УДК 622.271.3

Н.В.РАДЬКО
Горный факультет, аспирант кафедры разработки
месторождений открытым способом
и разрушения горных пород

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ НЕПРОМЫШЛЕННЫХ ЗАЛЕЖЕЙ БОКСИТОВ СЕВЕРНОГО УРАЛА

В настоящее время добычу бокситов в России осуществляют 4 предприятия: ОАО «СУБР» (3136,4 тыс.т), ОАО «ЮУБР» (186 тыс.т), ОАО «Бокситогорский глинозем» (200 тыс.т) и ОАО «Северо-Онежский бокситовый рудник» (303,8 тыс.т).

Уральские алюминиевые заводы обеспечиваются сырьем Североуральского месторождения на 80-90 %. От состояния сырьевой базы ОАО «СУБР» оказываются в зависимости Кандалакшский, Красноярский и частично Иркутский и Новокузнецкий алюминиевые заводы. Основной вид добычи боксита на СУБРе – подземная разработка месторождений (около 95 % добываемого боксита). Остальные 5 % добываются открытым способом. Объемы, добываемые открытым способом, достаточно незначительны по сравнению с бокситами, добываемыми из шахт. Существует ряд причин, по которым открытые горные работы на СУБРе приобретают все большую значимость.

На СУБРе в настоящее время идет активное исследование всех прилегающих территорий на предмет возможной разработки мелких залежей боксита открытым способом. Однако попадание незначительных залежей боксита в круг месторождений, потенциально пригодных к разработке, исключается в связи с тем, что оценка перспективности бокситоносных участков осуществляется без учета комплексности месторождений, характерной особенностью которых в данном регионе является совместное залегание угля и боксита на известняковой подошве. Более того, существует ряд угольных разрезов, из-за отраслевой направленности которых под отрабатываемыми угольными пластами остаются нетронутыми залежи бокситов.

At present bauxites in Russia are mined by 4 plants: by the NUBM company (3136,4 thousand tons), by the SUBM company (186 thousand tons), by the «Boksitogorsky glinozyom» (Boksitogorsk Alumina) company (200 thousand tons) and by the «Severo-Onezhsky Bauxites Mine» joint-stock company (303,8 thousand tons).

The North Urals Deposit meets 80-90 % requirements of the Urals Aluminium Plants in raw materials. The Kandalakshsky, Krasnoyarsky and partially Irkutsky and Novokuznetsky Aluminium Plants are dependent on the NUBM raw materials base condition. Underground mining in the NUBM is the main method of bauxites excavation (nearly 95 % of bauxites are mined in this way). The rest (5 %) is carried out by open-cast mining. The amount of bauxites mined by the open-cut method is rather inconsiderable in comparison with the underground method of getting bauxites. There is a number of reasons why open-pit mining in the NUBM has gained in importance.

At present, the NUBM conducts an intensive prospecting of the territories adjacent to the mine aimed at feasible excavating small bauxites deposits with the use of open-cast workings. However, the very idea of considering small bauxites deposits potentially fit to commercial mining is to be excluded as the assessment of promising potentialities of bauxite-bearing sections is carried out without taking into account the complexity of deposits, their special feature being joint coal and bauxite bedding at limestone bottom.

And what is more there is a number of open-cast collieries due to the industrial orientation of which the bauxites deposits remain virginal and are abandoned under the mined seams.

До 95 % всех мировых ресурсов бокситов сосредоточено в Австралии, странах Африки, Карибского бассейна, Южной Америки, в Индии и Китае. Наиболее крупные месторождения бокситов находятся в Австралии, Гвинее, Бразилии, Ямайке (на эти страны приходится около 70 % бокситов, добываемых в мире). Суммарные запасы бокситов в этих странах составляют 48 млрд т, достоверно подтвержденные – 21 млрд т.

В России не обнаружены месторождения бокситов с сопоставимыми запасами как

по объему, так и по качественному составу руд. По мировым меркам Россия обладает крайне незначительными запасами промышленных бокситов – около 400 млн т, что составляет менее 0,7 % от мировых запасов.

В 2000 г. в России было произведено 3 млн т алюминия и 3,64 млн т глинозема. Из недр Земли было добыто 4,53 млн т боксита. В настоящее время добычу бокситов в России осуществляют 4 предприятия: ОАО «СУБР», ОАО «ЮУБР», ОАО «Бокситогорский глинозем» и ОАО «Северо-Онежский бокситовый рудник».

Проектные работы, выполненные институтом «Гипроникель», а также расчеты ВАМИ доказывают необходимость сохранения до 2010 г. производственной мощности СУБРа на уровне 3 млн т бокситов в год, а также потенциальную возможность ее увеличения с целью покрытия ожидаемого дефицита алюминиевого сырья на Урале и сокращения импорта глинозема в Россию.

Уральские алюминиевые заводы обеспечиваются сырьем Североуральского месторождения на 80-90 %. От состояния сырьевой базы ОАО «СУБР» оказываются в зависимости Кандалакшский, Красноярский и частично Иркутский и Новокузнецкий алюминиевые заводы.

В последнее время появилась конкуренция североуральским бокситам со стороны зарубежных. По своему качеству североуральские бокситы уступают бокситам Гвинеи, Бразилии и несколько лучше бокситов США и Австралии. В то же время в этих странах бокситы добываются в основном открытым способом, что обуславливает их низкую себестоимость, а для некоторых из них – возможность импорта в Россию. В настоящее время доля импортного глинозема составляет 70 % от общероссийского потребления.

Основной вид добычи боксита на СУБРе – подземная разработка месторождений (около 93 % добываемого боксита). Остальные 7 % добываются открытым способом. Объемы, добываемые открытым способом, достаточно незначительны по сравнению с бокситами, добываемыми из шахт. Однако существует ряд причин, по которым открытые горные работы на СУБРе приобретают все большую и большую значимость:

1. В связи с ростом производства на алюминиевых и глиноземных заводах наблюдается нехватка сырья. Вводить новые мощности на шахтах в короткие сроки, с учетом требований рынка, довольно сложно и требует достаточно больших капитальных вложений, кроме того, постоянно снижается рентабельность. Выход один – освоение мелких и неглубокозалегающих месторождений и их разработка открытым способом.

2. Себестоимость добычи бокситов открытым способом может быть в три раза ниже себестоимости бокситов, добытых подземным способом.

3. Главная причина – качество продукции. Боксит, добываемый подземным способом, достаточно высококарбонатен (содержание CO_2 – более 5 %), в то время как глиноземные заводы требуют содержания карбонатов не более 4 %. Повышенное содержания карбонатов ведет к существенному увеличению (квадратичная зависимость) расхода каустической соды при переделе бокситов в глинозем методом спекания, чего не могут позволить себе глиноземные заводы в нынешней экономической ситуации. Необходимо производить усреднение за счет низкокарбонатного боксита (содержание CO_2 – 1-2 %), добываемого открытым способом.

На СУБРе в настоящее время идет активное исследование всех прилегающих территорий на предмет возможной разработки мелких залежей боксита открытым способом. Однако подход предприятия (с учетом объемов основного производства) исключает попадание незначительных залежей боксита в круг месторождений, потенциально пригодных к разработке, в связи с тем, что оценка перспективности бокситоносных участков осуществляется без учета комплексности месторождений. В то же время в данном регионе характерной особенностью является совместное залегание угля и боксита на известняковой подошве. Более того, существует ряд угольных разрезов (отработанных или эксплуатируемых), где под угольными пластами имеются зале-

Качественная характеристика бокситов

Компоненты	Участки работ			
	Богословский	Ольховский	Веселовский	Волчанский
Al_2O_3	37,03 – 48,9	37,0 – 62,34	37,0 – 48,92	37,0 – 50,08
SiO_2	6,24 – 20,52	2,6 – 19,6	7,96 – 17,7	2,04 – 20,56
Fe_2O_3	9,5 – 23,28	6,77 – 21,29	7,26 – 25,47	0,9 – 21,09
TiO_2	1,4 – 2,27	1,13 – 2,44	1,09 – 1,88	1,3 – 2,38
CaO	0,13 – 1,05	0,08 – 0,45	0,2 – 1,7	0,05 – 1,23
S	–	0,03 – 0,17	0,03 – 0,37	0,08 – 0,29
CO_2	–	0,45 – 11,3	3,2 – 19,02	0,59 – 11,84
П.П.П.	22,0 – 30,26	10,14 – 24,96	15,7 – 28,74	19,16 – 33,76

жи бокситов, не попадающих в разработку из-за специфики разрезов.

Первые сведения о наличии бокситовидных глин в основании угленосных отложений Богословско-Веселовской депрессии получены геологом А.Ф.Кабаковым на Богословском буроугольном месторождении в 1956 г. В пределах Богословско-Веселовской депрессии было установлено шесть залежей бокситов с суммарными запасами бокситов 6,21 млн т.

Качество бокситов (см. таблицу) по ГОСТ 972-50 обычно соответствует маркам Б-6 и Б-5 и только на Ольховском участке выделяются бокситы марок Б-3 и Б-2.

Исследование технологических свойств мезозойских бокситов было проведено по методу спекания. В лабораторных условиях извлечение глинозема достигает 91-94 %, а Na_2O – 82-85 %. На основании этого сделано заключение о возможности применения бокситов на Богословском алюминиевом заводе (БАЗ) как подшихтовки к бокситам СУБРа при производстве глинозема по способу Байера или в качестве самостоятельной спекательной ветви БАЗа. В период 1989-1993 гг. в качестве составляющей шихты с бокситами СУБРа было переработано на глинозем 70,3 тыс.т волчанских бокситов. С целью определения целесообразности отработки бокситовой залежи Ольховского участка в январе-апреле 1998 г. при подготовке спекательной шихты для БАЗа совместно с ивдельскими бокситами было привлечено 8,4 тыс.т мезозойских бокситов Ольховского участка со средним содержанием SiO_2 – 11,9; Al_2O_3 – 42,0; CO_2 – 0,9; S – 0,06 %. Результаты эксперимента показали возможность применения указанных бокситов для производства глинозема.

Однако по результатам поисково-разведочных работ, при которых запасы бокситов в выявленных линзообразных телах составили 7,77 млн т, был сделан вывод о том, что бокситоносность мезозойских отложений не имеет промышленного значения из-за незначительности запасов и большой мощности перекрывающих угленосных отложений.

Тем не менее, решающим фактором является не содержание Al_2O_3, а кремниевый модуль и содержание вредных примесей. Проведенные на предприятии опыты показали, что низкокарбонатные бокситы, добываемые открытым способом, в сочетании с основными объемами бокситов, добываемых подземным способом, несколько ухудшая качественные характеристики последних, делают их более технологичными и пригодными к переработке, переводя забалансовые запасы высококарбонатных бокситов в разряд пригодных для переработки.

Для регулирования цены и качества добываемого и поставляемого на Богословский алюминиевый завод боксита между БАЗом и СУБРом существует соглашение о поправке закупочной цены при изменении качественных характеристик. С учетом этих отклонений боксит, добываемый подземным способом, иногда может иметь отрицательную стоимость, либо вовсе быть некондиционным. И только усреднение с бокситом, добытым из более молодых, мезозойских отложений, решает проблему качества.

Столь существенные перепады ценности являются следствием особенностей производства глинозема. Так, например, в Байеровском переделе увеличение содержания SiO_2 на 0,1 % ведет к увеличению расхода каустика на 1,23 кг на 1 т глинозема, увеличение содержания CO_2 на 0,1 % требует дополнительного расхода 3,64 кг каустика на 1 т глинозема, увеличение содержания серы на 0,1 % ведет к дополнительному расходу кальцинированной соды на 0,34 кг на 1 т глинозема, снижение на единицу кремневого модуля ведет к снижению химического выхода глинозема на 0,8 % и увеличению расхода боксита на 25 кг на 1 т глинозема. Отсюда и вытекает очевидность необходимости разработки непромышленных залежей бокситов на Северном Урале.

Поисково-оценочными работами на бокситы 1961 г. освещена в основном только западная прибортовая часть (менее 25 % площади депрессии) по очень редкой сети скважин. Все скважины, пройденные ближе к средней части депрессии на Ольховском и Богословском участках, вскрыли пестроцветные отложения и бокситы. Результаты работ на Ольховском участке показали, что сгущение сети разведочных скважин ведет к значительному увеличению запасов бокситов (на 1 км^2 площади почти 8 млн т). Этот участок является наиболее изученным и разведанным и соответственно наиболее перспективным.

По геологическим данным площади, перспективные на обнаружение бокситового оруденения в пределах Богословско-Веселовской депрессии, при пятидесятипроцентной вероятности достигают 3 км^2, а прогнозные ресурсы этой площади составляют более 9 млн т бокситов. Общие запасы и ресурсы бокситов в пределах Богословско-Веселовской депрессии в сумме с уже установленными составят около 24 млн т, в том числе по категории C_2 – 13,2 млн т, P_1 – 2,4 млн т и P_2 – 9 млн т.

Недостаточная изученность некоторых месторождений указанного региона не позволяет сделать общее заключение о технической возможности и экономической целесообразности разработки всех указанных запасов бокситов. Однако на наиболее изученных залежах боксита – Веселовском и Ольховском участках буроугольных месторождений перспективность разработки ясна уже сейчас.

Бокситовый карьер планируется разместить внутри контура Ольховского угольного разреза, эксплуатируемого ОАО «Вахрушевуголь». С учетом размещения действующих объектов и сооружений ОАО «Вахрушевуголь» и ОАО «СУБР», общего характера их производства, выбросов и сбросов загрязняющих веществ, а также требований экологической безопасности можно достичь оптимальной технологической увязки объектов, сооружений и коммуникаций по добыче и первичной переработки не только угля, но и бокситов.

В отчете по разведке южного фланга Богословского буроугольного месторождения в Карпинском районе Свердловской области за 1987-1990 гг., книга 1, Североуральск, СУГРЭ ПО «Уралгеология», отмечается: «Так как часть южного фланга месторождения по горно-техническим условиям пока не проектируется для отработки углеразрезом, все запасы относятся к забалансовым…». При разработке первого нижележащего пласта боксита сумма запасов по углю составит: по категории В + C_1 – 5086 тыс т, по C_2 – 1145 тыс т. Увеличение запасов происходит за счет увеличения восточной части фланга месторождения, на котором глубокозалегающие пласты ранее не были включены в подсчет.

Только вовлечение в разработку группы рудных тел Тошемского месторождения бокситов в районе г.Ивделя и рудных тел Ольховского участка Богословского месторождения в районе г.Карпинска позволит увеличить производительность рудника открытой добычи по сравнению с 1998 г. на 160 %.

На основе изложенной информации можно представить относительно широкий круг схожих по своим масштабам и горно-геологическим характеристикам месторождений с примерно одинаковыми проблемами и сложностями. Задачей, решенной в данной работе, было обоснование и выра-

ботка единого подхода к определению экономической целесообразности и технической возможности разработки открытым способом непромышленных залежей бокситов на Северном Урале, являющихся горными породами-отходами для угольных разрезов, при рассмотрении данных месторождений как комплексных. Это позволит более рационально использовать земельные, водные и лесные ресурсы, быстро начать добычу бокситов, оперативно решить проблему улучшения качества основной части бокситов, добываемых подземным способом, частично решить проблему нехватки алюминиевого сырья в регионе, а также занятости населения.

Научный руководитель профессор, д.т.н. *Г.А.Холодняков*