

categories, but have many topographic features in common in spite of differences in lithospheric structure. Reconstructions based on the plate tectonics cannot explain most essential morphological features of mountains regions such as the Alps, the Carpathians, the Himalayas, the Andes and others. The comparison between transoceanic and transcontinental belts reveals in the latter two classes of mountain-forming processes: geosynclinal and riftogenous ones. Convection processes in the mantle and stratification of the upper mantle and the earthcrust are but in small degree manifested in the mountain belts' present morphology and outlines. The mantle's control over the earthcrusts's structural layers development on continents seems to lessen gradually upwards.

УДК 551.4(235.35)

ШЕВЧЕНКО В. К.

О ПРОИСХОЖДЕНИИ ПРЕДБАЙКАЛЬСКОГО ПРОГИБА

Предбайкальский предгорный прогиб (впадина) является крупнейшей депрессией в рельефе Восточной Сибири. Он простирается от долины р. Ангары на юге до г. Киренска на севере на расстояние около 600 км при средней ширине 70—80 км и ориентирован в общем параллельно Байкальской складчатой области. С запада прогиб ограничивается Ангаро-Ленским плато, вершинная поверхность которого имеет абс. отметки 900—1100 м, максимальные 1300—1508 м (Орленгское плато). С востока он примыкает к горным сооружениям Байкальской рифтовой зоны — хребтам Байкальскому и Аkitканскому, абс. отметки которых достигают 2000—2500 м. Топографическая поверхность по оси прогиба характеризуется преобладающими абс. отметками 500—800 м, хотя отдельные останцы плато и горные гряды здесь также достигают 1000—1300 м (Суринский хребет, Аверичев кряж и др.). В целом же на фоне окружающих высот Предбайкальский прогиб выражен в рельефе относительно впадиной.

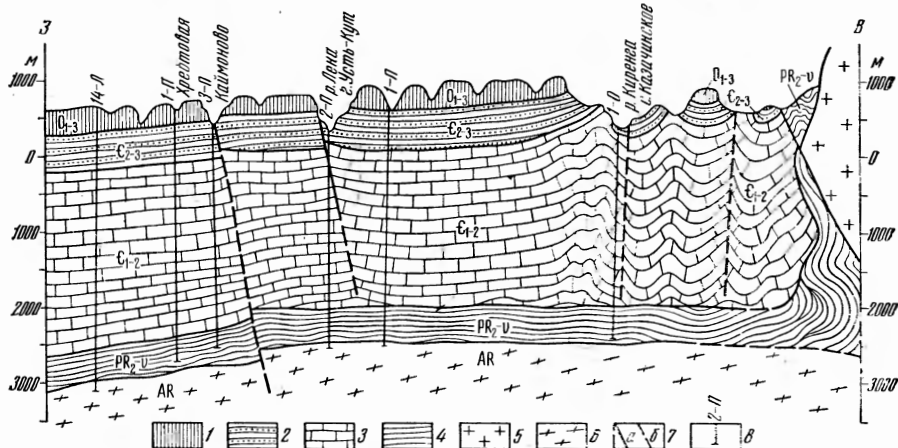
Какова же природа этой обширнейшей впадины?

Предбайкальский прогиб изучался многими геологами, начиная с конца прошлого века. В последние десятилетия в связи с поисками глиноземного сырья, угля, нефти и газа он интенсивно изучается иркутскими геологами, геоморфологами и геофизиками. На этой территории выполнен большой объем геолого-съемочных, буровых и геофизических работ, позволивший в 1976 г. сотрудникам Института земной коры СО АН СССР составить обстоятельную сводку о структуре и истории формирования Предбайкальского прогиба [1].

По данным этих исследователей, Предбайкальский прогиб занимает верхний структурный ярус в системе краевых структур Сибирской платформы, представленных рядом разновозрастных прогибов. В позднем протерозое на прибайкальской окраине платформы развивался Байкало-Патомский прогиб; в течение каледонского цикла был сформирован Ангаро-Ленский прогиб, занявший более обширную территорию. Начиная с позднего мезозоя начинает формироваться Предбайкальский предгорный прогиб. Эти прогибы ярусно наложены один на другой, благодаря чему образуют парагенез разновозрастных структур — краевую систему Сибирской платформы.

Таким образом, по мнению С. М. Замараева, О. М. Адаменко и др. [1], Предбайкальский прогиб имеет в основе тектоническую природу. С такой трактовкой происхождения этой впадины согласиться нельзя.

К настоящему времени достаточно детально изучено вещественное выполнение краевых структур Ангаро-Ленского района, в том числе структура кристаллического фундамента платформы, что позволяет более обоснованно подойти к решению вопроса о происхождении Предбайкальского прогиба. Н. А. Логачев, рассматривая общие проблемы гео-



Схематический геолого-геоморфологический разрез Ангаро-Ленского краевого прогиба Сибирской платформы

1 — терригенная и терригенно-карбонатная толщи ордовика (O_{1-3}); 2 — терригенная формация среднего — верхнего кембрия (ϵ_{2-3}); 3 — галогенно-карбонатная формация нижнего — среднего кембрия (ϵ_{1-2}); 4 — терригенно-карбонатная и молассовая формации верхнего протерозоя — венда (PR_2-V); 5 — складчато-глыбовые структуры байкалид (PR_1-PZ); 6 — кристаллический фундамент платформы (AR); 7 — разломы (в том числе надвиги): а — установленные, б — предполагаемые; 8 — скважина и ее номер

морфологии Прибайкалья и Забайкалья [2], справедливо заметил, что в большинстве публикаций чрезмерно преувеличивается роль неотектоники и принижается значение экзогенного фактора в развитии горно-котловинных ландшафтов Забайкалья. Это замечание в полной мере относится и к Предбайкальскому прогибу, возникновение которого обусловлено не тектоническими, а экзогенными факторами. Для доказательства этого положения рассмотрим кратко геологический разрез прибайкальских структур.

В основании разреза платформенного чехла на предбайкальской окраине платформы залегают отложения верхнего протерозоя и венда, представленные терригенно-карбонатной и молассовой толщами (голоустенская, улунтуйская, качергатская, ушаковская и мотская свиты) общей мощностью 350—1200 м [3]. На вендских слоях залегают толщи галогенно-карбонатной формации нижнего — среднего кембрия, включающая усольскую, бельскую, булайскую, ангарскую и литвинцевскую свиты, общая мощность которых составляет 1700—2000 м. Сложены они известняками и доломитами с прослоями песчаников, ангидритов, мергелей и мощных пластов каменной соли. При этом на долю карбонатных пород приходится 1000—1100 м разреза [3]. К востоку, по мере приближения к Байкальской горной области, наблюдается сокращение объема солей в результате проявления постседиментационного их выщелачивания, обусловившего появление в разрезе карбонатной формации огромных толщ брекчий.

На галогенно-карбонатной толще залегают средне- и верхнекембрийские терригенные отложения (верхоленская и илгинская свиты) мощностью 300—600 м, представленные переслаиванием песчаников, алевролитов, аргиллитов и мергелей с линзами гипсов в нижней части разреза и прослоями доломитов — в верхах разреза.

Венчают разрез платформенного чехла ордовикские осадки, представленные в нижней части разреза терригенно-карбонатной усть-кутской свитой мощностью 80—120 м и терригенной толщей в верхней части разреза (криволуцкая, чертовская и макаровская свиты) общей мощностью до 300 м (рисунок).

Наличие в разрезе платформенного чехла пород, различных по гео-

логическим свойствам, предопределило дисгармоничность складчатости и обособление трех структурных подэтажей: нижнего — подсолевого, среднего — соленосного и верхнего — надсолевого, каждый из которых отличается характером деформаций [3]. Нижний подэтаж слабо деформирован, его структура почти конформна поверхности кристаллического фундамента. Узкие, линейные, иногда опрокинутые складки для него характерны лишь в предгорной части байкалид. Средний подэтаж интенсивно смят в линейные и брахиформные складки; верхнему подэтажу свойственна в общем параллельная нижележащей толще складчатость (рисунок). Крылья складок осложнены разломами преимущественно сбросового характера. В осевых частях наиболее крупных линейных складок обнаруживаются зоны оттока солей, сопровождаемого оседанием вышележащих толщ.

Складчатые структуры ориентированы субпараллельно структурам Байкальской складчатой области и в своем образовании, по-видимому, связаны с сжатием, возникшим при надвигании складчатой области байкалид на платформу, а также, возможно, с гравитационным соскальзыванием осадочного чехла и развитием соляного диапиризма [1]. В направлении от складчатой области байкалид в глубь платформы напряженность складчатости постепенно ослабляется и залегание слоев становится практически горизонтальным (рисунок). Складчатые формы платформенного чехла образуют относительно узкую (до 70 км в северной части и до 100—130 км на юге — в верховьях р. Лены) зону Приленских складок, параллельную Байкальской горной области.

Предбайкальский предгорный прогиб почти лишен кайнозойских осадков. Небольшие участки палеогеновых и неогеновых отложений приурочены к локальным грабенообразным впадинам. Вдоль подножия Байкальского и Аkitканского хребтов распространены четвертичные ледниковые и флювиогляциальные отложения мощностью до 80 м.

Фундамент платформы, вскрытый несколькими глубокими скважинами в долинах рек Лены, Киренги и др., а также изученный геофизическими методами, представлен архейскими кристаллическими образованиями (граниты, гнейсы, сланцы) и опущен в Ангара-Ленском районе на глубину до 2500—3000 м. Прогиба в фундаменте, соответствующем Предбайкальской впадине, не обнаружено (рисунок). Следовательно, отпадает возможность рассматривать эту впадину как тектонически обусловленную форму.

Обращает на себя внимание тот факт, что Предбайкальская впадина в своих границах почти в точности совпадает с зоной Приленских складок, т. е. с территорией, где относительно водоупорные толщи ордовика и среднего — верхнего кембрия взломаны, размыты и на дневную поверхность выведены легкорастворимые карбонатные соленосные толщи нижнего — среднего кембрия. Западная граница Предбайкальского прогиба проводится по появлению почти не дислоцированного сплошного покрова слабоводопроницаемых пород ордовика и среднего — верхнего кембрия, восточная — примыкает к Байкальской горной области.

Оказавшись на дневной поверхности в зоне интенсивного водообмена, карбонатные породы нижнего — среднего кембрия подвергаются интенсивному выщелачиванию (карстованию). Несмотря на широкое распространение многолетней мерзлоты, мощность которой в Предбайкальской впадине достигает 50—60 м, карстовые процессы здесь протекают весьма интенсивно. На поверхности они проявляются воронками, котловинами, пещерами, суходолами, карстовыми озерами и высокодебитными родниками. Глубина воронок и котловин изменяется от нескольких до 25 м, а диаметр от 2—3 до 200 м и более. Плотность карстовых форм (их количество) местами достигает нескольких десятков на 1 км² площади (бассейны рек Мини, Кутимы и др.). Карстовые формы приурочиваются чаще всего к разрывам северо-восточного простирания, реже к диагональным и субширотным тектоническим нарушениям. Современным и четвертичным карстом охвачены обширные площади.

Об интенсивности карстовых процессов можно судить по объему ионного стока р. Киренги, протекающей в северной половине Предбайкальской впадины, примерно по ее оси. Общая минерализация воды Киренги в ее устьевой части составляет 500 мг/л [4]. По расчетам П. Ф. Бочкарева [5], ионный сток только р. Киренги составляет 3,76 млн. т ($1,5 \text{ млн. м}^3$) в год, что соответствует 22 м^3 ежегодного прироста карстовых пустот на 1 км^2 площади ее бассейна.

Наряду с преобладающими в речной воде гидрокарбонатами и сульфатами присутствуют также хлориды натрия, свидетельствуя о том, что ионный сток формируется не только за счет выщелачивания карбонатных пород, но и за счет рассолов, поступающих из соленосных пластов зоны затрудненного водообмена.

С достаточным основанием можно говорить также о проявлениях неогенового и палеогенового карста. Он выражен в образовании различного размера полостей, заполненных ныне доломитовой мукой и продуктами переотложения древних кор выветривания. Нет сомнения в том, что в образовании локальных впадин в Предбайкальском прогибе (Тулунской, Ангинской, Очаульской, Шоно-Бирилейской и др.), выполненных палеогеновыми и неогеновыми осадками, существенную роль играли карстовые процессы. Карстовое происхождение ряда впадин отмечал в своих работах Г. П. Вологодский. Появление даже такой крупной депрессии, как Хандинская в центральной части Криволучского вала С. М. Замараев, О. М. Адаменко и др. [1] также объясняли проявлением глубинного карста.

В разрезе галогенно-карбонатной формации широко проявлены следы мезозойского, в частности доюрского карста, который по масштабам разрушительной деятельности намного превосходил современные карстовые процессы. С ним связано образование брекчиевидных доломитов и известняков, брекчий, а также окремнелых пород, имеющих региональное распространение. В связи с выносом из верхов разреза карбонатной толщи громадного количества сульфатного и карбонатного вещества, а также поваренной соли произошло превращение целых горизонтов карбонатных пород в брекчии, а следовательно, и усадка толщи. Так, например, на Жигаловском валу до глубины 500—600 м вымыты каменные соли и сульфатные породы. На их месте присутствуют брекчии, имеющие несравненно меньшую мощность, чем галогенные пласты на крыльях вала [1]. Вследствие этого земная поверхность в пределах вала значительно просела, образовав глубокую депрессию рельефа. На связь опускания земной поверхности с вымыванием и дегалитизацией разреза нижнего кембрия в восточной части Ангаро-Ленского бассейна указывал ранее А. Е. Ходьков [6]. Однако эта его точка зрения, к сожалению, не получила признания в геологической и геоморфологической литературе.

Значительные, местами до 50—100 м на расстоянии 2—3 км, локальные уменьшения мощности ангарской свиты указывают, что мезозойский карст по масштабам разрушительной деятельности был вполне соизмерим с эрозией [4].

Активность выщелачивания пород зависит от наличия водоупоров и интенсивности водообмена в карбонатной толще. В Предбайкальской впадине, где слабоводопроницаемые толщи ордовика и среднего — верхнего кембрия взломаны складчатостью, размывы и карбонатные соленосные толщи экспонированы на дневной поверхности, интенсивность выщелачивания их несравненно выше, чем в других районах Ангаро-Ленского бассейна. В пределах Ангаро-Ленского плато разгрузка сильноминерализованных вод и рассолов из нижнекембрийской соленосной толщи локализована и наблюдается лишь в зонах разрывных нарушений. Общее количество минерального вещества, выносимого р. Леной с 1 км^2 площади Ангаро-Ленского плато, значительно меньше выносимого р. Киренгой из Предбайкальской впадины.

Если исходить из современной интенсивности химической денудации, то только за кайнозойское и мезозойское время из бассейна р. Киренги, площадь которого около 40 тыс. км^2 , вынесено более 33 тыс. км^3 мине-

рального вещества, без учета взвешенных и влекомых наносов. Следовательно, с 1 км² площади ее бассейна изъято около 0,82 км³ объема горных пород, что даже несколько превышает емкость современной Предбайкальской впадины. Однако континентальные условия на этой территории установились еще в преддевонское время, т. е. около 400 млн. лет, так что суммарный ионный вынос вещества с этой территории мог быть еще более значительным.

Таким образом, совершенно очевидно, что возникновение Предбайкальской впадины не связано с процессами опускания земной коры, захватывающими и кристаллический фундамент платформы, а обусловлено карстовыми процессами, развитию которых благоприятствовала сильная дислоцированность пород галогенно-карбонатной формации, поднятых выше базиса эрозии, и наличие в разрезе соляных и сульфатных толщ. В результате интенсивного развития карстовых процессов и дегализации осадочного чехла произошла усадка и некоторое опускание земной поверхности с образованием глубокой депрессии рельефа.

Об избирательной денудации с полной очевидностью свидетельствует тот факт, что отдельные синклинальные структуры в пределах Предбайкальской впадины, бронированные терригенными породами ордовика и среднего — верхнего кембрия, имеют абс. отметки поверхности до 1000—1300 м, т. е. находятся на одном гипсометрическом уровне с Ангаро-Ленским плато.

Подводя итоги всему изложенному выше, можно сказать: Предбайкальская впадина есть, прогиба — нет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Структура и история развития Предбайкальского предгорного прогиба. М.: Недра, 1976. 134 с.
2. Логачев Н. А. Некоторые общие проблемы геоморфологии Прибайкалья и Забайкалья//История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. Нагорья Прибайкалья и Забайкалья. М.: Недра, 1974. С. 341—344.
3. Дубровин М. А., Рязанов Г. В. Тектоника Лено-Киренгского участка трассы БАМ//Геологические и сейсмические условия района Байкало-Амурской магистрали. Новосибирск: Наука, 1978. С. 16—26.
4. Гидрогеология СССР. Т. XIX (Иркутская обл.). М.: Недра, 1968. 495 с.
5. Бочкарев П. Ф. Гидрохимия рек Восточной Сибири. Иркутск: Иркутское кн. изд-во, 1959. 155 с.
6. Ходьков А. Е. Оценка масштаба проявления и геологической роли гидрогеологических процессов//Вестн. ЛГУ. Геол. и геогр. 1967. Вып. 4. С. 30—40.

ПГО Гидроспецгеология

Поступила в редакцию
2.XII 1986

ON THE ORIGIN OF THE DEPRESSION WEST OF BAIKAL

SHEVCHENKO V. K.

Summary

The paper discusses the problem of the origin of a large depression west of the Baikal Lake. It is argued that the depression was not due to tectonics (the earthcrust downwarping) but resulted from karst processes and the loss of soluble matter (halyte) from the sedimentary cover, which brought about the sediments shrinkage and the surface lowering, the deep depression thus being formed.