

БЕМИТ-ДИАСПОРОВЫЕ БОКСИТЫ ПРОВИНЦИИ ДЖАММУ (ИНДИЯ) КАК ПРОДУКТЫ ПЕРЕОТЛОЖЕНИЯ ЛАТЕРИТНЫХ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД*

Н. С. Бортников, А. Д. Слукин, Н. М. Боева

Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии

Российской академии наук, г. Москва

Е. А. Жегалло

Палеонтологический институт имени А. А. Борисяка Российской академии наук, г. Москва

Поступила в редакцию 14 февраля 2014 г.

Аннотация: Индия богата месторождениями бокситов, особенно латеритных. Вместе с тем в ее недрах есть осадочные и метаморфизованные месторождения, генезис и источники рудного вещества которых долгое время оставались неизвестны. К таким объектам относятся мел-эоценовые бокситы штата Джамму и Кашмир, расположенные в предгорьях Гималаев. Результаты проведенных исследований с применением СЭМ позволяют ответить на некоторые неясные и спорные вопросы, касающиеся состава и генезиса этих бокситов. Рудное вещество является биминеральным и состоит из диаспора и бемита. Диаспор доминирует в обломках псевдоморфных латеритных бокситов, кавернозном и пористом цементе и пленочных выделениях между цементом и пизолитами. Бемит преобладает в плотном цементе и конкрециях. Бокситы являются продуктами переотложения латеритизированных траппов, кварц-мусковит-хлорит-полевошпатовых сланцев, агломератов и фосфоритов. Полученные результаты изучения осадочных метаморфизованных каолинов и бокситов, как и латеритных бокситов, имеют непреходящее значение для познания подобных объектов на территории России.

Ключевые слова: *переотложенные латериты, динамометаморфизм, каолинит, бемит, диаспор.*

Abstract: India is rich in bauxite deposits, especially, lateritic ones. At the same time, there are sedimentary and metamorphosed deposits, which genesis and sources of ore substance were unknown remained for a long time. The Cretaceous-Eocene bauxites of the Jammu and Kashmir State are situated in the foothills of the Himalayas and related to such objects. The results of the carried out investigations with application of SEM let us speak with confidence on some vague and discussion questions, concerning the composition and origin of these bauxites. The ore substance is bimineral and consists of diaspor and boehmite. Diaspor predominates in debris of the pseudomorphous lateritic bauxites, cavernous and porous cement and film secretions between cement and pisolites. Boehmite prevails in the dense cement and concretions. Bauxites are products of redeposition of laterized traps, quartz-muskovite-chlorite-feldspar slate, agglomerates and phosphorites. The obtained results of the study of the sedimentary metamorphosed kaolins and bauxites, as well as lateritic bauxites, are of great importance for theory of the origin of the similar objects on the territory of Russia.

Key words: *redeposited laterites, dynamometamorphism, kaolinite, boehmite, diaspor.*

Введение

Бокситовые месторождения штата Джамму и Кашмир резко отличаются от всех прочих месторождений бокситов Индии по своему географическому, геологическому, стратиграфическому, тектоническому положению, составу и строению рудных залежей

и их генезису. Они расположены в самом северном штате Индии за 33-й параллелью более чем в 40 км к северу от г. Джамму в отрогах хребта Пир-Панджал (рис. 1), входящего в систему Низких Гималаев. Сюда доходят муссоны, приносящие 900–1069 мм осадков в год; средние температуры января и июня равны +13,6 °С и +33 °С соответственно [1, 4, 5].

Гималаи – молодое горно-складчатое сооружение, имеющее покровно-надвиговое строение. Считается, что Гималаи образовались при деформации края древней Индостанской платформы в связи с новей-

* Работа выполнена при поддержке Гранта РФФИ № 13-05-00765а

© Бортников Н. С., Слукин А. Д., Жегалло Е. А., Боева Н. М., 2014

шими поднятиями. Более распространены представления о том, что Гималаи возникли в результате столкновения Индостанской и Тибетской континентальных плит при замыкании разделявшего палеозойского океанического бассейна. В мелу началось пододвигание океанической коры под континент, при

этом возникла островная дуга и произошло излияние лав среднего состава. В миоцене участки бывших шельфа, континентального склона и краевого бассейна тектонически перекрыли Индостанский щит, который предварительно в эоцене испытал погружения, был залит морем и перекрыт формацией Субату [6].

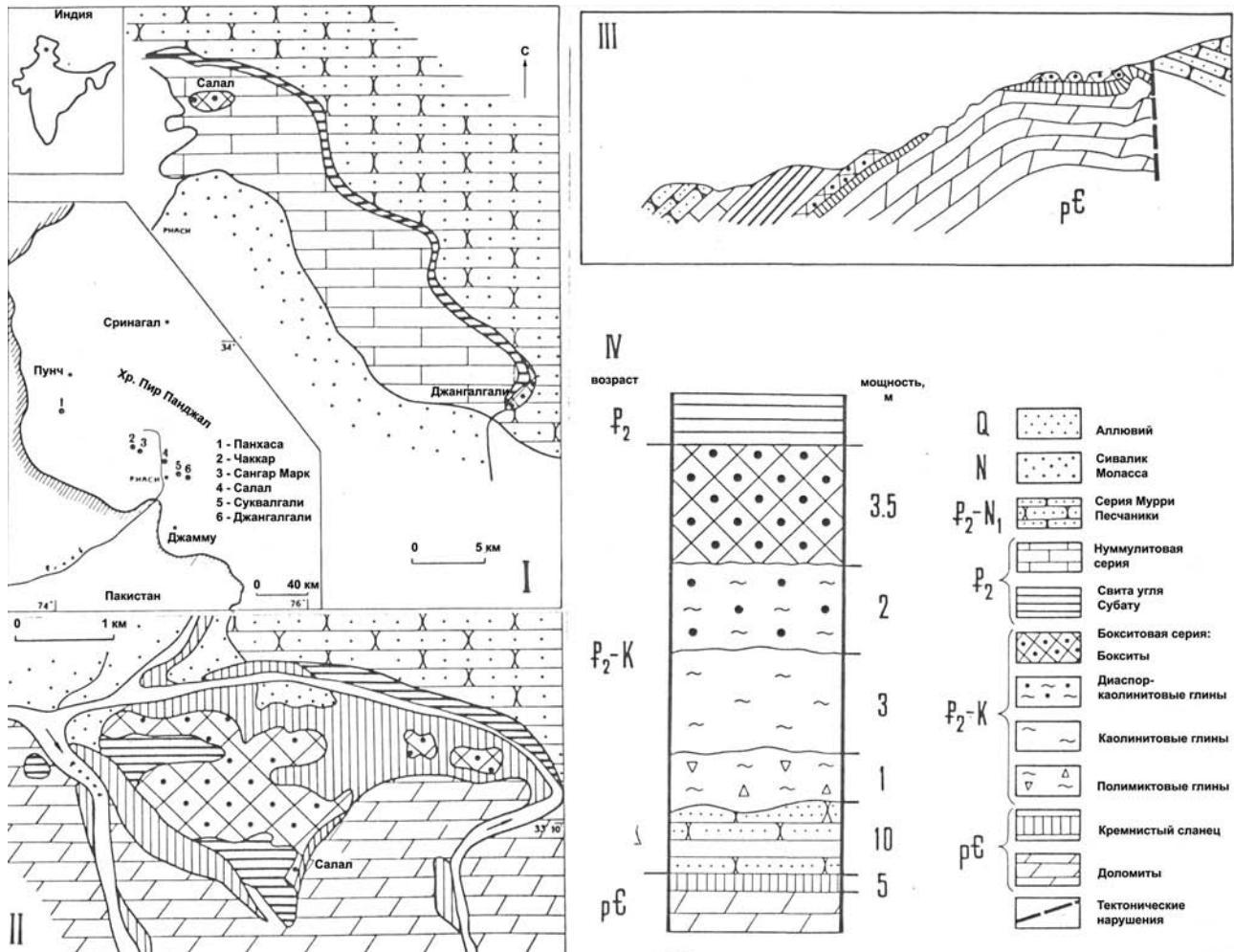


Рис. 1. Схема геологического строения бокситоносной провинции Джамму (I), месторождения Салал (II), сводный разрез (III) и колонка (IV) [1–3]

Геология месторождений

Первое сообщение о бокситах провинции Джамму принадлежит Р. Р. Симпсону, описавшему их в 1904 г. в отчете об угольном бассейне этой провинции [1]. Хотя сейчас эти месторождения благодаря их описанию в сводных работах [5, 7, 8] хорошо известны, изучены они, тем не менее, очень слабо и освещены всего в нескольких оригинальных работах [1, 3, 9].

Месторождения в виде пояса изолированных обнажений протягиваются в СЗ-ЮВ направлении на погружающихся с 1700 до 500 м склонах гор, сложенных карбонатными породами Грейт Лаймстоун [2], или Сибран Лаймстоун [2]. Главные месторождения –

Чаккар, Сангармарг (Саро-да-Бас), Панхаса, Салал, Сукхвалгали, получившие свои названия от близлежащих деревень, расположенных на северных склонах. Кроме них, обнажения бокситов имеются также на участках Махогала, Триях-Крул-Рансух, Серсандху (Баккал) и Котри (Тхалвал) вдоль южного и восточного склонов Дхансал-Савалкот. Полный разрез бокситоносной толщи нигде не обнажается. Сводные разрезы показывают, что все месторождения четко стратифицированы и имеют сходное геологическое строение (см. рис. 1; табл. 1).

Выше нуммулитовой серии залегает верхнеэоценовая-нижнемиоценовая серия Мурри: песчаники и сланцы. Возраст карбонатных пород Грейт Лаймстоун

Стратиграфические колонки бокситовых месторождений Джамму

Возраст	Серия или свита	Геологический разрез	Мощность, м	Месторождения			
				Ч	П	С	Дж
Эоцен	Нуммулитовая	Нуммулитовые известняки и сланцы	около 120	+	–	+	+
	Свита угля Субатху	Углистые сланцы со слоями угля, зеленовато-серых сланцев с линзами железняка	около 36	+	+	+	+
Эоцен-мел	Бокситовая	Пизолитовые и непизолитовые бокситы	0,8–3,5	+	+	+	+
		Серые высокоглиноземные глины	1–3	+	+	+	+
		Глины каолининовые	1–2	+	+	+	+
		Углистые сланцы с растительными остатками и тонкими прослоями пизолитовых бокситов	до 8	–	–	–	+
		Серые и красные песчаники и сланцы	10–15	+	+	+	+
Тонкослоистые кремнистые сланцы	5–10	–	+	+	–		
Докембрий	Сирбан Известняк	Кремнисто-кварцитовая брекчия Кремнистый доломит	? большая	+	+	+	+

Примечание. Ч – Чаккар; П – Панхаса; С – Салал; Дж – Джангалгали

вначале считался просто древнее триаса [2, 7], затем – пермокарбовым [9; 10] и докембрийско-рифейским [1]. Рудные залежи образуют пластовые тела.

Серия боксита начинается с серых, темно-серых сланцеватых пород с разнообразными структурами: алевро- и псаммопелитовой, хлопьеватой, фитагмопелитовой и ооидной. В них рассеяны обрывки углефицированных и ожелезненных растительных тканей, ооиды, сложенные целиком глинистым веществом или песчинками кварца, окруженными глинистым веществом. Минеральный состав пород: кварц, диоктаэдрическая слюда и продукты ее изменения: хлорит, каолинит, гетит, гематит, рутил, турмалин. Гетит и гематит образуют скопления глобулей диаметром до 0,01 мм, которые часто псевдоморфно замещают органические остатки. Химический состав породы показан в табл. 2 (обр. 23).

Выше залегают серые каменные сланцеватые тонкозернистые пористые породы. Они хорошо обнажены в деревне Салал, где даже дома построены из пород бокситоносной толщи, и за деревней на склоне горы, где они отпрепарированы дождями на протяжении около 300 м. Границы с ниже- и выше лежащими породами бывают как постепенные, так и резкие. Глинистые породы имеют объемный вес – 2,50 г/см³ и эффективную пористость – 5,63 %. Структуры: пелитовая (гелевая), фитагмопелитовая, ооидная, конгломератовидная. Состав пород меняется от почти мономинеральных каолинов до разновидностей, обогащенных кварцем, слюдами и продуктами

их изменения, – внизу, и до бемит-каолининовых пород – наверху. Каолинит находится, главным образом, в тонкокристаллическом состоянии. В шлифах видно, что в слабополяризующей основной массе глины имеются сростки чешуек каолинита. Под СЭМ каолинит выглядит как чешуйчатая масса с червеобразными сростками каолинита, в которых заметно развитие более позднего минерала (рис. 2а). Каолинит диагностируется по рентгенограмме (рис. 2б). В виде примесей в породе встречаются пирит, турмалин, рутил, гематит, гетит. Химический состав глины показан в табл. 2 (обр. 27 и 32).

Минеральный и химический состав бокситов

Бокситы – очень крепкие твердые каменные породы от светло-серого до черного, реже розовато-серого и кремового цвета. Текстуры массивные, пизолитовые, нодулярные. Объемный вес и пористость пизолитовых и нодулярных руд составляют 2,75 г/м³ и 0,67 % и 2,94 г/м³ и 9,72 % соответственно. Минеральный состав бокситов сначала считался диапоровым [2, 5], позднее – диапор-бемитовым [1, 3, 7, 9, 11, 12].

Изучение состава бокситов, проведенное авторами, дополнило предыдущие работы и дало ряд качественно новых результатов. Массивные бокситы сложены преимущественно тонкокристаллическим, слабополяризующим веществом, идентифицируемым как бемит или смесь бемита и хорошо упорядоченного каолинита, что четко отражено на термограммах (рис. 3). Примеси – гематит, гетит, пирит, слюды,

Таблица 2

Химический состав (масс. %) пород бокситовых месторождений штата Джамму и Кашмир, Индия

Компоненты	Номер образца							
	23	27	32	34	34-Ц	34-Б	24-Ц	24-Б
SiO ₂	45,80	43,88	40,53	29,25	29,78	13,95	19,40	8,30
TiO ₂	1,10	1,20	1,81	3,05	2,63	3,43	1,63	2,60
Al ₂ O ₃	25,20	38,48	40,93	51,00	50,04	63,93	53,00	71,32
Fe ₂ O ₃	10,50	1,05	1,59	не опр.	0,26	0,93	10,55	3,08
FeO	нет	нет	нет	1,07	0,72	0,71	нет	нет
MgO	1,55	0,60	1,00	нет	нет	нет	0,28	сл.
CaO	2,00	0,69	нет	сл.	нет	нет	0,31	сл.
Na ₂ O	0,13	0,05	0,16	0,03	0,03	0,03	0,06	0,33
K ₂ O	2,53	0,28	0,42	0,03	0,03	0,02	0,10	0,06
H ₂ O ₋	2,80	0,82	1,00	0,54	0,54	0,84	1,00	0,27
H ₂ O ₊	7,89	12,97	12,00	13,54	14,32	14,30	13,54	14,50
C _{оп.}	0,32	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.
SO ₃	0,14	нет	не опр.	нет	нет обн.	нет	нет	нет
S	не опр.	не опр.	не опр.	0,56	0,50	0,65	0,10	0,12
Fe	не опр.	не опр.	не опр.	0,49	0,44	0,58	не опр.	не опр.
Сумма	99,96	100,02	99,44	99,56	99,29	99,37	100,37	100,58

Примечание. 23 – кварц-слюдяно-каолинистая глина; 27 – каолинистая глина; 32 – бемит-каолинистая глина; 34 – каолинит-бемитовая порода: 34-Ц – ее цемент, 34-Б – ее пизолиты; 24-Ц – каолинит-бемитовый цемент боксита и 24-Б – диаспор-бемитовые пизолиты того же боксита. Анализ выполнен в ИГЕМ РАН.

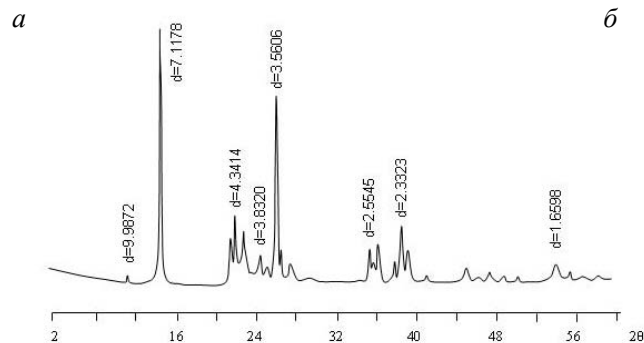
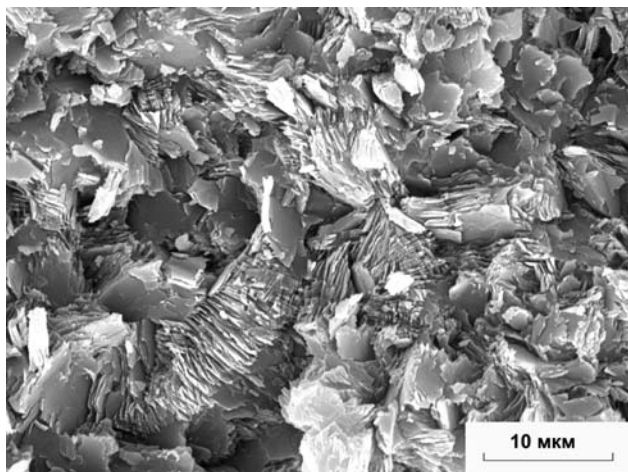


Рис. 2. Червеобразные выделения каолинита (а), его рентгенограмма (б). Месторождение Салал в огнеупорных глинах, штат Джамму и Кашмир. СЭМ

бертьерин, галлуазит, полевые шпаты, турмалин, корунд, рутил. Редкие оолиты в рудах сложены тонкокристаллическим бемитом. Все бокситы содержат углефицированные растительные остатки.

Пизолитовые бокситы состоят из пизолитов, различных обломков и цемента в переменных соотношениях. Пизолиты сплюснены, их размеры по длинной оси достигают 1,5 см, что вдвое больше короткой оси; в плане они круглые. Пизолиты представляют собой либо целые, довольно однородные овоидные образования, либо обломки таких образований,

окаймленные концентрическими слоями. Они сложены метакolloидными веществами, местами перекристаллизованными и разбитыми многочисленными концентрическими и радиальными трещинами. Минеральный состав отдельных пизолитов различный: одни состоят из каолинита, другие – из смеси каолинита и бемита (рис. 4), третьи – из бемита, четвертые – из бемита и диаспора.

Цемент – гетерогенная масса, сложенная перекристаллизованными метакolloидами, насыщенная остроугольными и слабоокатанными терригенными

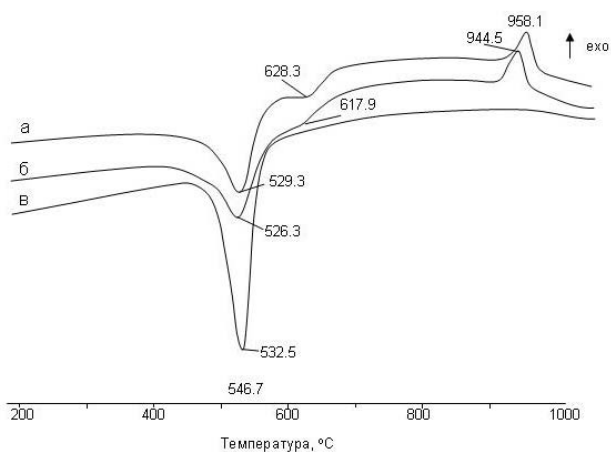


Рис. 3. ДСК-кривые: а и б – каолинита с бемитом, в – бемита

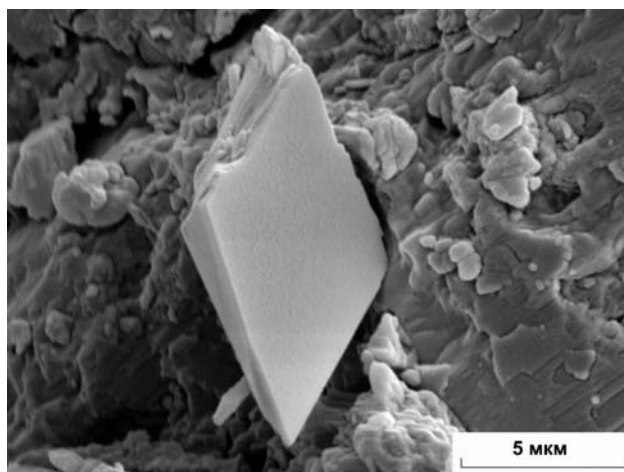


Рис. 5. Монокристалл. СЭМ

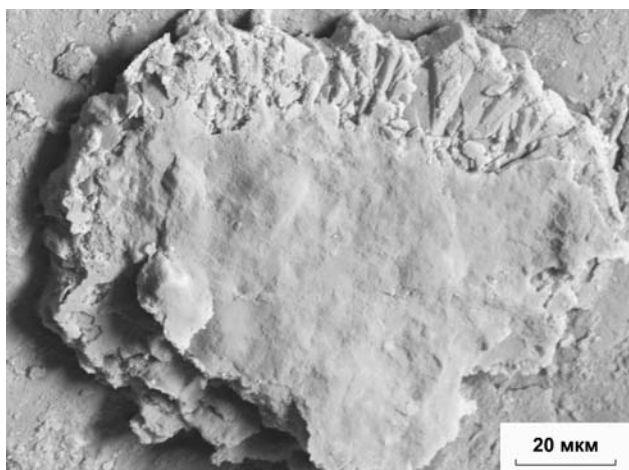


Рис. 4. Каолинит-бемитовый пизолит. СЭМ

или пизолитовые текстуры бокситов с аналогичным вышеописанным составом. Руды с реликтовой массивной текстурой обладают радиально-лучистой структурой, обусловленной характерными сростками кристалликов диаспора длиной до 0,2 мм. Основная масса боксита сложена кристаллическими зернами диаспора без ярко выраженных морфологических особенностей и только в порах появляются идиоморфные кристаллы (рис. 6). Составы внутренних и внешних частей нодуля (табл. 3, обр. 37/1 и 37/2) близки. На поверхности бокситы подверглись вторичным изменениям, выразившимся в развитии гиббсита и галлузита.

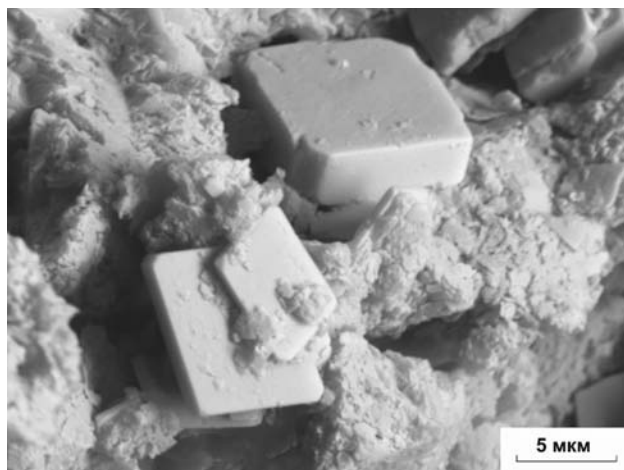


Рис. 6. Идиоморфные кристаллы диаспора в бокситах. СЭМ

зернами и рассеченная тонкими прожилками, выполненными кристаллическим диаспором или натечными выделениями каолинита, бемита, гематита или гетита. Основная масса состоит из бемита или каолинита или их смеси. В зернах находятся бемит, каолинит, диаспор, турмалин, корунд, гематит, гетит, окисленный титаномагнетит с сагенитовой решеткой, циркон, рутил. Для бокситов характерны многочисленные одиночные или сростки сферические выделения гематита и пирита. Главными минералами пизолитов являются бемит (рис. 5) и диаспор, находящиеся в самых различных пропорциях. Химический состав бокситов, пизолитов и цемента показан в табл. 2 (обр. 34 и 24), из которой видно, что пизолиты отличаются от цемента значительно меньшим содержанием SiO_2 и большим – Al_2O_3 .

Нодулярная текстура обусловлена развитием в рудах почти ортогональной системы трещин, между которыми образуются овоидные тела размером до 10 см и более. Они сохраняют первичные массивные

Поискам и изучению обломков в бокситах Джамму нами уделено особое внимание. Здесь они никогда не отмечались. Авторы собрали 34 обломка. Их размеры достигают 5 см, форма остроугольная или слегка окатанная. Среди них выявлены четыре петрографические разновидности: 1) пизолитовые бокситы, 2) бокситы со сланцевой текстурой, 3) псевдоморф-

ные бокситы с реликтовой структурой базальтов и туфов и 4) массивные породы неожиданного, экзотического для этих руд апатит-каолининового состава.

Обломки пизолитовых бокситов по морфологическим признакам, минеральному и химическому составу (табл. 4, обр. 33/1; табл. 2, обр. 34) аналогичны вмещающим бокситам.

Таблица 3

Химический состав (масс. %) бокситов штата Джамму и Кашмир, Индия

Компоненты	Номер образца								
	36	37/1	37/2	Ca-3	Ca-7	Д-1	Д-2	С-1	С-2
SiO ₂	19,85	0,56	1,11	6,7	18,08	0,75	0,41	2,00	1,06
TiO ₂	0,28	2,51	2,56	16,51	14,23	3,80	3,00	2,00	3,28
Al ₂ O ₃	24,46	80,75	79,17	58,03	38,61	78,82	84,50	84,00	79,90
Fe ₂ O ₃	3,18	1,04	1,57	5,14	16,54	3,45	3,00	не опр.	2,09
MgO	1,29	нет	нет	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.
CaO	23,70	нет	нет	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.
Na ₂ O	0,11	0,01	0,01	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.
K ₂ O	0,71	0,02	0,02	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.
H ₂ O ₋	0,77	нет	нет	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.
H ₂ O ₊	5,83	14,20	14,12	13,10	12,00	14,15	не опр.	12,00	14,05
C _{опр.}	1,32	0,50	0,60	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.
P ₂ O ₅	18,38	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.
SO ₃	0,52	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.
Сумма	100,40	99,59	99,16	99,48	99,46	100,97	90,91	100,00	100,38

Примечание. 36 – обломок бемит-apatит-каолиновой породы в пизолитовом боксите, 37/1 – внутренняя часть диапорового нодуля, 37/2 – внешняя часть того же нодуля – месторождение Джангалгали; Ca-3 – боксит, Ca-7 – бокситовая порода, Д-1 и Д-2 – бокситы месторождения Чакар; С-1 и С-2 – бокситы месторождения Сангар Марг. Анализ выполнен в ИГЕМ РАН.

Таблица 4

Химический состав (масс. %) обломков пизолитового (33/1) и псевдоморфных (33/2–33/10) бокситов из руд Джангалгали, Индия

Компоненты	Номер образца							
	33/1	33/2	33/3	33/6	33/7	33/8	33/9	33/10
SiO ₂	26,80	6,80	2,40	8,49	2,47	0,90	1,10	10,63
TiO ₂	3,32	4,40	2,48	1,74	2,25	2,25	1,93	3,56
Al ₂ O ₃	49,06	73,00	79,57	73,70	79,25	82,01	81,24	69,94
Fe ₂ O ₃	2,62	1,81	0,95	1,06	1,24	0,74	0,83	1,40
FeO	0,99	нет	следы	не опр.	не опр.	не опр.	нет	не опр.
CaO	0,3	нет	0,3	нет	нет	нет	нет	нет
Na ₂ O	0,05	0,03	0,05	0,01	0,018	0,024	0,03	0,015
K ₂ O	0,05	0,03	0,06	0,048	0,033	0,036	0,04	0,036
H ₂ O ₋	2,51	0,48	0,86	0,60	0,30	нет	0,19	0,60
H ₂ O ₊	11,89	13,48	13,92	13,81	14,35	14,56	14,39	13,58
C _{опр.}	1,60	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.	0,72	не опр.
S	не опр.	следы	не опр.	не опр.	0,13	0,05	не опр.	не опр.
Сумма	99,19	100,03	100,59	99,45	99,90	100,51	100,47	99,75

Примечание. Анализ выполнен в ИГЕМ РАН.

Сланцевые породы могут быть двух генетических типов: рассланцованные массивные бокситы и псевдоморфные бокситы по сланцам. В первых видны терригенные зерна и сплюснутые комочки глинозема. Их минеральный состав диаспоровый и диаспор-бемитовый с примесями каолинита, хлорита, рутила, гематита, гетита, пирита и органического вещества. Химический состав этих обломков отличается высоким содержанием Al_2O_3 и пониженным содержанием TiO_2 (табл. 4, обр. 33/3–9). В третьем типе обломков, обладающих реликтовыми структурами базальтов и туфов, сохраняются контуры мелкокристаллических плагиоклазов в основной массе и их фенокристы, замещенные бемитом и диаспором или только диаспором и зерна окисленного титаномагнетита. Химический состав этих пород отличается повышенным содержанием TiO_2 (табл. 4, обр. 33/2 и 33/10).

Апатит-каолинитовая с бемитом порода встречается в одном обломке. Неожиданность этой находки заключается в том, что все предыдущие анализы указывали на почти полное отсутствие фосфора в бокситах Джамму. Обломок сложен черной массивной тонкозернистой породой. В шлифах идентифицируются каолинит, замещаемый бемитом, гематит, пирит, органическое вещество, турмалин, гидратированные слюды. Апатит пропитывает породу в виде тонкодисперсной массы. На рентгенограмме образца ему принадлежат самые интенсивные рефлексы: 2,78; 1,929; 1,836, свойственные гидроксил-апатиту. Судя по химическому составу породы (табл. 3, обр. 36), она почти на 44 % сложена апатитом.

Химический состав бокситов лучших сортов отличается малым содержанием кремнезема – 0,4–n % и почти максимально возможным содержанием глинозема до 84,5 % в Чаккаре и Сангар Марге [2]. Вместе с тем отмечается, что высококачественные бокситы приурочены только к самой поверхности, в целом они кремнисты настолько, что сомнительно называть бокситом материал ниже кровли на 1,2 м [5]. Содержание Mg, Ca, Na и K колеблется от 0 до 0,1 %, органического вещества – 0,5–1,60 %, местами имеется сульфидная сера – 0,10–0,65 %. Следует подчеркнуть, что С. Миддлмисс (Middlemiss) приводит анализы бокситов Чаккара с содержанием двуокиси титана 7,58–16,512 (табл. 3). В целом же эти бокситы считаются малотитановыми. Запасы бокситов с содержанием Al_2O_3 ~ 65–82 %, SiO_2 – 1–15 % составляют более 13,5 млн т.

Бокситы перекрываются угольными сланцами со слоями угля и прослоями и линзами железняка. В нижней части они включают обломки черных бокситов и красных железняков, состоящих из гематита и гетита.

Генезис бокситов

Для выяснения генезиса бокситов Джамму важны выводы А. Гансера о том, что в строении Гималаев, прежде всего Низких Гималаев, решающую роль играли породы, геологически принадлежащие Индостанскому щиту [10, 13].

С. Фох, выясняя генезис этих бокситов, делал противоречивые выводы, но окончательным был следующий: материал Джамму является диаспоровой породой, которая сформировалась при латеритообразующих условиях из глины [5].

Одни авторы [2] придерживались такого же мнения, другие [1] добавляли, что источником руд, по-видимому, были известняки, которые вначале выветрились в глины, а десилификация последних привела к образованию бокситов, третьи [1, 7, 14] рассматривали бокситы как осадочные породы, сформировавшиеся в два этапа: 1 – латеритизация на континенте силикатных пород и 2 – разрушение и переотложение продуктов латеритного выветривания в морской среде в раннеэоценовое время, и предполагали, что материнскими породами, вероятно, были траппы, расположенные далее к северу.

Впервые обнаруженные нами в бокситах Джамму обломки латеритизированных траппов позволяют считать этот источник доказанным, хотя и не единственным.

А. Гансер [10] отмечает, что данная провинция является ареной широкого распространения панджалских траппов ($C_2 - T_3$). Они переслаиваются с гондванскими отложениями, а также внедрены в толщу Грейт Лаймстоун. Разрез вулканических пород Панджал начинается агломератовыми сланцами, трансгрессивно перекрывающими каменноугольные и более древние отложения, включая докембрий. Агломератовые сланцы, достигающие мощности 1000 м, через переходную зону связаны с траппами общей мощностью до 2500 м (мощность отдельных покровов колеблется от 1 до 10 м). Траппы сложены авгит-андезитовыми породами; порфировая структура в них довольно редкая, чаще они полукристаллические и практически в них нет фенокристов. Этому описанию вполне соответствуют обломки в бокситах латеритизированных траппов, где сохранились аналогичные реликтовые структуры. Об участии в бокситообразовании сланцев свидетельствуют их латеритизированные псевдоморфные обломки и отдельные минералы: кварц, слюда. Источником обломков апатитсодержащих пород являются, по-видимому, редкие, малораспространенные в районе месторождений фосфориты, слагающие линзы или карманы в карбонатных породах и сланцах. Это предположение вытекает из того факта, что на соседних территориях Северного Пакистана известны промышленные скопления фосфатов в доломитах и глауконитовых сланцах нижнего кембрия, подвергшихся бокситизации [15].

Таким образом, на основании результатов собственного изучения и анализа опубликованных материалов авторы пришли к следующим выводам.

1. Бокситы провинции Джамму являются осадочными породами. Для этого вывода достаточно одного признака – повсеместного распространения в разрезе бокситоносной толщи обрывков углефицированных растительных тканей, а также теснейшей ассоциации бокситов с угленосными отложениями. Этот признак совершенно исключает как необоснованные предположения об их латеритизации в области аккумуляции.

2. Бассейнами седиментации пород бокситоносной толщи были слабосоленые или почти пресноводные лагуны, о чем свидетельствует низкое содержание магния или почти полное его отсутствие.

3. Низкое содержание железа в каолинах и бокситах и наличие в них органического вещества, бертьерина и сульфидов является индикатором восстановительной обстановки в области аккумуляции, обусловившей восстановление, растворение и вынос железа и переход его незначительной части в сульфидную форму и в бертьерин.

4. Терригенный материал играл существенную роль в формировании всех пород бокситоносной толщи, о чем свидетельствуют их состав и текстурно-структурные особенности. Вместе с тем в бассейне аккумуляции часть вещества поступала в истинных и коллоидных растворах или проходила такую стадию в самих бассейнах, образуя колломорфные выделения в каолинах и бокситах.

5. Минеральный состав огнеупорных глин: каолинит с примесью бемита и/или диаспора; бокситов: диаспор и бемит в разных пропорциях с примесью каолинита, местами апатита, а также гематита, гетита, титаномагнетита, рутила, анатаза, корунда, кварца, иллита, турмалина, полевых шпатов и вторичных минералов: бертьерина, пирита, галлуазита и гиббсита.

6. Источником огнеупорных глин и бокситов были латеритные коры выветривания траппов, кварц – мусковит – хлорит – полевошпатовых сланцев, агломератов и фосфоритов; прямым доказательством этого служат обломки соответствующих латеритизированных пород.

7. Наличие обломков гематита и гетита в породах бокситоносной толщи свидетельствует о том, что в области питания геохимическая среда была окислительной.

8. Бокситоносные отложения Джамму при формировании Гималаев подверглись динамометаморфизму, обусловившему уплотнение всех пород, сжатие пизолитов в оолиты, превращение каолинов в огнеупорные глины и появление диаспора как наиболее стабильной формы глинозема в этих условиях [16]. Бемит, образовавшийся в латеритах из вещества

метакolloидной формы и попавший в бассейн аккумуляции в виде окатышей, а также образовавшийся из гелей на месте седиментации, подвергался дальнейшим изменениям, выражающимся в раскристаллизации и замещении диаспором.

9. Экспозиция бокситов в новейшее время и подверженность их современным процессам выветривания вызвали развитие вторичных галлуазита и гиббсита.

ЛИТЕРАТУРА

1. Chanda S. K. Mineralogy and origin of Jammu bauxite / S. K. Chanda // J. Geol. Soc. – India, 1982. – Vol. 23, № 6. – P. 277–283.
2. Middlemiss C. S. Bauxite deposits of Jammu Province / C. S. Middlemiss. – The Ranbir Press, 1928.
3. Слукин А. Д. Генетические и минеральные типы бокситов Индостанской и Сибирской платформ / А. Д. Слукин // Геология и полезные ископаемые древних платформ. – М.: Наука, 1984. – С. 187–192.
4. Сингх Г. География Индии / Г. Сингх. – М.: Мир, 1980. – 538 с.
5. Fox C. S. Bauxite and aluminous laterite / C. S. Fox. – London, 1932. – 312 p.
6. Швольман В. А. Современные проблемы тектоники Гималаев / В. А. Швольман // Изв. АН СССР. Сер.: Геология. – 1980. – № 1. – С. 125–134.
7. Бушинский Г. И. Геология бокситов / Г. И. Бушинский. – М.: Мир, 1975. – 416 с.
8. Валетон И. Бокситы / И. Валетон. – М.: Мир, 1974. – 215 с.
9. Caill`ere S. Contribution a l`etude des bauxites de la province de Jammu au Kashmir (Cashemire) / S. Caill`ere, A. Singh // C.R. Acad. Sci., ser. D. – Paris, 1967. – T. 264, № 18. – P. 2177–2180.
10. Гансер А. Геология Гималаев / А. Гансер. – М.: Мир, 1967. – 351 с.
11. Lal M. A comparative study of East Coast lateritic bauxite and the karst bauxite of Jammu Province / M. Lal, K. Singh, J. S. Samwal // Intern. Seminar on lateritisation processes. – Abstracts, Trivandrum, 1979. – P. 63.
12. Leprun J.-C. Les cuirasses ferrugineuses des pays cristallins de l'Afrique Occidentale Se`che. Genese – Transformation – Degradation / J.-C. Leprun // Sci. Geologiques, 1979. – № 58. – 224 p.
13. Петрушевский Б. А. К проблемам геологии Гималаев / Б. А. Петрушевский // Бюл. МОИП, отд. геол., 1973. – № 48 (1). – С. 13–29.
14. Appavadhanulu K. Exploration of lateritic mineral deposits / K. Appavadhanulu, P. K. Ramam // Lateritisation processes. – Oxford & IBN Publ. Co. New Delhi, Calcutta, 1981. – P. 319–326.
15. Ghaznavi M. I. A bauxitic paleosol in phosphate-bearing strata of Northern Pakistan / M. I. Ghaznavi, T. Karim, J. B. Maynard // Economic Geology. – 1983. – Vol. 78, № 2. – P. 344–347.
16. Ходаковский И. Л. Термодинамические свойства соединений, образующихся в системе $Al_2O_3 - H_2O$, и их равновесные соотношения в интервале температур 25–300 °C / И. Л. Ходаковский, Л. В. Каторча, Н. С. Куюнко // Геохимия. – 1980. – № 11. – С. 1606–1624.

Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук, г. Москва

Бортников Н. С., доктор геолого-минералогических наук, профессор, академик РАН, директор ИГЕМ РАН

*E-mail: bns@igem.ru
Тел.: 8-495-951-72-70*

Слукин А. Д., доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник

*E-mail: boeva@igem.ru
Тел.: 8-495-230-82-24*

Боева Н. М., кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник

*E-mail: boeva@igem.ru
Тел.: 8-495-230-84-67*

Палеонтологический институт имени А. А. Борисяка Российской академии наук, г. Москва

Жегалло Е. А., кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник

*E-mail: ezheg@paleo.ru
Тел.: 8-495-339-91-44*

Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry, Russian Academy of Sciences, Moscow

Bortnikov N. S., Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Academician RAS, Director IGEM RAS

*E-mail: bns@igem.ru
Tel.: 8-495-951-72-70*

Slukin A. D., Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Senior Researcher

*E-mail: boeva@igem.ru
Tel.: 8-495-230-82-24*

Boeva N. M., Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Senior Researcher

*E-mail: boeva@igem.ru
Tel.: 8-495-230-84-67*

Paleontological Institute named after A. A. Borisyak, Russian Academy of Sciences, Moscow

Zhegallo E. A., Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Senior Researcher

*E-mail: ezheg@paleo.ru
Tel.: 8-495-339-91-44*