

## Роль карстового рельефа в формировании бокситов Верхнеашутского месторождения Амангельдинского района (Центральный Казахстан)

Сивков Д. В.<sup>1</sup>, Новиков В.М.<sup>1</sup>, Боева Н.М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ИГЕМ РАН, г. Москва, [sivkovdmitrij@yandex.ru](mailto:sivkovdmitrij@yandex.ru)

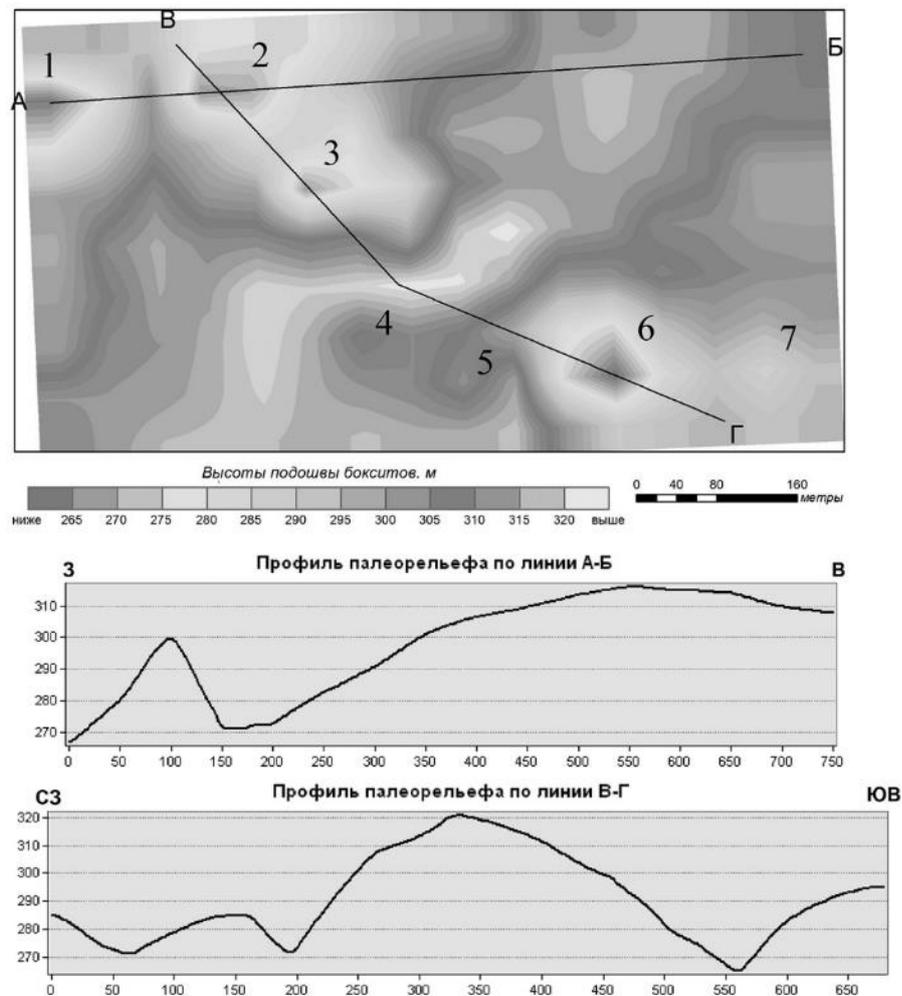
В числе основных региональных факторов, контролирующих формирование месторождений бокситов, большинство исследователей называют климатический, структурно-тектонический, стратиграфический и геоморфологический. В предлагаемой публикации рассматривается роль карстового рельефа (при прочих благоприятных факторах) в формировании бокситов Верхнеашутского месторождения Амангельдинского бокситорудного района Центрального Казахстана.

В двухъярусном геологическом строении рассматриваемого месторождения участвуют породы кристаллического фундамента и отложения бокситоносного осадочного чехла. Первые представлены докембрийскими метаморфическими дислоцированными образованиями и девон-каменноугольными терригенно-карбонатными отложениями. Осадочный чехол представлен горизонтально залегающими рыхлыми образованиями верхнего мела и кайнозоя, включающими залежи бокситовых руд. Промышленные бокситовые тела в толще осадочного чехла приурочены к закарстованной поверхности карбонатных пород кристаллического фундамента.

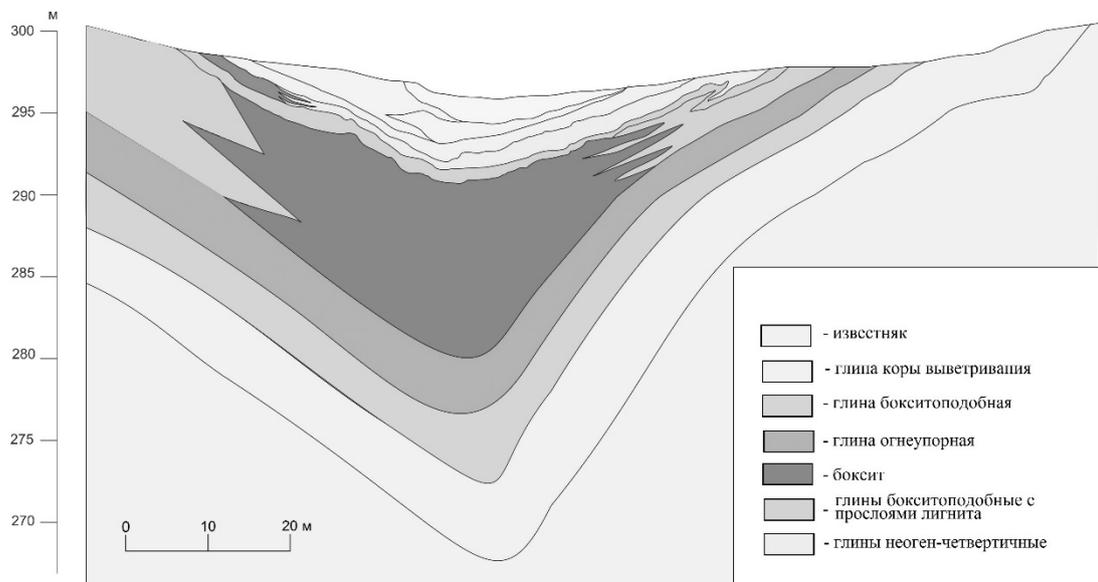
Карстовый палеорельеф в пределах VIII участка Верхнеашутского месторождения представляет собой извилистую цепочку из 7 карстовых воронок протягивающуюся почти на 1 км (960 м) в СЗ направлении. (рис. 1). Их глубины колеблются от 8 до 80 метров. Дно самой глубокой карстовой впадины (№6) находится на гипсометрической отметке +265м. Рассматриваемые структуры имеют асимметричную форму, как в плане, так и в разрезе. Углы наклона поверхности их пологих стенок изменяются в среднем от 4 до 19°, а для более крутых этот показатель варьируется от 25 до 35°. В вершинной части размеры воронок изменяются от 55 до 170 м в поперечном сечении, в среднем это значение составляет около 100 м.

Для выяснения палеоструктурной локализации наиболее мощных бокситовых тел с помощью ГИС ESRI ArcGis была составлена схема палеорельефа в изовысотах подошвы рудных залежей (рис. 1). Через наиболее крупные карстовые воронки были построены профили палеорельефа СЗ-ЮВ и субширотной ориентировки. (рис. 2). В качестве исходных данных были использованы результаты разведочного и эксплуатационно-разведочного бурения и опробования (102 скважины). Было установлено, что основные залежи бокситов приурочены к впадинам палеорельефа, которые соответствуют древним обширным карстовым воронкам, а перепад гипсометрических уровней палеорельефа превышает 60 метров.

Рассмотрение полученных профилей палеорельефа в пределах участка месторождения однозначно свидетельствует, что источником выполнения карстовых воронок являлась кора выветривания (КВ) пород кристаллического фундамента. Так, согласно профилю по линии А-Б, бокситоносный материал во впадину сносился с восточного склона (воронка 2), а согласно профилю по линии В-Г — с юго-западного (воронки 3, 2) и северо-восточного (воронка 6) склонов палеорельефа. Таким образом, палеокарстовые депрессии можно рассматривать в качестве главных рудоконтролирующих структур, своеобразных «ловушек» бокситоносного материала. Механизм формирования рассматриваемого месторождения можно интерпретировать на примере схемы строения бокситоносных отложений карстовой воронки (рис. 2).



**Рисунок 1. Изовысоты подошвы бокситов на VIII участке Верхнеашутского месторождения.**



**Рисунок 2. Сводная схема строения карстовой воронки.**

На территории всего месторождения бокситы подстилаются бокситоподобными и лигнитизированными глинами черного, темно-серого, желтого и бурого цвета, а на отдельных участках — глинами коры выветривания. Перекрываются бокситы, как правило, мощной толщей пестроцветных глин, выше которых по разрезу залегают толщи позднекайнозойских глин мощностью до 80м. На дне карстовой воронки залегают грубообломочные продукты

дезинтеграции коры выветривания, размерность которых мельчает вверх по разрезу вплоть до пелитовой. Тела бокситов локализованы, как правило, именно в глинисто-алевритовых толщах, выше которых расположены средние по мощности лигнитовые пласты.

Известно, что источником бокситов Амангельдинского района и в целом территории Казахстана являлась латеритная (бокситоносная) КВ. [1,2]. Подобные КВ развиты в тропических и субтропических климатических условиях со средне годовой температурой выше 22°C и количеством осадков, превышающим 1,2 м (Бардоши, Алева, 1990; Мондилло и др 2011.). Согласно Бардоши и Комб (1999), известные месторождения бокситов можно разделить на 3 основные группы: латеритные, карстовые, а также месторождения Тихвинского типа. Первая группа является продуктом прямого химического выветривания «in situ» подстилающих алюмосиликатных пород. Вторая группа развивается на поверхности закарстованных карбонатов (известняки и доломиты) и реже мергелей. Третья группа сформирована на поверхности размытых алюмосиликатных пород и является продуктом эрозии латеритных месторождений бокситов.

Бокситы рассматриваются как особый тип латерита - сильновыветрелые горные породы богатые вторичными оксидами железа и алюминия, практически лишённые первичных силикатов, и, как правило, содержащие кварц и каолин. Образование латеритов происходит в результате интенсивного химического выветривания горной породы. При этом кора выветривания, которую называют железистым латеритом, обогащается оксидами и гидроксидами железа. Если же она обогащается гидроксидами алюминия, такими как гиббсит, бемит или диаспор, ее называют бокситом. Обычно, в зависимости от соотношения количества алюминия и железа, имеется полный непрерывный ряд этих продуктов выветривания, от железистого латерита через глиноземистый латерит и бокситовый латерит к бокситу. В процессе выветривания, алюминий сохраняется в виде гидроксидов алюминия, в то время как другие вещества, выщелачиваются из материнской породы. На протяжении геологического прошлого, условия, благоприятные для формирования бокситов существовали:

- в обстановке теплого, влажного климата с чередованием влажных и сухих периодов;
- в областях распространения глиноземистых почвообразующих пород с высокой проницаемостью и легкорастворимыми минералами в их составе;
- в условиях хорошего закрытого дренажа;
- в течение долгих периодов тектонической стабильности, которые способствовали глубокому выветриванию.

Карстовые бокситы получили свое название благодаря их залеганию в карстовых зонах с закарстованными или карстующимися карбонатными породами (Богатырев и др., 2009). Химическая составляющая процесса их образования является почти такой же, как и у латеритных бокситов. Кроме того, при бокситизации существенную роль также играет и осадочный процесс. Карстовые бокситы получают Al из различных источников, включая нерастворимый остаток известняков, другой алюмосиликатный материал (вулканический пепел и глинистые слои) в известняках, или благодаря эрозии, транспортировке и выветриванию алюмосиликатных пород, расположенных вблизи зоны карстификации известняков. Карствование также может способствовать процессу бокситообразования.

На сводной схеме карстовой воронки заметно, что накопление наиболее мощных частей бокситорудных тел происходило именно в пределах древних карстовых воронок (рис. 2).

Известно, что в волнистом палеорельефе зональная кора выветривания формируется согласно его геоморфологии. Породы нижних частей склонов в рассматриваемом случае могли быть представлены делювиальными образованиями. Выше развивалась нижняя (каолинитовая) зона коры выветривания, а на вершинах — залежи латеритных бокситов. Как известно, формирование оврагов и снос материала начинается с наиболее низких участков рельефа (вблизи воронок), а в дальнейшем — вверх по склону. В результате чего строение рассматриваемых карстовых воронок оказывается близким строению бокситоносной коры выветривания.

Таким образом, можно утверждать, что геоморфологический фактор сыграл одну из важнейших ролей в образовании месторождений бокситов карстового типа Центрального Казахстана. Принимая во внимание наличие других факторов, как климат, химический состав горных пород, наличие дренажа и длительных периодов тектонической стабильности обнаружение карстовых воронок, подобных рассмотренным выше, становится надежным поисковым признаком месторождений бокситов.

1. Богатырев Б.А., Жуков В.В., Цеховский Ю.Г. Условия образования и закономерности распространения крупных и уникальных месторождений бокситов // Литология и полезные ископаемые. 2009. 44. С. 135-151.

2. Новиков В.М. Латеритные и осадочные бокситы Мугоджар и Орского Зауралья. Изд-во «Наука». Москва. 1980. 135 с.

3. Савко А.Д., Бугельский Ю.Ю., Новиков В.М., Слукин А.Д., Шевырев Л.Т. Коры выветривания и связанные с ними полезные ископаемые. Москва-Воронеж. Истоки. 2007. 355 с.

4. Bardossy G. Karst Bauxites. Amsterdam, the Netherlands: Elsevier Scientific. 1982.

5. Bardossy G, Combes PJ. Karst bauxites: interfingering of deposition and palaeo weathering. // Thiry M, Simon-Coincon R, editors. Palaeo weathering, Palaeo surface and Related Continental Deposits. New York, NY, USA: John Wiley and Sons, 1999. P. 189–206.

6. Bardossy GY, Aleva GYY. Lateritic Bauxites. Budapest, Hungary: Akadémiai Kiadó. 1990.

7. Mondillo N, Balassone G, Boni M, Rollinson GG. Karst bauxites in the Campania Apennines (southern Italy): a new approach. // Period Mineral. 2011. 80. P. 407–432.