

ПЕРВАЯ НАХОДКА МЕТАМОРФИЗОВАННЫХ БОКСИТОВ В СРЕДНЕМ ПРИАМУРЬЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПОИСКОВ

С.С.Зимин*, В.Г.Моисеенко, Р.А.Октябрьский*, С.Г.Батурин**,
Б.М.Тишкин*, В.П.Молчанов*.**

**Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток*

***Амурский комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН, г. Благовещенск*

В статье освещается минеральный и химический состав метаморфизованных бокситов, обломок которых найден в долине р. Б.Калахта севернее прииска Октябрьского. Показано, что эти образования сложены корундом и шпинелью с примесью диаспора, магнетита, ильменита, прохлорита, бадделеита, гётита. Приводится химический состав этих минералов. Освещаются перспективы поисков бокситов в Амурской области.

Ключевые слова: Амурская область, бокситы, петрохимия, минералогия.

При полевых исследованиях по изучению офиолитов между речьями р.р. Зея и Селемджа на одном из дражных полигонов в долине р. Большая Калахта, в семи километрах от поселка Октябрьский, был обнаружен остроугольный, сильно выветрелый образец, который оказался диаспор-шпинель-корундовым бокситом. Как видно на схеме (рис. 1), место находки образца находится по соседству с толщей венд-кембрийских пород, представленных кремнистыми сланцами, алевролитами, с горизонтами известняков и доломитов. С последними связано дисперсно рассеянное золото. Под влиянием гранитоидов позднего палеозоя и раннего мела породы испытали ороговичкование, а известняки и доломиты превращены в мраморы. Под влиянием гранитов образовались золотоносные магнезиальные скарны с форстеритом и диопсидом. По-видимому, с венд-кембрийскими отложениями и связаны в районе прииска Октябрьского рассматриваемые здесь метаморфизованные бокситы, характеристика которых приводится ниже.

Бокситы имеют облик серой, несколько буроватой от выветривания породы мелкозернистого сложения, в которой рассеяны пластинчатые выделения корунда, длиной до 1.5 см, шириной до 0.5 см и толщиной 2 мм. На поверхности корунда наблюдаются чешуйки слегка золотистого прохлорита. Порода имеет слабо выраженную слоистую текстуру, а также округлые зерна рудного минерала, величиной до 1 мм.

Под микроскопом боксит имеет порфиробластовую структуру и линзовидно-полосчатую текстуру (рис. 2), при которой различаются линзы и, вероятно, реликты прослоев, темные, сложенные рудным материалом со шпинелью, и светлые, состоящие из мельчайших зерен корунда с примесью диаспора и прохлорита.

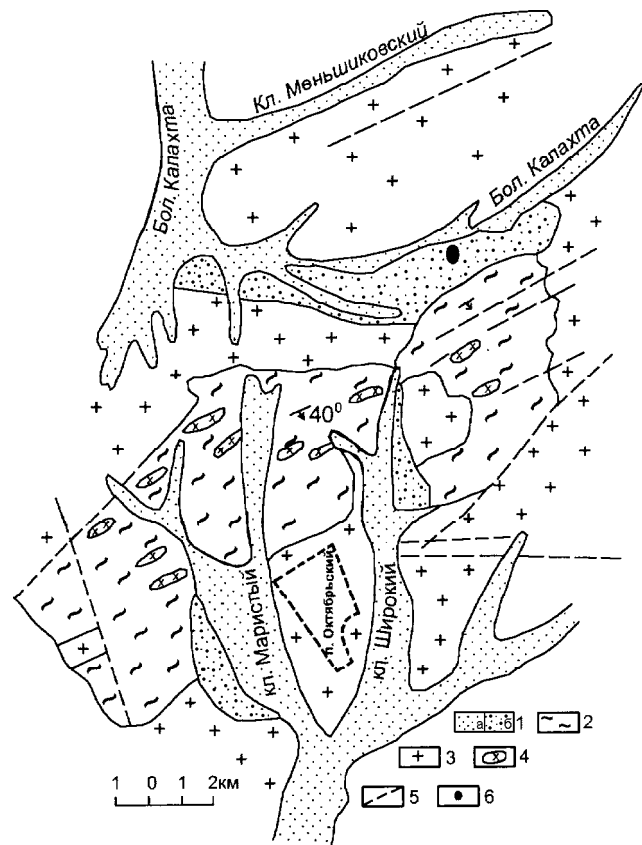


Рис. 1. Схема геологического строения Октябрьского участка.

1 - четвертичные отложения: а - аллювиальные по днищам долин, б - делювиальные по склонам долин; 2 - венд-кембрийские ороговичкованные породы, представленные изначально переслаиванием песчаников, алевролитов, кремнистых сланцев, реже доломитовых мраморов, 3 - граниты позднего палеозоя, 4 - дайки гранитоидов раннего мела, 5 - разломы, 6 - место находки боксита.

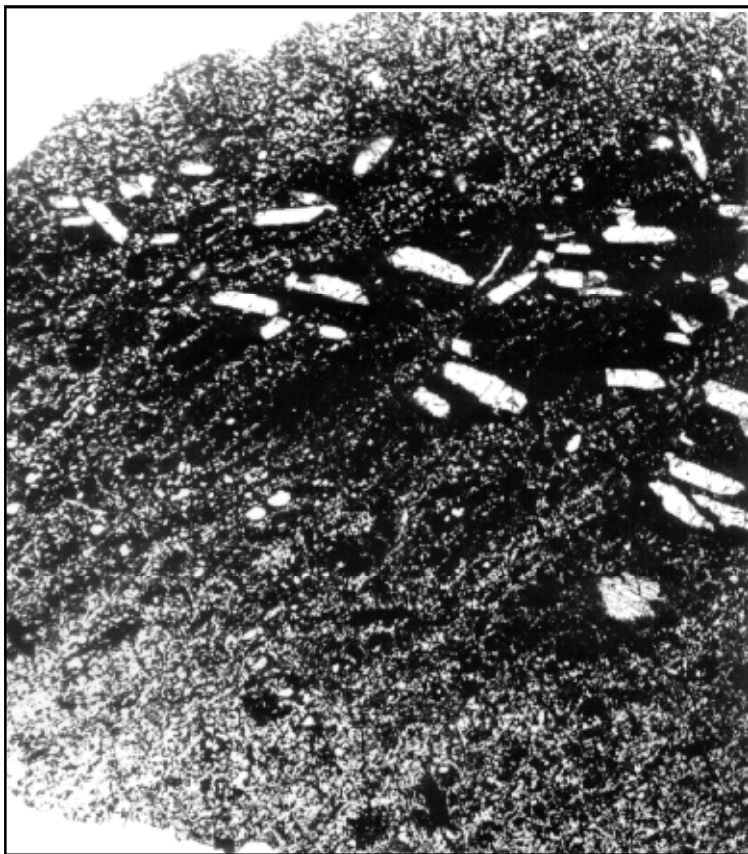


Рис. 2. Микрофотоснимок метаморфизованного боксита.

Видны порфиробласты корунда (светлые) на фоне полосчатой цементирующей массы породы. В последней имеются светлые полоски и микрослои, сложенные диаспором и мелкими зернами корунда, а также темные, состоящие из смеси магнетита, шпинели, гётита и ильменита. Увел. 17. Ник. П.

Порфиробласты представлены зернами корунда, величиной от 0,3 до 2, реже до 15 мм. Основная цементирующая масса боксита имеет линзовидно-полосчатое сложение. В ней различаются более широкие линзы и полосы, сложенные гидроокислами железа с примесью магнетита, а также зеленой шпинели, редко ильменита, мелких зерен корунда. Шпинелевые зерна, величиной до 1,5 мм, имеют линзовидно-округлую форму и с краев нередко окислены. Более светлые и узкие линзочки и полосы в породе сложены в основном мелкими (0,05-0,1 мм) призматическими зернами корунда с примесью диаспора, которые с краев нередко изъедены рудным материалом.

С помощью микроскопов и микрозонда JXA-5a в составе боксита установлены следующие минералы: корунд (Cor) - 50%, шпинель (Sp) - 10%, магнетит (Mt) - 20%, диаспор (Dias) - 5%, ильменит (Ylm) - 5%, прохлорит (Che) - 5%, единичные зерна бадделита (Bd), гётит (Get) - 5%.

Корунд образует в боксите как крупные (до 15 мм) призматические зерна порфиробластов, так и мелкие - в основной массе породы. Порфиробласты имеют чаще прямоугольные ограничения, иногда и кристаллографическую огранку (рис. 2). Местами они содержат изометричные включения магнетита, а

по трещинкам дробления в них наблюдаются мелкие чешуйки прохлорита. Скопления последнего минерала нередко имеются и по границе порфиробластов корунда с цементирующей массой породы. Визуально чешуйки прохлорита слегка буроватые, наблюдаются как слюдистые образования на поверхности порфиробластов корунда, что следует иметь в виду при поисковых работах на рассматриваемые здесь бокситы. Химический состав корунда приведен в таблице 1, из которого видно, что в составе этого минерала в качестве небольшой примеси имеются окислы титана, хрома, магния, железа.

Шпинель имеет зеленую окраску с синеватым оттенком. Зерна ее округлой до полигональной формы приурочены к прослоям и линзам, сложенным, в основном, гидроокислами железа с примесью магнетита и ильменита. Величина их колеблется от 0,5 до 1,5 мм. По трещинам дробления они нередко разбиты на прямоугольные брусочки, окислены и замещены, как и с краев, гидроокислами железа. Химический состав шпинели приведен в таблице 1, где видно, что этот минерал по составу ($f=61.9-64.3\%$) является промежуточным между герцинитом и собственно шпинелью и относится к плеонасту [1]. В составе ее имеются примеси цинка, хрома, титана, окислы которых в минерале присутствуют в виде таких компонентов, как ганит, хромпикотит и ульвошпинель.

Таблица 1. Химический состав минералов из метаморфизованных бокситов верховьев р. Б.Калахты.

Минерал	Sp		Sp ₁	Cor	Dias	Che	Get	Get ₁
	центр	край						
Оксиды	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	-	-	-	-	-	32.18	4.18	3.30
TiO ₂	0.03	0.05	0.05	0.11	0.08	2.04	0.02	0.03
Al ₂ O ₃	60.62	60.93	59.13	97.15	83.69	29.05	6.74	6.58
Cr ₂ O ₃	0.20	0.20	0.18	0.18	0.20	0.36	0.30	0.27
Fe ₂ O ₃	1.58	1.93	4.77	-	-	-	-	-
FeO	26.16	26.19	26.46	0.67	2.03	11.11	73.61	72.86
MnO	0.26	0.24	0.24	0.00	0.01	0.11	0.06	0.03
MgO	9.54	9.78	9.60	0.03	0.12	11.04	0.13	0.09
ZnO	0.19	0.16	0.21	0.00	0.00	0.07	0.48	0.41
NiO	0.06	0.05	0.07	0.00	0.00	0.04	0.08	0.09
Сумма	98.64	99.52	100.70	98.14	86.13	86.31	85.60	83.66
Формульные коэффициенты								
Si	-	-	-	-	-	3.995	0.056	0.046
Ti	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.193	0.000	0.000
Al	1.962	1.954	1.896	1.993	0.979	4.238	0.107	0.107
Cr	0.004	0.004	0.004	0.001	0.001	0.037	0.003	0.003
Fe ³⁺	0.033	0.039	0.096	-	-	-	-	-
Fe ²⁺	0.601	0.597	0.602	0.004	0.0117	1.152	0.828	0.836
Mn	0.006	0.005	0.008	0.000	0.000	0.045	0.000	0.000
Mg	0.390	0.397	0.389	0.001	0.002	2.037	0.002	0.002
Zn	0.002	0.002	0.003	0.000	0.000	0.007	0.005	0.005
Ni	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.004	0.001	0.001
Сумма	3.000	3.000	3.000	2.000	1.000	11.713	1.000	1.000
f=ΣFeO/MgO+ΣFeO	61.9	61.6	64.3	-	-	36.1	99.8	2.7
φ=Cr ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ + Cr ₂ O ₃	0.2	0.2	0.2	-	-	-	2.7	2.7
f ₀ = Fe ₂ O ₃ /ΣFeO	5.2	63.2	14.0	-	-	-	-	-
Формульные коэффициенты								
Минерал	Mt	Mt ₁	Ilm		Ilm ₁	Ilm ₂	Bd ₁	Bd ₂
			центр	край				
Оксиды	9	10	11	12	13	14	15	16
SiO ₂	0.58	0.31	-	-	-	-	(99.80)	(96.03)
TiO ₂	0.13	0.04	52.56	53.42	53.24	52.02	1.90	0.40
Al ₂ O ₃	2.25	0.62	0.03	0.10	0.00	0.00	0.49	1.06
Cr ₂ O ₃	0.31	0.19	0.05	0.08	0.00	0.03	0.17	1.64
Fe ₂ O ₃	66.48	67.21	0.92	2.00	2.37	3.70	-	-
FeO	31.02	29.98	40.63	40.94	40.66	38.83	1.95	неопр.
MnO	0.71	0.71	2.21	1.84	1.36	1.75	0.20	→→
MgO	0.00	0.00	2.44	2.93	3.23	3.45	0.05	→→
ZnO	0.16	0.16	0.08	0.03	0.09	0.04	0.09	→→
NiO	0.00	0.07	0.00	0.00	0.04	0.00	0.05	→→
Сумма	101.64	99.29	98.92	101.33	100.99	99.82	99.70	98.99
Формульные коэффициенты								
Si	0.021	0.0012	-	-	-	-	(0.940)	(0.952)
Ti	0.004	0.001	0.990	0.979	0.978	0.965	0.029	0.006
Al	0.102	0.028	0.001	0.003	0.000	0.000	0.012	0.026
Cr	0.009	0.006	0.001	0.002	0.000	0.001	0.002	0.027
Fe ³⁺	1.870	1.956	0.017	0.037	0.044	0.069	-	-
Fe ²⁺	1.868	0.969	0.851	0.835	0.830	0.801	0.033	-
Mn	0.022	0.023	0.047	0.038	0.028	0.037	0.004	-
Mg	0.000	0.000	0.091	0.105	0.117	0.127	0.001	-
Zn	0.004	0.004	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001	-
Ni	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	-
Сумма	3.000	3.000	2.000	2.000	2.000	2.000	1.023	1.013
f=ΣFeO/MgO+ΣFeO	100.0	100.0	90.5	89.1	88.1	87.3	-	-
φ=Cr ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ + Cr ₂ O ₃	9.0	17.6	-	-	0.0	-	-	-
f ₀ = Fe ₂ O ₃ /ΣFeO	65.9	66.9	2.0	4.2	5.0	7.9	-	-

Примечание. В скобках - анализы № 15 (включение в ильмените) и № 16 (отдельное зерно, 30 мкм) приведено содержание двуокиси циркония, а не SiO₂. В № 16 - дополнительно определены и включены в сумму Y=0.17% и Yb=0.09% (предел обнаружения 0.16% и 0.08% соответственно). Hf, Nb, Ta, Ce, La - не обнаружены. В № 6 (Che) дополнительно определены и включены в сумму: 0.03% CaO, 0.28 K₂O. Анализы выполнены на микрозонде JXA-5A, Октябрьским Р.А. (ДВГИ ДВО РАН).

Таблица 2. Химический состав бокситов Среднего Приамурья и других регионов.

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	MgO	Na ₂ O ₃	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O	Собщ.	CO ₂	п.п.п.	Сумма
1	2.55	2.47	52.74	23.98	5.47	сл.	0.00	1.27	0.10	0.08	0.25	0.44	-	-	10.80	100.15
2	0.16	2.87	64.50	1.6	14.00	-	0.73	1.61	-	-	-	-	0.63	-	4.41	-
3	12.24	2.1	47.30	15.9	-	-	6.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	5.28	1.46	50.09	22.75	-	-	0.22	0.12	-	-	-	-	0.10	0.37	19.68	99.60
5	6.00	2.25	54.0	24.00	-	-	2.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	10.5	12.5	30.00	27.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	13.1	2.58	43.6	17.63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание. Бокситы: 1) Среднего Приамурья, аналитик В.В.Недашковская; 2) Обуховское м-ние Салаира (корундовый боксит, D₂); 3) Бердско-Майское м-ние Салаира (диаспор-корундовый боксит, D₁-D₂); 4) Высокопольское м-ние (гиббситовый боксит, P) Украины; 5) Северного Урала (диаспоровый боксит, D₂); 6) Центрального м-ния Чадобецкого поднятия Сибирской платформы (гиббсит-гематитовый и др., K₂); 7) Порожинского м-ния Приангарской группы Енисейского края (гиббситовые бокситы с корундом, K-P). В анализах бокситов из месторождений 2-7 – средние содержания по [2].

Магнетит в породе образует мелкие изометричные или неправильные зерна, величиной до 0.5 мм, которые с краев нередко замещены гидроокислами железа и приурочены к прослоям и линзам, обогащенным рудными минералами. Химический состав его приведен в таблице 1, из которой видно, что в составе минерала содержатся незначительные примеси окислов цинка, магния, титана, никеля, хрома, алюминия.

Диаспор присутствует в светлых прослоях и полосках цементирующей массы породы в виде мелких бесцветных призматических зерен с совершенной спайностью и более высоким двупреломлением, чем корунд. В связи с этим в скрещенных николях зерна его имеют и более высокую интерференционную окраску. Химический состав диаспора показан в таблице 1. В качестве незначительной примеси в его составе отмечаются окислы титана, хрома, железа, магния и марганца.

Ильменит в породе встречается довольно редко. Он образует пластинчатые зерна, приуроченные к прослоям, обогащенным магнетитом и гидроокислами железа. Размеры их составляют 0.2-0.3 мм. В этом минерале наблюдаются линзовидные, до пластинчатых, включения бадделеита, отличающегося более светлой, по сравнению с ильменитом, окраской в отраженном свете. Химический состав этих минералов приведен в таблице 1, где видно, что в составе ильменита содержится немного окислов алюминия, хрома, марганца, магния и цинка. По краям зерна степень окисления железа больше. Бадделеит же содержит примесь окислов титана, особенно алюминия, хрома, иногда цинка, магния и марганца.

Прохлорит в боксите образует листочки и скопления, которые часто наблюдаются по контактам порфиروبластов корунда с цементирующей массой. Он относится к поздним минералам и замещает корунд. Поэтому на поверхности выделений последнего в образцах породы хорошо наблюдаются визуально золотистые чешуйки прохлорита, что нужно иметь в виду при диагностике метаморфизованных бокситов в процессе поисковых работ на бокситы. Железистость прохлорита равна 36.1%. В составе его имеется незначительная примесь окислов хрома, цинка, марганца и никеля. Согласно диаграммы [5], этот минерал по составу относится к разности прохлорита, содержащей несколько повышенное содержание Al₂O₃.

Гётит в породе приурочен к линзовидным прослоям, обогащенным рудным материалом. Он замещает шпинель и магнетит по трещинам дробления. В составе его, как видно из таблицы 1, присутствуют примеси окислов глинозема (значительная), менее хрома, титана, цинка, никеля.

Химический состав диаспор-шпинель-корундовых бокситов Среднего Приамурья, а также бокситов разного состава и возраста из других регионов приведен в таблице 2. Из нее видно, что по главным компонентам (Al₂O₃, Fe₂O₃, TiO₂) состава они занимают промежуточное положение в ряду подобных и близких рудных образований. Особенно близки они по содержанию TiO₂, а также Fe₂O₃. По количеству Al₂O₃ они приближаются к многим, из числа показанных в таблице 2. Кремниевый модуль их (Al₂O₃/SiO₂) является промежуточным среди бокситов, приведенных в таблице, и составляет 26.37, что характеризует эти породы с положительной стороны.

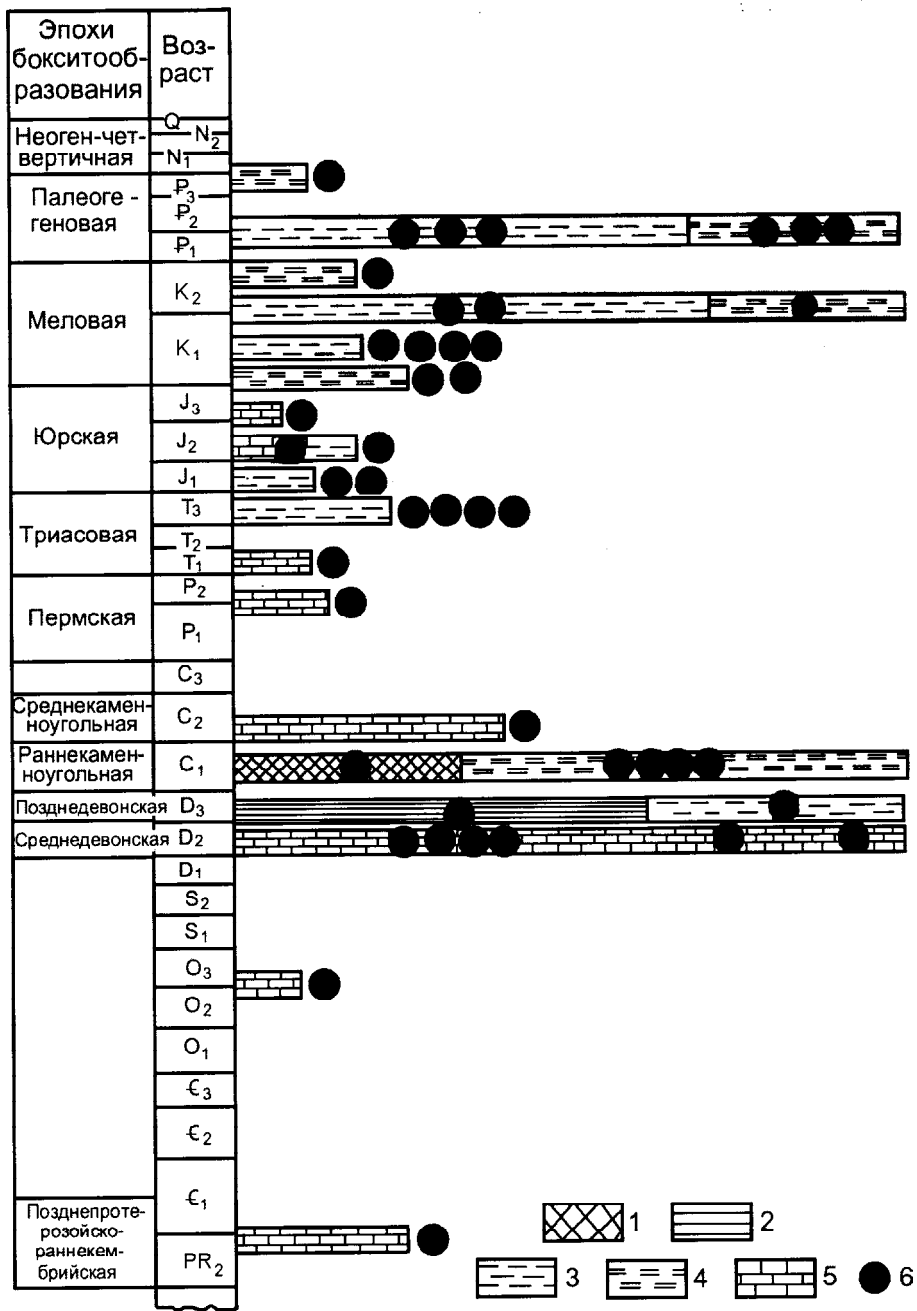


Рис. 3. Диаграмма стратиграфического распределения месторождений бокситов СССР [2].

Бокситоносные образования: 1 - латеритной коры выветривания; 2 - латеритно-терригенные /полигенные/; 3 - терригенных отложений молодых платформ; 4 - терригенных отложений древних платформ; 5 - карбонатные отложения геосинклинально-складчатых областей; 6 - месторождения бокситов разных регионов.

В настоящее время такого рода бокситовые образования могут быть использованы местной промышленностью в Амурской области для производства абразивных материалов типа наждаков и др. В первое время не потребуется и больших запасов. Возникает вопрос, где же в регионе нужно искать эти и другие бокситы. Чтобы ответить на него, необходимо обратиться к рис. 3, на котором показано стратиграфическое размещение эпох бокситообразования, а также к особенностям геологического строения Среднего Приамурья. Из рисунка 3 видно, что

на территории бывшего СССР наиболее широко проявлены пять следующих крупных эпох накопления бокситов: среднедевонская, позднедевонская, раннекаменноугольная, позднемеловая (на рубеже K₁-K₂) и палеогеновая. Меньше бокситообразование было проявлено на рубеже позднего протерозоя-раннего кембрия, в среднем карбоне, на границе ранней и поздней перми, в раннем и позднем триасе, в юре, на рубеже юры и раннего мела, в раннем мелу и во второй половине позднего мела, а также на рубеже палеогена и неогена.

Судя по геологическому строению Амурской области, бокситы можно ожидать в отложениях венда-нижнего кембрия, содержащих известняки геосинклинальной природы. Видимо, к ним и приурочены рассмотренные здесь бокситы Октябрьского рудного района. Не исключено, что они относятся к осадочным пластовым образованиям, как и бокситы Обуховского месторождения на Салаире.

Следует присмотреться и к девонским отложениям в этом и других районах Амурской области. В них могут быть встречены метаморфизованные бокситы. Нельзя исключать и юрские отложения, в которых бокситы возможны под угленосными породами, что наблюдается иногда на платформах [2, 3, 4].

Среди карбонатных отложений бокситы могут встречаться не только пластовые, но и карстовые мелового или палеогенового возраста. Последние можно встретить и под угленосными отложениями на карбонатных породах фундамента. В итоге следует отметить, что в Амурской области возможны бокси-

ты разного возраста и генезиса. В генетическом отношении среди них возможны бокситы: 1) коры выветривания (латеритные), 2) полигенные (латеритно-осадочные) и 3) осадочные (переотложенные). Последние могут быть полностью или частично метаморфизованы. Все это необходимо иметь в виду при поисковых работах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Винчелл А.Н., Винчелл Г. Оптическая минералогия: Пер. с англ. М.: Изд-во иностр. лит., 1953. 560 с.
2. Кирпаль Г.С., Теняков В.А. Месторождения аллюминия // Рудные месторождения СССР. М.: Недра, 1978. Т. 1. С. 262-346.
3. Кривцов А.И. Мезозойские и кайнозойские бокситы СССР, их генезис и промышленное значение. М.: Недра, 1968. 367 с.
4. Платформенные бокситы СССР. М.: Наука, 1971. 389 с.
5. Трегер В.Е. Таблицы для оптического определения породобразующих минералов: Пер. с нем. М.: Госгеолтехиздат, 1958. 185 с.

Поступила в редакцию 1 сентября 1998 г.

Рекомендована к печати Л.П. Карсаковым

S.S. Zimin, V.G. Moiseenko, R.A. Oktyabrsky, S.G. Baturin, B.M. Tishkin, V.P. Molchanov
On the first finding of metamorphosed bauxites in Middle Priamurie with the reference to their potential

Mineral and chemical composition of metamorphosed bauxites, a fragment of which was found in the Bolshaya Kalakhta river valley north of the Oktyabrsky mine, is described. These units are composed of corundum and spinel with the admixture of diaspore, magnetite, ilmenite, prochlorite, baddeleyite, and goethite. The chemical composition of these minerals is given. The perspectives for searching bauxites in the Amur Region are discussed.