

УДК 553.6.078:553.6

## БОКСИТЫ САЛАЙРСКОГО КРЯЖА: ФОРМАЦИОННЫЕ ТИПЫ И ИХ ПЕРСПЕКТИВЫ

Гусев А.И.

*Алтайская государственная академия образования им. В.М. Шукшина, Бийск,  
e-mail: anzerg@mail.ru*

Приведены геологические данные о распространённости бокситов в Салаире и сопредельных районах Горной Шории, Горного Алтая, Кузнецкого Алатау. Выделены три формационных разновозрастных формационных типа бокситов: раннекембрийский известняковый, известняковый девонский и мел-палеогеновый в корях выветривания. Описаны минеральный и химический составы бокситов. Приведены оценки запасов промышленных категорий и прогнозных ресурсов. Намечены наиболее перспективные объекты. Высказано предложение о перспективности комплексных месторождений, где помимо бокситов присутствуют золото в корях выветривания и сапфир в метаморфизованных месторождениях бокситов.

**Ключевые слова:** бокситы, формационные типы, гиббсит, диаспор, лептохлорит, сапфир, рубин, золото, запасы, прогнозные ресурсы

## BAUXITES OF SALAIR RIDGE: FORMATION TYPES AND THEIR PERSPECTIVES

Gusev A.I.

*The Shukshin Altai State Academy of Education, Biisk, e-mail: anzerg@mail. ru*

Geological data led about expansion of bauxites in Salair ridge and co-limit area of Mountain Shorija, Mountain Altai, Kuznetskii Alatau. Three formation and different age type bauxites detached: Early Cambrian limestones, limestone Devonian and Cretaceous-Paleogene in the weathering crust. Mineral and chemical compositions of bauxites described. Valuations assay values and extension ores lead. Assumption about perspective complexes deposits expressed where besides bauxites present gold in the weathering crust and sapphire in metamorphism deposits of bauxites.

**Keywords:** bauxites, formation types, gibbsite, diaspore, leptochlorite, sapphire, ruby, gold, assay values, extension ores

Возникновение бокситовых месторождений связано с группой гипергенных формаций, возникших в эпохи континентальных перерывов, при благоприятных для интенсивного химического выветривания климатической и тектонической обстановках. Такие эпохи отражены в разрезе региональными несогласиями и наличием континентальных толщ. В составе группы формаций коры выветривания отчетливо выделяются бокситоносные формации. Главными из них являются латеритная, бокситоносная терригенная и бокситоносная терригенно-карбонатная формации. Первая формируется как бокситоносная кора выветривания по коренным породам в виде сплошных покровов (латеритные покровы), вторая и третья – как кора по продуктам разрушения и переотложения коренных и в различной степени выветрелых пород.

Образование бокситовых месторождений приурочено также и к складчатым областям и пределах срединных массивов. Поскольку бокситы генетически являются континентальными образованиями, их накопления связаны с положительными палеоструктурами, периодически возвышавшимися над уровнем моря в течение значительных отрезков времени (первые

миллионы лет). В океанически-островодужных зонах ареной бокситонакопления являлись поднятые рифовые острова.

Геологические особенности формирования бокситов, указанные выше, фиксируются и на Салаире. Целью исследования является типизация обстановок формирования бокситонакопления в Салаирском кряже и оценка их перспектив.

Временные уровни и типы бокситонакопления в Салаире. Бокситовое оруденение проявлено в Салаире и представлено тремя бокситоносными формациями: раннекембрийской известняковой, известняковой девонской и мел-палеогеновой кор выветривания [2].

Раннекембрийская известняковая бокситоносная формация относится к прибрежно-морским образованиям, сформировавшимся в условиях гумидного климата при относительно спокойном тектоническом режиме. Для карбонатной бокситоносной формации этого возраста характерны: интенсивная складчатость вмещающего металлотекта, рифогенность, чистота разреза при мощности до 1000 м и более, внутриформационные перерывы, многоярусность бокситоносных горизонтов, пластовая форма залегания, небольшая

мощность (первые метры) и метаморфизм руд, преобразовавший первичный протолит в диаспоровые, хлоритоид-диаспоровые, диаспор-слюдисто-корундовые, диаспор-корунд-хлоритоид-шпинелевые разности. Карбонатные породы играют двоякую роль: аккумулирующую в бокситообразовании (в западинах рельефа) и катализирующую.

Представителем этой формации является Гришихинское проявление бокситов, расположенное в бассейне р. Ангуреп. Оно приурочено к отложениям сунгайской свиты. Рифо-известняковые образования последней превышают 1000 м. Известняки контактируют с толщей более древних порфиритов. На контактах переслаивающихся светлых рифовых и темных слоистых известняков постоянно фиксируется диаспор, а в одной из скважин вскрыт элювий бокситового горизонта мощностью 1,4 м с содержанием диаспора 23%. Бокситы оолитового строения вскрыты на глубинах 5, 12 и 18 м в трех скважинах шнекового бурения, бурившихся с интервалом 50 м. Мощность бокситов не выяснена. Химический анализ штучных проб показал содержание (в %): глинозема – 22,97-45,5; кремнезема – 1,30-46,40; окиси железа – 3,20-31,90. В «глинистой породе», обнаруженной в левом склоне долины р. Гришиха, химическим анализом установлено (в %):  $Al_2O_3$  – 20,45;  $SiO_2$  – 49,45;  $Fe_2O_3$  – 10,71;  $TiO_2$  – 0,5.

В Горном Алтае к кембрийскому типу бокситонакопления относится Каяшканское бокситопроявление, представленное несколькими горизонтами аллит-сиаллитных сланцев с бокситами.

Девонская бокситоносная формация связана с рифово-известняковыми образованиями девона, развитыми в пределах Верхнебердской синклинали Салаира и Сибирячихинской грабен-синклинали Горного Алтая [3]. Наиболее перспективны бокситопроявления Салаира (Майско-Бердское, Обуховское, Октябрьское, Новогоднее месторождения и ряд проявлений – Заломинское, Верхберезовское, Талицкое и другие). Аналогичные проявления бокситов выявлены и в Сибирячихинской синклинали Алтайского края [4]. На Салаире девонские бокситы залегают в толщах рифогенных и рифогенно-обломочных известняков нижнего девона (эйфель). Толща подстилается известняками верхнего силура и имеет мощность 1200 м. Она вмещает от одного до пяти бокситоносных горизонтов, при-

уроченных к внутрiformационным перерывам. Средняя мощность бокситовых залежей 1,5-2,5 м, а мощность разделяющих их известняковых пачек 100-300 м.

Майско-Бердское месторождение бокситов расположено в ЮВ части Верхнебердского бокситоносного бассейна, в 9-14 км к С от с. Бердь. По данным исследователей, отложения месторождения слагают синклинальную слабосимметричную складку, вытянутую в СЗ направлении по аз. 330° и осложненную в крыльях более мелкими сжатыми складками с крутыми (до 85°) СВ и более пологими (до 40°) ЮЗ крыльями. В крыльях синклинали на известняках силура залегают нижнедевонские известняки и сланцы. Рудный горизонт приурочен к перерыву между ними и известняками среднего девона. Он образует пластообразную залежь, нижняя граница которой представляет собой неровную поверхность, повторяющую очертания микрорельефа подстилающих известняков и прерывающуюся в участках выступов рифовых построек. Верхняя граница его обычно достаточно резкая и ровная. Рудный горизонт прослежен по простираанию в обоих крыльях структуры на 8 км, считая от перегибов его в ЮВ замке основной складки, расположенной у кл. Крутого по р. Большой Заломке. В его составе выделены:

1. Бокситы черные и темно-серые лептохлорит-диаспоровые.
2. Бокситы светло-серые до зеленовато-серых хлоритоид-диаспоровые.
3. Сланцы лептохлоритовые и глинисто-лептохлоритовые.

Мощность рудного горизонта колеблется от нескольких сантиметров до 8 м и в среднем она близка к 2,0 м.

Степень разведанности месторождения неодинаковая. Площади распространения промышленных руд, занимающие первые от замка 5 км протяженности структуры, разведаны по каждому из крыльев до глубины 400 м с детальностью обеспечившей подсчет запасов в категориях В и С<sub>1</sub>. Некондиционные площади СЗ части месторождения изучены предварительно и прослежены редкой сетью выработок до глубины 100-150 м. На месторождении прослеживается последовательная смена в северо-западном направлении, по мере удаления от питающего источника, зон развития богатых, затем рядовых бокситов, аллитами, сиаллитами и известняковыми сланцами, упирающимися в выступ подрудных известняков.

Руды месторождения по содержанию основных компонентов укладываются в марки Б-3, Б-4, Б-5 (в среднем Б-4) ГО-СтА 972-50. Требованиям последних не отвечает только несколько повышенная сернистость руд. В целом по месторождению химический состав руд (в %) следующий:  $\text{SiO}_2$  – 12,24;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 47,33;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$  – 15,90;  $\text{TiO}_2$  – 2,11;  $\text{CaO}$  – 6,17;  $\text{S}_{\text{вал}}$  – 1,71;  $\text{ppp}$  – 12,98; модуль – 3,9. Наблюдается закономерное ухудшение качества руд с ЮВ на СЗ, связанное с фаціальными условиями рудоотложения.

Промышленные запасы подсчитаны в количестве 15 млн.т по категории В+С<sub>1</sub>, что соответствует среднему месторождению. В сводном балансе запасов по состоянию на 01.01.2002 г. состоят запасы руды категории В – 6909 тыс.т., категории С<sub>1</sub> – 8153 тыс.т.

Обуховское месторождение находится на водоразделе рек Выдриха и Каменка, в 1,5 км юго-восточнее бывшего села Обухово. Открыто в 1944 г. Ш.З. Городецким. Месторождение приурочено к ядру Обуховской брахиантиклинали, сложенной преимущественно известняками нижнего и среднего девона бердско-майской серии, перекрытых карбонатно-терригенными отложениями пайвинской свиты и насыщенной телами гранитоидов жерновского комплекса. Бокситы на контакте с гранитами превращены в наждаки.

Обуховский рудный горизонт мощностью до 16 м (средняя – 2,5 м) залегает на неровной поверхности пражских известняков и представлен темно-серыми мелкооолитовыми корундовыми пиритизированными бокситами. Данный горизонт по стратиграфическому положению сопоставляется с бердским горизонтом Бердско-Майского бокситоносного района. По данным В. И. Беляева, вещественному составу в обуховском горизонте выделяются три типа бокситов: корундовые, слюдисто-корундовые и корундово-слюдистые. Содержание корунда в горизонте до 91 %. Среди корунда отмечены сапфир, корунд благородный, лейкосапфир, рубин [5]. Площадь залежи 320 × 120 м. Мощность 4-34 м. Глубина залегания 17 м. Корундовые бокситы представляют собой темно-серые, почти черные крепкие мелкобобовые пиритизированные породы с содержанием корунда до 30%. Средний химический состав (в %):  $\text{SiO}_2$  – 9,01%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 64,52%,

$\text{TiO}_2$  – 2,87%,  $\text{CaO}$  – 0,78%,  $\text{MgO}$  – 1,61%,  $\text{S}_{\text{вал}}$  – 0,63%,  $\text{ppp}$  – 4,41%. Марка бокситов – Б-2. Слюдисто-корундовые бокситы, голубовато-серые, рассланцованные содержат (в %):  $\text{SiO}_2$  – 20,48%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 53,45%,  $\text{TiO}_2$  – 2,49%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 4,34%,  $\text{FeO}$  – 8,37%,  $\text{CaO}$  – 4,13%,  $\text{MgO}$  – 2,29%,  $\text{S}_{\text{вал}}$  – 2,26%,  $\text{ppp}$  – 4,74%. Бокситы марки Б-4 и Б-6. Корундово-слюдистые бокситы имеют непостоянный химический состав и относятся к некондиционным. Бокситы двух первых типов составляют до 85% рудного горизонта.

Запасы бокситов Обуховского месторождения категорий В+С<sub>1</sub> являются забалансовыми и составляют 9939 тыс.т, в том числе категории В – 4628 тыс. т. Оценка запасов корунда по легкодоступным для эксплуатации частям месторождения – 370 тыс.т, причем более 30% их заключена в рудах, залегающих на поверхности.

В 1978 г. Г.Н. Черкасовым на участке Обуховского месторождения наждаков установлены проявления маргаритовых пород, залегающими в виде жил и самостоятельных линзовидных залежей с мощностью 0,4-2,6 м. По кремнистому модулю породы могут быть отнесены к аллитам или маргаритовым бокситам марок Б-5 и Б-6, содержат повышенные содержания лития (450-1040 г/т). Содержания  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в породах составляет 38,99-56,01%.

Прогнозные ресурсы Обуховского месторождения бокситов категории Р<sub>3</sub> оцениваются в 3 млн. тонн. В настоящее время промышленного значения не имеют.

Мел-палеогеновая бокситоносная формация сохранилась на останцах денудационных и карстово-денудационных поверхностей выравнивания. Она представлена бокситоносными глинисто-каолининовыми остаточными и близперееотложенными продуктами химического выветривания алюмосиликатных пород кристаллического фундамента. Бокситоносные отложения этой формации наиболее широко распространены и лучше изучены в Салаирском кряже и в северной части Бийско-Барнаульской впадины (месторождения Семеновское, Красиловское, Бочкаревское и проявления Тальменское, Верхберезовское, Талицкое, Федоров Ключ, Бердское, Каменское, Жерновское, Черноозерское и другие).

Бокситы формации относятся к двум стратиграфическим уровням: нижне-верхнемеловому (кйская свита и её аналоги

в кузнецком Алатау) и верхнемеловому-палеогеновому (островновская и ненинская свиты Салаира).

Позднемеловые и палеогеновые бокситы наиболее широко распространены и лучше изучены в Салаирском кряже и в северной части Бийско-Барнаульской впадины. Кроме того, они встречаются по окраинам Колывань-Томской зона, в Горной Шории и в северо-восточных предгорьях Алтая (Антропский район). В последнем развиты значительные по мощности и площади коры выветривания с проявлениями бокситов и проявлениями золота гипергенного типа [1].

Семено-Красиловское месторождение открыто Шалапской партией в 1970 году при проверке одной из магнитных аномалий интенсивностью до 360 гамм. Представлено тремя разобщенными залежами. Залежь № 1 находится в 3,5 км на ЮЗ от с. Семено-Красилово. Мощность вскрыши от 13 до 39 м. Размеры залежи № 1 (по изолинии +20-25 гамм на плане изодинам) 600x100 м, в плане имеет форму линзы. В разрезе залежь мощностью 23,5 м представлена двумя телами бокситов. Верхнее из них залегает горизонтально, имеет мощность до 3,4 м при ширине 60-70 м. Нижнее тело мощностью до 7,8 м при ширине около 100 м отделено от верхнего интервалом аллитов и сиаллитов мощностью от 5,9 м до 10,5 м с линзочкой бокситов мощностью до 1 м. Залежь перекрыта рыхлыми отложениями аральской, кочковской свит и лессовидными суглинками общей мощностью 13-17 м. Залежь № 2 находится в 600 м к Ю от залежи № 1. Размеры залежи 120x70 м (по изолинии 40-50 гамм на плане изодинам). В плане она имеет форму гнезда. В разрезе она образует карман (шириной около 50 м и мощностью 23,3-29 м), в котором в средней части наблюдается наклонная линза бокситов мощностью от 2,5 до 14 м по вертикали и 3 линзочки бокситов мощностью до 1 м каждая. Залежь перекрыта рыхлыми отложениями мощностью 35-39 м. Залежь № 3 переотложенных бокситов и бокситовых глин расположена в 3 км к ЮВ от залежи № 1. Размеры залежи 100x85 м, мощность 2-5 м. В плане и в разрезе она имеет форму линзы. Приурочена к верхней части линейно-карстовой коры выветривания, вытянутой вдоль тектонического нарушения ССЗ направления примерно на 7 км и развитой на площади распространения тер-

ригенно-карбонатных пород кивдинской свиты верхнего протерозоя. Залежь перекрыта рыхлыми отложениями мощностью 17-25,5 м.

Общие прогнозные ресурсы по месторождению 1,3-1,4 млн.т.

Бочкаревское месторождение расположено вблизи с. Бочкари и приурочено к верхним горизонтам коры выветривания, развитой по образованиям Шалапского меланжевого комплекса вблизи его контакта с амфиболитами ангурепского метаморфического комплекса. В составе пород меланжа присутствуют мегаглыбы мраморизованных известняков, кварцитов и алюмосиликатных пород различного происхождения. Месторождение представляет собой залежь переотложенного обломочно-бобового рыхлого гиббситового боксита протяженностью 1350 м, шириной до 150 м и глубиной залегания 40-90 м под покровом неоген-четвертичных глин и суглинков. Залежь заключена в глинистые аллиты и сиаллиты, подстилается структурными и переотложенными глинами коры выветривания пород фундамента. В фундаменте распространены чередующиеся карбонатные, метаморфически измененные терригенные и вулканогенные породы кембрия и рифея, интродуцированные небольшими массивами габбро.

Тело бокситов имеет размеры: 1800x50-170x0,7-18,9 м. Глубина залегания от 48,5 до 92 м. В строении бокситоносных отложений участвуют бокситоносные глины, аллиты и кондиционные бокситы – каменистые и рыхлые. Кремниевый модуль аллитов 1,04-2,06, бокситов – 3,16-29,6. Бокситы содержат  $Al_2O_3$  общего от 32 до 44,16%,  $SiO_2$  – от 1,48 до 10,16%; по качеству они относятся к маркам Б-2 – Б-8. Минеральный состав их: гиббсит, гетит и гидрогетит, гематит, примеси сидерита, кальцита, каолина. По материалам поисково-оценочных работ прогнозные ресурсы бокситов по категории  $P_1$  составляют 2,2 млн.т. Месторождение заслуживает постановки разведочных работ.

**Обсуждение результатов.** Представленные материалы по бокситоносности Салаира показали, что они относятся к трём формационным типам: 1 – раннекембрийской известняковой бокситоносной, 2 – девонской бокситоносной рифо-известняковой, 3 – мел-палеогеновой бокситоносной коры выветривания. Наименее изученной

и малоперспективной является самая ранняя раннекембрийская формация бокситов Салаира, относящиеся к диаспоровым, хлоритоид-диаспоровым, диаспор-слюдисто-корундовым, диаспор-корунд-хлоритоид-шпинелевым минералогическим разностям. Следует отметить, что аналогичные проявления Кузнецкого Алатау, Горной Шории, Горного Алтая также представляют собой слабо изученные проявления, для которых отсутствуют промышленные категории запасов из-за незначительных масштабов проявления алюминиевого сырья [6].

Девонские бокситопоявления изучены лучше и они представлены лептохлорит-диаспоровыми, хлоритоид-диаспоровыми, лептохлоритовыми и глинисто-лептохлоритовыми разностями. В случае метаморфизованных залежей бокситов они превращены в корундовые, слюдисто-корундовые и корундово-слюдистые разности (месторождение Обуховское).

Месторождения позднемелового-палеогенового формационного типа представлены гибситовыми бокситами, бокситоносными глинами с гетитом и гидрогетитом, гематитом, примесями сидерита, кальцита, каолина среди аллитов и сиаллитов кор выветривания, занимающих значительные площади.

### Заключение

Таким образом, месторождения бокситов бокситопоявления Салаирского кряжа представляют собой весьма перспективную группу, имеющие промышленное значение. Некоторые из них, особенно, месторожде-

ния мел-палеогеновых кор выветривания наиболее перспективны по своим масштабам проявления.

Особый интерес представляют месторождения бокситов, где помимо алюминиевого сырья присутствуют и другие полезные компоненты, которые могут обрабатываться совместно с главным полезным ископаемым. В связи с этим весьма интересны бокситопоявления Селезень-Антропского района, где в корях выветривания с бокситами встречаются и золотоносные коры выветривания [4]. Перспективно также месторождение бокситов с сапфиром и лейкосапфиром Обуховское (девонского возраста), претерпевшее метаморфизм с образованием метаморфогенных высокоглинозёмистых минералов, где совмещены бокситы и геммологические весьма привлекательные сапфиры.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гусев А.И. Минералогия и полезные ископаемые Республики Алтай. – Бийск: Изд-во ГОУВПО АГАО, 2010. – 382 с.
2. Гусев А.И. Минералогия и полезные ископаемые Алтайского края. – Бийск: Изд-во ГОУВПО АГАО, 2011. – 365 с.
3. Гусев А.И., Белозерцев Н.В. Золото-ртутный тип оруденения в Сибирячихинском грабене (Горный Алтай) // Современные наукоёмкие технологии, 2011, № 2. – С. 7-10.
4. Гусев А.И., Бедарев Н.П. Россыпи Алтая. – Бийск: Издательство ГОУВПО «АГАО», 2011. – 283 с.
5. Гусев А.И. Самоцветы Алтая. Бийск: Издательство ГОУВПО АГАО, 2012. – 250 с.
6. Сухарина А.Н. Алюминий // Геология СССР. – Т. XIV. – Западная Сибирь. Полезные ископаемые. – М.: Недра, 1982. – С. 236-263.