

Л. С. БЕРГ, член-корреспондент АН СССР

ПРОИСХОЖДЕНИЕ УРАЛЬСКИХ БОКСИТОВ

I. По вопросу о происхождении уральских бокситов в настоящее время наибольшим распространением пользуется взгляд А. Д. Архангельского⁽¹⁾, согласно которому эти бокситы есть водно-осадочные породы, причем палеозойские отложились в море, а мезозойские — в озерах и болотах. Источником окислов алюминия, железа, титана и кремния, которые приносились в водоемы с суши в виде растворов — ионных или коллоидных, — служило латеритное выветривание.

Разберем на примере месторождения Красной Шапочки (несколько севернее 60° с. ш.), насколько эти предположения соответствуют действительности. Бокситы Красной Шапочки, среднедевонского возраста, признаются Архангельским за морское отложение.

Однако все, что мы знаем о Красной Шапочке, противоречит такому мнению. Поверхность, на которой здесь отлагались бокситы, представляла собою сложенную морскими девонскими известняками равнину, покрытую многочисленными карстовыми котловинами. Залежь бокситов представлена рядом отдельных массивов или блоков. На протяжении 6 км отмечено семь блоков. Безрудные пространства между блоками протяжением 0,1—4 км — это возвышения первоначального (дорудного) рельефа, где не происходило накопления бокситов. Бокситы отлагались в карстовых котловинах⁽²⁾.

Далее, в основании некоторых палеозойских бокситовых залежей Урала (Красная Шапочка, Ивдель, Богословск) залегает так называемая бокситовая брекчия. На Красной Шапочке она состоит из угловатых обломков известняка размерами 5—10 см, сцементированных мелко-оолитовым бокситовым веществом. Без сомнения, эта брекчия есть результат наземного выветривания известняков, или элювий известняков, который впоследствии был сцементирован бокситовым веществом, вынесенным из озерно-болотных отложений. Весьма трудно представить себе, чтобы подобный элювий известняков, залегающий в карстовых котловинах, мог образоваться на дне моря.

Изложенное с полной несомненностью показывает, что бокситы Красной Шапочки отлагались не в море, а на суше. Очевидно, сложенная известняками местность была покрыта большим количеством болот и озер, расположенных в понижениях древнего карстового рельефа и послуживших вместилищами для отложения бокситовых пород.

Из сказанного ясно, что мнение Архангельского⁽¹⁾, (стр. 407) об отложении бокситов в девонском море «на протяжении сотен километров» неправильно.

Одним из основных доказательств морского происхождения палеозойских бокситов Урала служит Архангельскому (стр. 402)

нахождение в ивдельских шамозитово-диаспоровых рудах кораллов *Favosites*. Обращаемся к разрезу на берегу р. Ивдель, где якобы в бокситах найдены кораллы. Здесь, согласно описанию Марковой и Штрейса (3), обнажаются, считая сверху:

3. Бокситы без фауны.

2. Бокситовая брекчия: «порода, состоящая из угловатых кусков известняка, как бы скрепленных бокситовым веществом. Много кораллов р. *Favosites*».

1. Подстилающие известняки.

Из этого описания явствует, что кораллы найдены не в бокситах, а в обломках известняка, образующего бокситовую брекчию, т. е. в элювии подстилающих известняков. Действительно, в известняках, подстилающих девонские бокситы Урала, обычны кораллы.

Без сомнения, сказанное относится и к другим указаниям на нахождение морской фауны в бокситах, например (4) на р. Козьей, к югу от Красной Шапочки. Состав фауны, найденной здесь, исключает возможность обитания ее в море, где происходило массовое отложение вредных для организмов соединений алюминия. Очевидно, эта фауна синхронна отложению известняков, а не бокситов, залегающих в карстовых котловинах среди известняков.

Согласно Архангельскому, латеритное выветривание доставляло в море растворы соединений алюминия. Однако мы знаем, что при латеритном выветривании глинозем накапливается на суше, а кремнезем выносится в реки, а оттуда попадает в море. Куда же девался кремнезем? Если он выносился совместно с глиноземом, то должен был дать начало глине, а не бокситу. Далее, непонятно, почему из коры выветривания в таких больших количествах выносились растворы именно глинозема, который очень слабо растворим в воде. «Узкое поле самостоятельного существования Al_2O_3 и его растворимости в условиях как кислых, так и щелочных сред,— говорит Гинзбург (5),—ограничивает все возможные комбинации для растворения и миграции глинозема».

Латериты пользуются широким распространением в тропиках. И если бы латеритное выветривание могло способствовать выносу соединений, которые давали бы начало в море бокситам, то бокситы встречались бы и в современных морях.

Итак, мы утверждаем, что уральские палеозойские бокситы отложились не в море, а на суше, в озерно-болотных условиях, подобно тому как и уральские мезозойские бокситы, согласно общепринятому мнению, образовались на суше в тех же условиях.

Вместе с тем, при современном состоянии знаний невозможно защищать предположение, будто соединения алюминия могли отлагаться на дне озер, болот или морей в результате сноса сюда продуктов латеритного выветривания.

II. Мы предполагаем, что уральские палеозойские бокситы представляют собою биохимические породы: они отлагались путем накопления растительностью глинозема болотного или озерно-болотного. Приведем основания.

Некоторые растения, особенно водные и болотные, обладают способностью накапливать глинозем. К числу таковых принадлежат плауновидные (*Lycopodinae*), куда, кроме ныне живущих плаунов, относятся также палеозойские углеобразователи — лепидодендроны и сигиллярии, весьма характерные для среднего карбона. Это были болотные деревья. Первые древовидные растения, и именно плауновидные, недавно описаны из верхнего силура Австралии. В золе некоторых дюреновых углей заключается до 50% глинозема. В золе современных плаунов много глинозема, нередко более 1% на живой вес (6). В золе одного вида *Lycopodium* 52% глинозема и 13,6% кремне-

зема (Lessing, 1926). Также у некоторых папоротников, особенно в подземных частях, много глинозема: так, у *Aspidium filix-mas* почти 100%.

Укажем на следующий замечательный факт. В нижнекаменноугольных тихвинских бокситах встречаются стигмарии — корневые органы сигиллярий и лепидодендронов. В нижних горизонтах месторождения эти стигмарии углистые, а в верхних — не отличимые от бокситов по химическому составу и виду (?). Очевидно, та же растительность в одних, ближе нам неизвестных условиях, давала начало каменным углям, а в других — бокситам. В мезозойских бокситах Урала нередки включения угля; встречаются отпечатки хвощей. Наконец, напомним, что есть бактерии (*Crenothrix*), в золе которых до 50% глинозема (8).

В поверхностных горизонтах современных подзолисто-болотных почв происходит накопление глинозема. По наблюдениям Роде (9), такая почва, развитая на ленточной глине в Ленинградской обл., заключает на глубине 30 см 30% Al_2O_3 , считая на безводное и безгумусное вещество, тогда как в подстилающих ленточных глинах всего 18—20% глинозема.

В бокситах много двуокиси титана, в некоторых (например, из Присалаирья) — свыше 100%. Есть основания думать, что такое накопление TiO_2 обязано биохимическим причинам. Титан обнаружен в золе плаунов, а также многих сухопутных и водных растений (10). Роде (9) допускает возможность биохимической миграции титана в подзолистых почвах. В верхних горизонтах коры выветривания челябинских гранитов накапливается до 8% TiO_2 .

Аналогами бокситов являются некоторые подмосковные нижнекарбоновые глиноподобные породы, например, боровичские «сухарь» и «кремневка», в которых встречается до 6,5% свободного глинозема и попадают остатки стигмарий. В боровичской «мыленке» до 3,4% TiO_2 .

Выводы. 1. Бокситы есть болотные (или озерно-болотные) осадки. Они образовались путем накопления глинозема и двуокиси титана болотной растительностью — возможно, при участии микроорганизмов.

2. Глинозем извлекался растениями болот и озер преимущественно из донных осадков *in situ*. Нет надобности принимать снос продуктов латеритного выветривания с суходолов в болота и озера.

3. Мнение, будто бокситы могли накопляться среди известковых илов открытого моря, несостоятельно.

4. Поиски бокситов следует производить среди древних материковых осадков. Особенно благоприятны места, где развит древний карстовый рельеф.

Подробности будут опубликованы в «Известиях Всесоюзного географического общества».

Всесоюзное географическое общество

Поступило
20 VIII 1944

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. Д. Архангельский, Тр. Конференции по генезису руд железа, марганца и алюминия, М., 1937. ² А. А. Денисевич, Изв. АН СССР, сер. геол., № 5—6 (1942). ³ Н. Р. Маркова и Н. А. Штрейс, Тр. Инст. минер. сырья, 112 (1937). ⁴ А. К. Гладковский, Изв. АН СССР, сер. геол., № 4 (1942). ⁵ И. И. Гинзбург, там же. ⁶ А. П. Виноградов, Тр. Биогеохим. лаб. АН СССР, III, стр. 20 (1934). ⁷ А. Н. Волков, Тр. Конфер. по генезису руд железа, марганца и алюминия, М., 1937, стр. 581. ⁸ А. П. Виноградов, Тр. Биогеохим. лаб. АН СССР, стр. 22 (1934). ⁹ А. А. Роде, Подзолообразовательный процесс, М., 1937, стр. 255, 400. ¹⁰ Ш. Е. Каминская, Тр. Биогеохим. лаб. АН СССР, IV (1937).