

БОКСИТЫ ЧАДОБЕЦКОГО ПОДНЯТИЯ (Сибирская платформа)

А. Д. СЛУКИН
(A.D. SLUKIN)

The Chadobets uplift is one of the most interesting objects to study the processes of bauxite formation. There is a concentration here of Cretaceous-Paleogene bauxites of various genetic types: residual (lateritic) and sedimentary (diluvial, karstic) formed in peculiar structural-tectonic environments from different mother rocks.

Some deposits are associated with uplift domes, where a high tectonic stress determined the formation of a thick (locally over 400 m) lateritic crust of weathering on Upper Proterozoic shales, siltstones, sandstones and on sills of alkaline ultrabasites, pipe kimberlites and carbonatites. In the crust of weathering of shales and siltstones strata of lateritic bauxites with a thickness of 8.5 m have been preserved. Redeposition products of laterites of all the rocks enumerated formed deposits of diluvial bauxites.

Other deposits are associated with the limbs of the uplift, where bauxites originated from lateritized traps of Chadobets foredeep redeposited into karst sinks on the surface of Lower Cambrian limestones.

Lateritic bauxites preserve well the relict structures of their mother rocks and consist of gibbsite, goethite, locally anatase, kaolinite. Sedimentary bauxites contain also subhydrous and oxide minerals: boehmite, corundum, hematite, maghemite and have a shot and clastic structure. Sedimentary bauxites were formed from developing laterites; their redeposition was accompanied by substantial chemical processes: quartz dissolution, evacuation of silicium, beryllium and other elements, as well as by a dehydration of minerals.

Чадобецкое поднятие является одним из интереснейших объектов для изучения процессов образования бокситов. Здесь на сравнительно небольшой территории сосредоточены бокситы различных генетических типов: остаточные (латеритные) и осадочные (делювиальные, карстовые), сформировавшиеся в своеобразной структурно-тектонической обстановке из коры выветривания разнообразных горных пород.

1. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЧАДОБЕЦКОГО ПОДНЯТИЯ

Чадобецкое поднятие находится в юго-западной части Сибирской платформы в междуречье Ангары и Подкаменной Тунгуски. Поднятие представляет собой куполовидную структуру с двумя выступами в сводовой части. Выступы сложены синийскими отложениями, вмещающими сланцы щелочных

ультраосновных пород и прорванными кимберлитовыми трубками взрыва. На синийские отложения налегают терригенные породы алданского яруса нижнего кембрия. Крылья поднятия сложены известняками ленского яруса нижнего кембрия, мощность которых достигает 1800 м. Известняки местами перекрыты пестроцветными терригенными отложениями эвенкийской свиты верхнего кембрия.

Поднятие окружено Причадобецким прогибом, выполненным угленосными полимиктовыми отложениями карбона-перми, вулканогенно-обломочными отложениями нижнего триаса и интрузиями траппов. Стратиграфический разрез венчается бокситоносными отложениями верхнего мела-палеогена (?) и четвертичными.

Кора выветривания начала формироваться повсеместно после внедрения кимберлитов и траппов в промежутке между ранней юрой и поздним мелом и достигла наиболее глубокого развития (образования гиббситовых пород, латеритов) в олигоцене.

2. ЛАТЕРИТНЫЕ БОКСИТЫ

Латеритные бокситы сохранились на северном выступе поднятия. Северный выступ представляет собой пологую водораздельную возвышенность высотой около 330 м. Восточный и юго-восточный склоны усложнены неглубокими депрессиями неправильной формы и холмами. Холмы сложены обычно более выветрелыми породами, а два из них венчаются толщей латеритов. К востоку от этих холмов вниз по склонам тянутся залежи осадочных бокситов, выполняющих депрессии. Северный и западный склоны сложены мало выветрелыми и свежими горными породами и не несут бокситового покрова.

Сохранившаяся от эрозии кора выветривания занимает площадь более 20 кв. км, изометрична в плане, а в разрезе имеет форму воронки. Края этой «воронки» сложены зональной корой выветривания а центральная часть — зоной каолинизации и, местами, зоной гиббситизации. Мощность коры здесь достигает 420 м. Такая кора выветривания в морфогенетическом смысле может рассматриваться как разновидность сложной, трещинно-площадной коры выветривания. Её возникновение обусловлено наличием системы тектонических трещин в сводах поднятия.

Кора выветривания развита на всех горных породах, слагающих выступ поднятия: на терригенных отложениях семёновской свиты синия, на внедрившихся в них щелочных ультраосновных породах и на кимберлитовых трубках.

2.1. Латеритные бокситы на терригенных породах

Терригенные породы состоят из сланцев, алевролитов с прослоями песчаников. Они имеют светлосерый, серый, черный и зеленый цвет. Сланцы обладают слоистой текстурой и алевро-пелитовой структурой, сланцеватой текстурой и микролепидобластовой структурой; песчаники — псаммитовой и blastopсаммитовой структурами. Минеральный состав этих пород: кварц, мусковит, плагиоклаз, калиевый полевой шпат, местами хлориты, глауконит, пирит, кальцит, сфен, акцессорные: ильменит, магнетит, циркон, рутил, турмалин. Все породы секутся баритовыми жилками мощностью до 1 см. Мощность свиты превышает 420 м.

Кора выветривания терригенных пород состоит из зон (снизу вверх): 1) дезинтеграции (мощностью более 30 м), 2) выщелачивания и гидратации, или гидрослюдяной (более 4 м), 3) гидролиза, или каолининовой (до 400 м) и 4) конечного гидролиза, или гиббситовой (до 20 м). Все алюмосиликаты последовательно замещаются гидрослюдой, каолинитом и, наконец, гиббситом. Кварц растворяется, и кремнезем выносятся. Железо окисляется и образует гетит. Четвертая зона в нижней части сложена рыхлыми каолинит-гиббситовыми породами и только верхняя часть мощностью 8,5 м сложена латеритами. Латериты — крепкие каменные породы с многочисленными порами и кавернами, великолепно сохраняющие реликтовые текстуры и структуры материнских пород. Цвет латеритов: белый, желтый, буровато-желтый, красновато-бурый.

Белые латериты почти целиком состоят из гиббсита (до 90%), в окрашенных разностях содержится переменное количество гетита (до 25%).

В химическом составе исходных сланцев содержится (в вес. %) : SiO_2 — 67; Al_2O_3 — 15,6; TiO_2 — 0,5; Fe_2O_3 — 1,4; K_2O — 9,25; в латеритных бокситах : SiO_2 — до 2; TiO_2 — до 2,6; Al_2O_3 от 45 до 61; Fe_2O_3 от 2 до 24; H_2O^+ от 26 до 34%.

Латериты, образованные из песчаников, содержат много терригенного кварца и инфильтрационного железа. Основными минералами их являются гетит, кварц, каолинит, гиббсит. Химический состав : SiO_2 — 20,12 (из них кварц — 5,30); TiO_2 — 2,06; Al_2O_3 — 19,03; Fe_2O_3 — 44,58; H_2O^- — 1,30; H_2O^+ — 11,26; прочие — 1,49; сумма — 99,84%.

2.2. Латеритные бокситы на щелочных ультраосновных породах

Щелочные ультрабазиты залегают в терригенных отложениях синия в виде штоков и силлов мощностью от нескольких сантиметров до 2 м. Они выделены в самостоятельный комплекс, включающий пикритовые и флогопит-оливиновые порфиры, порфировидные слюдяные пикриты, флогопит-апатит-пироксеновые породы, карбонатиты, жильные и трубчатые кимберлиты. Эти породы сложены оливином, флогонитом, диопсид-авгитом; второстепенными — магнетитом, перовскитом, апатитом, ильменитом; акцессорными — сфеном, цирконом; вторичными — кальцитом, баритом. Неизмененные пикриты и порфиры представляют собой твердые крепкие черные породы. Силлы щелочных ультрабазитов, располагаясь среди отложений семеновской свиты, выветриваются вместе с ними, имеют тот же латеритный профиль и те же интервалы мощностей. В зоне дезинтеграции по трещинам развивается марганецсодержащий сидерит. Зона выщелачивания и гидратации слагается пластичными гидрослюдисто-гидрохлоритовыми породами, которые сверху в зоне гидролиза сменяются нонтронитовыми, а затем гетит-каолинитовыми продуктами выветривания. Породы зоны конечного гидролиза постепенно сменяют каолинизированные породы, становясь все более рыхлыми и пористыми. В них появляется гиббсит, замещающий каолинизированный флогопит. Там, где терригенные породы подверглись полной латеритизации, заключенные в них силлы пикритов превратились в твердые каменистые пористые и кавернозные латериты бурого и желто-бурого цвета. Минеральный состав этих латеритов : гиббсит, гетит, анатаз. Гиббсит замещает флогопит, выполняет трещины и поры. В кавернах отложился натечный гиббсит в виде белых фарфоровидных выделений. Гетит образует псевдоморфозы по оливину, анатазу — по перовскиту.

Минеральный и химический состав латеритов тесно связан с составом исходных пород. Щелочные ультрабазиты содержат много железа (12-40%), TiO_2 (2-5%), но мало Al_2O_3 (4-9%). Латеритные бокситы содержат : SiO_2 — 0,7-2%; TiO_2 — 3-23%; Al_2O_3 — 27-38%; Fe_2O_3 — 28-40% и H_2O^+ — 19-23%.

2.3. Латеритные бокситы на кимберлитовых трубках

Кимберлитовые трубки сложены каменистой обломочной породой серого или зеленовато-серого цвета. Количество обломков колеблется от 40 до 80%. Минеральный состав основной массы кимберлита : оливин, флогопит, серпентин, диопсид, пироп, ильменит, магнетит, перовскит, барит, апатит, бадделит, монтичеллит, хромдиопсид, циркон, хромит, шпинель. В обломках содержится около 20 разновидностей горных пород : сланцы, алевролиты, песчаники, мраморы, известняки, каменный уголь, горнблендиты, габбро-долериты и их туфы, карбонатиты, альнэиты и другие. Характер кор выветривания на кимберлитах и на вмещающих породах значительно отличаются друг от друга. Если на тектонически нарушенных вмещающих терригенных отложениях развита зона каолинизации мощностью в сотни метров, то на кимберлитовых трубках развит полный профиль латеритной коры выветривания мощностью всего около 60 м, а латеритов — 1 м. По минеральному и химическому составу коры выветривания на трубках кимберлитов и на силлах щелочных ультрабазитов сходны. Латериты на кимберлитах — пористые породы желто-бурого цвета с реликтовыми обломочными текстурами. Минеральный состав пород : гетит, гиббсит, анатаз. Содержание SiO_2 — 1,47; TiO_2 — 6; Al_2O_3 — 32; Fe_2O_3 — 37; H_2O^+ — 20%.

3. ОСАДОЧНЫЕ БОКСИТЫ НА СЕВЕРНОМ ВЫСТУПЕ ПОНЯТИЯ

Кора выветривания перекрывается каолиновыми глинами или бокситами. Каолиновые глины имеют обломочную текстуру в базальном горизонте,верху они сменяются пятнистыми глинами. В обломках находятся каолинизированные сланцы, алевролиты, песчаники, щелочные ультрабазиты. Пятнистые глины более однородны, пластичны. Минеральный состав глин: каолинит, гетит, кварц, редко гидрослюда; акцессорные: рутил, анатаз, циркон, ильменит, мартит, магнетит; вторичные: сидерит и кальцит редки. Среди белых глин имеется одна линза черных лигнитовых глин с остатками древесины. Общая мощность каолиновых глин 30-40 м.

Бокситовые глины — пластичные породы красного, красножелтого, желтого и белого цвета со стяжениями гидроокислов железа или без них. Минеральный состав глин: каолинит, гиббсит, гидрогетит, гидрогематит, кварц, гидрослюда, сидерит, реликты перовскита, маггемит, ильменит, циркон, рутил, турмалин, сфен. Химический состав бокситовых глин характеризуется переменным содержанием всех бокситообразующих элементов; определяющим является преобладание содержания глинозема над кремнеземом. Бокситовые глины местами залегают на каолиновых (переход между ними постепенный, часто незаметный), местами — на коре выветривания, подстилают и покрывают линзы каменистых бокситов и болотных глин. Бокситовые глины достигают мощности 70 м.

Бокситы — по физическим свойствам разделяются на глинистые, рыхлые и каменистые.

Глинистые бокситы — слабо пластичные породы без заметной слоистости. Они имеют массивную или пизолитовую текстуры. Основная масса их сложена тонким терригенным материалом. Химический состав глинистых бокситов отличается от прочих, главным образом, повышенным содержанием кремнезема.

Рыхлые бокситы — не пластичные землистые или бобовые руды со значительной примесью обломочного материала. Бобовые руды сложены не сцементированными бобовинами, пизолитами. Рыхлые бокситы имеют преимущественно гетит-гематит-гиббситовый состав и по содержанию химических компонентов сходны как с глинистыми, так и с каменистыми разновидностями.

Каменистые бокситы — твердые крепкие или хрупкие красноцветные или белые породы с разнообразными текстурами: брекчиевидными, конгломератовыми, пизолитовыми, бобовыми, массивными. В бокситах отсутствуют следы гравитационной дифференциации материала. Бокситы, особенно брекчиевидные и конгломератовые содержат многочисленные обломки описанных латеритов и псевдоморфозы по материнским минералам. Минеральный состав бокситов довольно сложен. Обычно главными минералами являются гетит и гиббсит, постоянно присутствуют анатаз, гематит, маггемит, местами бёмит, каолинит, кварц, реже находятся магнетит, корунд, бадделеит, циркон, ильменит, рутил, вторичные: сидерит и марказит.

Белые бокситы в разрезе связаны с красными промежуточными разновидностями. Это обеление связано, вероятно, либо с условиями осадконакопления бокситов, либо с диагенетическими процессами. В первом случае бокситы насыщены реликтами флоры. Во втором случае таких реликтов нет, но выше бокситов лежат болотные глины с лигнитизированной древесиной. Белые бокситы имеют тот же минеральный состав, что и красные, но без окислов и гидроокислов железа. Небольшая примесь минералов железа представлена реликтовыми титаномагнетитом и ильменитом.

Химический состав бокситов отличается высоким содержанием TiO_2 — (местами выше 20%), железа, повышенным содержанием фосфора и бария; Al_2O_3 колеблется в пределах 30-50%, в белых бокситах достигает до 60%

4. КАРСТОВЫЕ БОКСИТЫ

Эти бокситы располагаются в карстовых воронках и полях среди известняков нижнего кембрия на крыльях Чадобецкого поднятия. Известняки окружены выходами траппов, выполняющих Причадобецкий прогиб. Траппы возвышаются над известняками на 60-120 м, глубина карста достигает 150 м.

На траппах местами сохранилась кора выветривания мощностью около 60 м с зонами : 1) дезинтеграции, 2) выщелачивания и гидратации (гидрослюдяной) и 3) гидролиза (монтмориллонитовой и каолинитовой). Ранее существовала и четвертая зона, латеритная, но сейчас она размыта, а обломки латеритизированных траппов (долеритов) гетит-гипбситового состава рассеяны в бокситах и четвертичных суглинках.

Карстовые депрессии выполнены каолиновыми, бокситовыми глинами и бокситами.

Каолиновые глины в базальном горизонте обогащены гидрослюдой, имеют обломочную текстуру. В обломках — известняки, маршалит, опал, кварц, выветрелые долериты. Выше глины становятся более однородными, местами почти чисто каолинитовыми. Мощность каолиновых глин достигает 70 м.

Бокситовые глины более или менее пластичные породы красного, красно-бурого, желтого, розового и белого цвета. Преобладающие структуры глин ооидные и хлопьеватые. Слоистость отсутствует. Минеральный состав пород : каолинит, гипбсит, гетит, гематит, кварц, реликты титаномагнетита. Мощность бокситовых глин 30 м.

Бокситы, как и на выступах Чадобецкого поднятия, разделяются на глинистые, рыхлые и каменистые. Они имеют те же окраски и текстуры, но конгломератовые и брекчиевидные здесь более редки.

Минеральный состав бокситов : гипбсит, бёмит, корунд, каолинит, гетит, ильменит, титаномагнетит, маггемит, гематит, кварц, циркон, рутил, вторичные : сидерит, кальцит.

Среди карстовых бокситов также имеются участки обеленных руд, содержащих реликты флоры или без нее. Минеральный состав белых бокситов отличается от красных только отсутствием минералов окислов и гидроокислов железа. Несомненный интерес представляет находка в белых бокситах обломков латеритизированных долеритов. Несмотря на сильное воздействие восстановительной среды и обеление, реликтовая структура долерита сохранилась и здесь. И в бокситах и в обломках латеритов, несмотря на общий вынос железа, титаномагнетит остается без изменений.

В химическом составе обломков латеритов по долеритам содержание глинозема составляет 48%, железа вдвое меньше; в карстовых бокситах их примерно поровну около 35%, среднее содержание TiO_2 — 3,5-4,5%, кремнезема — первые проценты.

Бокситы перекрываются каолиновыми глинами и четвертичными суглинками.

5. ГЕНЕЗИС БОКСИТОВ

Геологическое положение, минеральный и химический состав, реликтовые текстуры и структуры свидетельствуют о формировании латеритных бокситов в верхних горизонтах коры выветривания различных горных пород. При этом качество бокситов полностью зависит от содержания Al и Fe в исходных породах, в то же время содержание кремнезема имеет второстепенное значение (более важна форма его нахождения и размер кристаллических зерен).

Труднее расшифровывается генезис осадочных бокситов. Однако, их более низкое гипсометрическое положение, отсутствие следов гравитационной дифференциации, преобладающие красно-бурые цвета, наличие обломков латеритов и отдельных псевдоморфоз гипбсита по алюмосиликатам, гётита — по олигину, пироксену, пириту, анатазу — по перовскиту, закономерные соотношения в химическом составе и другие признаки позволяют установить, что осадочные бокситы являются переотложенными латеритами, их делювием. Особенно интересны в этом отношении бокситы на выступах поднятия, где в область аккумуляции поступали латеритизированные сланцы, алевролиты, песчаники, различные щелочные ультрабазиты, трубчатые кимберлиты и карбонатиты. В карсте же накапливались продукты разрушения латеритов по траппам с незначительной примесью других пород. Переотложение латеритов не было чисто механическим процессом. Оно сопровождалось весьма значительными химическими и минеральными преобразованиями, выразившимися в дальнейшей потере кремнезема, резком выносе бериллия и цинка, перераспределении алюминия и железа, потере конституционной воды и возникновении новых,

не характерных для латеритов, минералов безводных окислов железа. Особенно значительные изменения претерпели бокситы в заболоченных эрозионных и карстовых депрессиях, где железо было вынесено и качество бокситов улучшилось.

Чадобецкие бокситы представляют собой очень редкий феномен. Это связано с приуроченностью их к куполовидной структуре, с наличием здесь мощной коры выветривания, с участием в образовании бокситов множества горных пород и с сочетанием различных генетических типов бокситов.

*Inst. Geol. Ore Deposits Min., Petr., Geochem.
USSR Acad. Sci., Staromonetny per., 35, Moscow 17 (U.R.S.S.)*