Хамар-Дабану. Здесь мы наблюдаем вторую стадию образования рифтовых долин, соответствующую современному структурному положению Байкала. Эти аналогии подтверждают правильность взглядов на происхождение впадин байкальского типа, высказываемых В.В. Ламакиным.

Предлагаемая В.В. Ламакиным гипотеза согласуется с данными исследований нарушений и разрывов в очагах землетрясений, согласно которым и для африканских рифтов, и для Байкальской рифтовой зоны в поле упругих напряжений земной коры характерны неравномерные горизонтальные растягивающие напряжения [5, *рис. 28* на с. 128].

Кстати говоря, образование рифтовых впадин Африки за счет горизонтального растяжения и “раздвигания” земной коры сейчас доказано не только структурным анализом и изучением напряжений в очагах землетрясений, но и точными геодезическими наблюдениями. Как известно, Красное море и Аденский залив являются частями Африканской рифтовой системы. В сводном отчете шведской Академии наук за 1967 г. указано, что проводившиеся многолетние геодезические наблюдения установили удаление друг от друга точек, расположенных на восточном и западном берегах Красного моря со средней скоростью 2,5 см в год, а точек, расположенных на северном и южном берегу Аденского залива, со средней скоростью 4 см в год*.

Аналогичные данные, подтверждающие правильность основных доводов В.В. Ламакина, появились для прилегающей к Байкалу части Сибирской платформы. Сопоставляя двукратные наблюдения астрономических азимутов пяти линий в этой части платформы Н.П. Есиков и В.К. Панкрушин [6] установили уменьшение величины этих азимутов на 4–5″ для района верхнего течения р. Лены (Бирюлька – Киренск) и на 1,94″ для района Братска, произошедшее за время с 1940–1942 до 1965 г., т.е. за последние 25 лет. Названные ученые объясняют это явление горизонтальным смещением Сибирской платформы с тенденцией поворота ее против часовой стрелки и, таким образом, на основании совершенно других материалов приходят к тем же выводам, к которым пришел В.В. Ламакин.

Далеко на юг от Байкала – на территории Монгольской Народной Республики также устанавливаются факты, подтверждающие эти выводы. Впадина Байкала продолжается от его южного конца на 200 км почти прямо к западу в виде Тункинской впадины. Затем эта структурная линия круто поворачивает к югу и на ее продолжении в пределах Монголии лежит меридиональная впадина оз. Хубсугул. Это озеро, как говорят монголы, “младший брат” Байкала. Оно меньше Байкала, но так же ограничено сбросами и имеет значительные глубины (до 238 м). К югу от оз. Хубсугул разломы Байкальской рифтовой системы затухают, но вся четвертичная и современная геология территории МНР к западу и востоку от меридиана этого озера различна.

К западу от меридиана оз. Хубсугул расположены все высокие горные хребты Монголии с отметками до 4031 м в горах Хангая и 4231 м в Монгольском Алтае. Это область интенсивных новейших и современных тектонических движений, область катастрофических землетрясений силой свыше 10 баллов, во время которых на наших глазах происходят крупные сдвиговые и надвиговые нарушения (Таннуольское землетрясение в 1905 г., Гоби-Алтайское в 1957 г. и др.). Проявления четвертичного вулканизма здесь крайне незначительны. Они приурочены к некоторым меридиональным сдвиговым нарушениям, поперечным по отношению к простиранию каледонских складчатых сооружений.

* Записка об этом была опубликована в газете “Известия”.

Совсем другую картину новейшей геологии мы видим на востоке Монголии. Отметки поверхности понижаются, рельеф уплощается. Землетрясения здесь редкие и по силе не превышают 5 баллов. Зато четвертичный базальтовый вулканизм развит необычайно широко. Некоторые базальтовые плато, как например плато Дариганга, занимают площади более 10 тыс. кв. км. Последние излияния базальтов принадлежат голоцену, а в соседних районах северо-восточной части КНР продолжались и в историческое время.

Объяснение особенностей новейшей геологии западной и восточной частей территории МНР можно найти, если принять выдвигаемую В.В. Ламакиным гипотезу медленного “поворота” Сибирской платформы против часовой стрелки. Тогда к западу от меридиана оз. Хубсугул должны господствовать условия тангенциального сжатия. Отсюда интенсивность новейшей тектоники, возникновение напряжений, разрешаемых катастрофическими землетрясениями, и в то же время отсутствие трещин растяжения, снижающих давление и дающих легкий доступ к поверхности базальтовой магмы. В Восточной Монголии, наоборот, господство условий растяжения, отсутствие молодых надвиговых структур и высоких гор, более слабые землетрясения, связанные со сбросами, и характерное для таких условий обилие глубинных вулканических продуктов.

Все приведенные факты показывают, что книга В.В. Ламакина не заслуживает той суровой оценки, которую дали в своей рецензии В.П. Солоненко и Ю.А. Зорин. Книга эта интересная, основные выводы ее, по-видимому, правильны и приближают нас к пониманию механизма образования не только впадины Байкала, но и вообще впадин подобного типа в структуре земной коры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арган Э. Тектоника Азии. М.: ОНТИ, 1935.
2. Белоусов В.В. Основные вопросы геотектоники. М.: Гостехиздат, 1954.
3. Берзин Н.А. Зона Главного разлома Восточного Саяна. М.: Наука, 1967.
4. Булмасов А.П. Структура земной коры района Байкальской впадины по геофизическим данным // Тр. Иркутск. ун-та. 14: Сер. геол. 1959. Вып. 4.
5. Введенская А.В. Исследование напряжений и разрывов в очагах землетрясений при помощи теории дислокаций. М.: Наука, 1969.
6. Есиков Н.П., Панкрушин В.К. Современные горизонтальные движения Западного Прибайкалья и некоторые вопросы их изучения // Пробл. четвертич. геол. Сибири. М.: Наука, 1969.
7. Зорин Ю.А. О глубинном строении впадины озера Байкал по геофизическим данным // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1966. № 7.
8. Каэн Л. Геология Бельгийского Конго. М.: Иностран. лит., 1958.
9. Крылов С.В., Мишенькин В.П., Крупская Г.В., Петрик Г.В., Янушевич Т.А. Строение земной коры по профилю ГСЗ через Байкальскую рифтовую зону // Геол. и геофиз. 1970. № 1.
10. Ламакин В.В. Ушканьи острова и проблема происхождения Байкала. М.: Географиз. 1952.
11. Ламакин В.В. Неотектоника Байкальской впадины. М.: Наука, 1968.
12. Милановский Е.Е. Основные черты строения и формирования рифтовой системы Восточной Африки и Аравии // Вестн. МГУ. Сер. геол. 1969. № 1.
13. Мушкетов Д.И. Региональная геотектоника. М.: ОНТИ, 1935.

14. Павловский Е.В. Сравнительная тектоника мезозойских структур Восточной Сибири и Великого рифта Африки и Аравии // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1948. № 5.
15. Павловский Е.В. О некоторых общих закономерностях развития земной коры // Там же. 1953. № 5.
16. Павловский Е.В., Флоренсов Н.А. Краткий очерк геологического развития Восточной Сибири // Тр. Иркутск. ун-та. 1951. Т. V, вып. 2.
17. Солоненко В.П. Сейсмотектоника и современное структурное развитие Байкальской рифтовой зоны // Байкальский рифт. М.: Наука, 1968.
18. Солоненко В.П., Зорин Ю.А. Несколько замечаний о книге В.В. Ламакина "Неотектоника Байкальской впадины" // Геол. и геофиз. 1969. № 9.
19. Солоненко В.П., Терсков А.А. и др. Сейсмотектоника и сейсмичность рифтовой системы Прибайкалья. М.: Наука, 1968.
20. Флоренсов Н.А. О роли разломов и прогибов в структуре Байкальского типа // Бюлл. геол. Азии. М.: Изд-во АН СССР, 1954. Т. 1.
21. Флоренсов Н.А. Неотектоника Прибайкалья в связи с его сейсмичностью // Бюлл. Совета по сейсмол. АН СССР, № 10. М.: Изд-во АН СССР, 1960.
22. Флоренсов Н.А. Мезозойские и кайнозойские впадины Прибайкалья. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1960.
23. Флоренсов Н.А. О мезозойско-кайнозойской структуре Прибайкалья // Тектоника Сибири. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1962. Т. 1.
24. Хизен Б.К. Ложе океанов // Дрейф континентов. М.: Мир, 1966.
25. Холмс А. Основы физической геологии. М.: Иностр. лит., 1949.
26. Bishop W.W., Trendall A.F. Erosion surfaces, tectonics and volcanic activity in Uganda quart // J. Geol. Soc. of London. 1967. Vol. 122, N 488, 4.
27. Cloos H. Hebung-Spaltung-Vulkanismus // Geol. Rundschau. 1939. Bd. 30, H. 4A.