

10. *Неизвестнов Я.В., Соловьев В.А.* Океанический и шельфовый регионы. Геокриология СССР. Восточная Сибирь и Дальний Восток. М.: Недра, 1989. С. 176–184.
11. *Taylor A.E., Dallimore S.R., Judge A.S.* Late Quaternary history of the Mackenzie-Beaufort region, Arctic Canada, from modelling of permafrost temperatures. 2. The Mackenzie Delta-Tuktoyktuk Coastlands. National Research Council Canada. 1996. Vol. 33. № 1. P. 62–71.
12. *Данилов И.Д.* Развитие континентальной окраины северной Евразии в позднем кайнозое. // Геология и геоморфология шельфов и материковых склонов. М.: Наука, 1985. С. 48–57.
13. *Марков К.К., Величко А.А.* Четвертичный период. Материки и океаны. М.: Недра, 1967. Т. III. 440 с.
14. *Селиванов А.О.* Изменения уровня Мирового океана в плейстоцене-голоцене и развитие морских берегов. М.: Ин-т водных проблем РАН, 1996. 268 с.
15. *Данилов И.Д.* Арктический шельф в последнюю криогенную эпоху позднего плейстоцена. // М-лы первой конф. геокриологов России. М.: Изд-во МГУ, 1996. Кн. 1. С. 24–33.
16. *Dansgaard W., Johnsen S.J., Clausen H.B. et al.* Evidence for general instability of past climate from a 250-kyr ice-core record. Nature. 1993. Vol. 364. P. 218–220.
17. *Bradley R.S.* Quaternary paleoclimatology. Methods of paleoclimatic reconstruction. Boston, London, Sydney: 1985. 303 p.
18. *Васильчук Ю.К.* Изотопно-кислородный состав подземных льдов. М.: Наука и НПК Экоцентр, 1992. Т. 1. 420 с. Т. 2. 264 с.
19. *Коняхин М.А., Михалев Д.В., Соломатин В.И.* Изотопно-кислородный состав подземных льдов. М.: Изд-во МГУ, 1996. 156 с.

Геологический факультет МГУ,
НПП "Эколого-аналитический центр"

Поступила в редакцию
21.03.99

GEOMORPHOLOGIC AND GEOCRYOLOGIC FEATURES OF THE EAST-SIBERIAN SECTOR OF THE ARCTIC SHELF AND ITS DEVELOPMENT IN THE LATE PLEISTOCENE-HOLOCENE

I.D. Danilov, A.Ju. VLASENKO, V.Ju. BIRYUKOV

S u m m a r y

Analysis of the geology-geomorphologic data allowed us to create a model of coastal-shelf cryolithosphere evolution in the Eastern Arctic Shelf of Eurasia (the Eastern Siberian Sea as an example) during the last 80 000 years. This epoch includes two large cryochrons corresponding to the Zyryan and Sartan regressions, and two thermochrons corresponding to the Karga and Holocene transgressions.

УДК 551.4.435.8 : 07(574.2)

© 2001 г. Ю.Е. КУСТОВ

ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ РУДОНОСНОГО КАРСТА

(на примере Западно-Тургайского бокситорудного района)

Среди бокситовых месторождений мира карстовые составляют 14% (от общей массы руды), уступая только латеритным накоплениям [1]. Классический район развития карстовых месторождений – Западно-Тургайский. Бокситоносная толща позднемиоценового возраста (K_{2st-cp}) выполняет многочисленные и разнообразные по морфологии и генезису карстовые депрессии, причем часть из них является рудоносной, а другие – безрудными или практически безрудными. Распознавание рудоносного карста на стадии прогнозирования – это актуальная научно-прикладная задача. Один из путей ее решения предлагается в настоящей работе.

Район приурочен к западному борту Тургайского прогиба – эпигерцинской платформенной структуре, возникшей на границе разновозрастных структур Урала и Казахстана в мезозойское время. В строении Тургайского прогиба можно выделить два крупных структурных подразделения: дорудное основание, включающее в себя наряду с палеозойским фундаментом структуры нижних этажей платформенного чехла, и позднемезозойско-кайнозойский чехол, в основании которого залегают бокситорудные отложения. Поверхность дорудного основания представляет собой моноклинал, полого снижающуюся к востоку. В западных (предуральских) зонах моноклинали в бокситорудную эпоху формировался преимущественно эрозионно-денудационный рельеф высоких расчлененных плато; в восточных (в Центральном Тургае) – аккумулятивно-эрозионный рельеф низменных холмистых равнин. На западе в каньонообразных эрозионных формах и глубоких карстовых воронках и колодцах накапливались позднемеловые пестроцветные и красноцветные, преимущественно грубообломочные бокситоносные отложения. На востоке с пологими и широкими карстово-эрозионными депрессиями и карстово-денудационными котловинами и полями связаны пестроцветные и сероцветные континентальные осадки бокситоносного комплекса.

В западной части накопился сравнительно маломощный чехол перекрывающих кайнозойских отложений (первые десятки метров), в восточной бокситорудный рельеф перекрыт толщей терригенных отложений позднего мела, палеогена и неогена мощностью 100–200 м. В центральной же части сконцентрированы крупные, сложно построенные гетерогенные депрессии, содержащие основные запасы бокситов. Месторождения Западно-Тургайского рудного района полихронные (сложены сеноман-туронскими и сантон-кампанскими бокситоносными отложениями).

Площади развития бокситоносного карста разбурены в процессе геолого-разведочных работ; многие депрессии вскрыты карьерами при добыче руды. Материалы, полученные при изучении бурового керна и документации горных выработок, послужили основой для проведенного анализа.

Бокситоносные отложения залегают в эрозионно-карстовых депрессиях, развитых на известняках валериановской свиты ($C_{1\tau-v}$), которые выходят на поверхность фундамента в виде субмеридиональной полосы шириной в несколько километров среди поля эффузивных пород (C_{1v-n}). Депрессии, выработанные на карбонатных породах, составляют, как правило, обширный полиморфный комплекс. Здесь развивались узкие и глубокие трубообразные колодцы, конические и чашеобразные воронки и линейные депрессии типа замкнутых карстовых долин. Слияясь, они образовывали крупные карстовые котловины, имеющие в поперечнике сотни метров. Многие морфологические особенности рудовмещавших карстовых депрессий определяются спецификой сформировавших их процессов. На этой основе Г.А. Максимовичем [2] выделены следующие типы карстовых форм: коррозионно-провальные, коррозионно-просадочные, коррозионно-суффозионные и коррозионно-эрозионные.

В Западно-Тургайском районе коррозионно-провальные формы имеют облик узких глубоких колодцев с вертикальными или субвертикальными стенками (рис. 1), обычно гладкими, с мелкими "зализанными" неровностями и грубой вертикальной штриховкой. На глубину нескольких сантиметров от поверхности известняк шелушится. По поверхности карбонатного массива развита карбонатная "мука" – голубовато-серая глинисто-карбонатная сыпучая порода – типичный продукт карстового метасоматоза [3]. Поверхность ее "прищипта", имеет следы скольжения. К ней обычно прислонена вертикально стоящая толща темно-коричневых глин, сильно трещиноватых, с многочисленными зеркалами скольжения. Вблизи бортов просадочных и особенно провальных форм в карбонатном массиве развивается комплекс подземных форм (каналов, пещер, ниш, каверн и т.д.), зафиксированных в процессе буровых и горных работ. Система подземных полостей, обрамляющих колодцы, является важным фактором развития последних; именно за их счет осуществляются провалы, просадки, идет суффозия. Основная циркуляция карстовых вод происходила обычно в массиве известняков, а не собственно в воронках. Это подтверждается тем, что максимум просадок перекрывающих пород приходится на бортовые участки последних. Провальные воронки обычно выполнены мощной толщей пестроцветных каолинистых глин, вмещающих многочисленные (до 5–6 и более) бокситовых тел линзообразной и гнездообразной формы. Бокситы преимущественно глинистые, сравнительно низкого качества; лишь в верхних частях разреза встречаются более качественные – каменистые разности руд. В низах воронки могут встречаться пестроцветные монтмориллонит-каолинистые глины (так называемые подрудные), но их присутствие в депрессиях рассматриваемого типа необязательно.

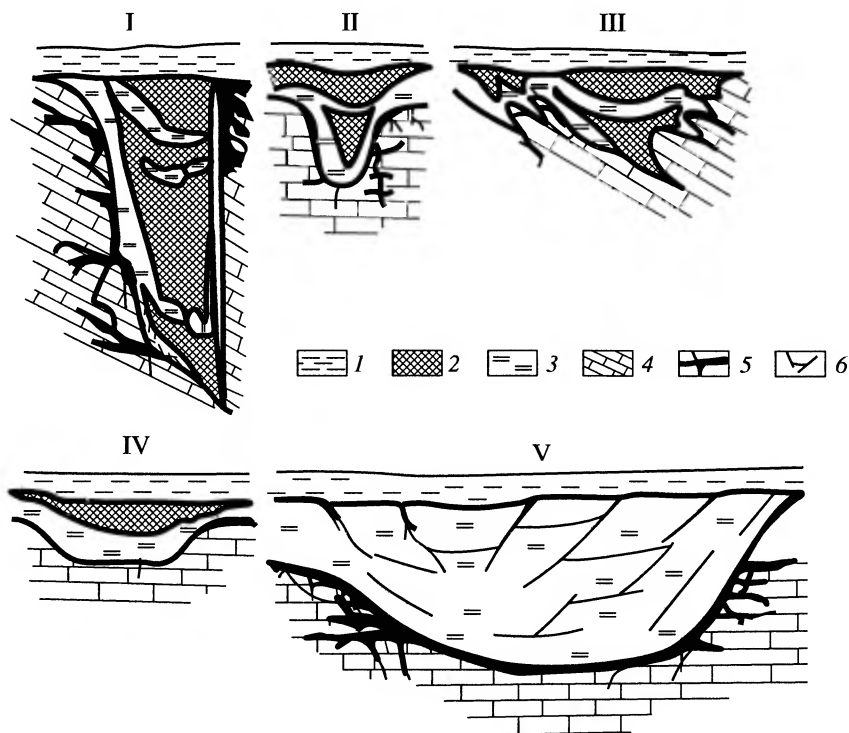


Рис. 1. Основные морфогенетические типы карстовых бокситоконтролирующих депрессий в Западно-Тургайском рудном районе

Карстовые формы: I – коррозионно-провальные, II – коррозионно-просадочные, III – коррозионно-суффозионные, IV – коррозионно-эрозионные, V – коррозионно-обваловые; 1 – песчано-глинистые палеоген-четвертичные отложения, 2 – бокситы, 3 – пестроцветные каолиновые и гипсцит-каолиновые глины, 4 – известняки, 5 – подземные карстовые полости, 6 – зеркала скольжения

Коррозионно-просадочные воронки имеют близкую к конической или чашеобразную форму. Борта воронок довольно крутые в верхней части ($60-70^\circ$) и выполаживаются вниз. Морфология воронки и заполняющих ее толщ осадков указывает на постепенное проседание покровных отложений по мере углубления депрессии, т.е. карст развивался по типу покрытого (выщелачивание происходило под толщей покровных образований). Выполняющие их осадки (бокситы, лигниты, пестроцветные каолиновые глины) в разрезе имеют линзовидную форму. Накопление осадков в процессе проседания дна воронки приводило к резкому росту их мощности в центральной части депрессии.

Коррозионно-суффозионные депрессии ("воронки просасывания") образуются при растворении карбонатных пород и активном подземном выносе (вымывании) водой рыхлого (преимущественно песчаного материала) через многочисленные поноры и щели, развитые в бортах и донных частях. Такие воронки имеют ярко выраженное асимметричное строение в разрезе. Поноры и щели заполнены, как правило, песчано-обломочным материалом с примесью бурых глин. Рудные тела бокситов имеют форму асимметричных линз и лент, нижний край которых как бы затянут в направлении понора. Эти признаки указывают на то, что и в этом случае карст развивался как покрытый, т.е. под толщей рыхлых осадков. Возможно, при благоприятном гидрогеологическом режиме он продолжал развиваться и позже, в другие эпохи.

Коррозионно-эрозионные депрессии связаны с эрозионной деятельностью водотоков. Они приурочены к долинам рек или временных водотоков, протекающих по карстующимся породам. В плане имеют вытянутую форму, а профиль поперечного сечения – корыто- и U-образный. Заполняющие их отложения полигенетичны: наряду с типичными карстовыми продуктами (инфлювиальными) – карстовая брекчия, карбонатная мука и др. – присут-

ствуют делювиально-карстовые (пестроцветные глины, бокситы) и аллювиальные (пески, галечники и др.).

В районе существуют, кроме того, крупные депрессии, которые условно могут быть названы коррозивно-обвальными. Сформировались они в лежащем крыле горизонта карбонатных пород. Здесь, под "козырьком" выветривавшихся андезитовых порфиритов, вдоль литологического контакта развивались подземные полости – пещеры, галереи. По мере их роста глинизированные порфириты кровли обрушивались. В дислоцированных породах процессы химического выветривания идут значительно быстрее, чем в целике; в приповерхностной зоне периодические возникали оползневые явления. Обрушение могло быть многоактным при формировании нескольких ярусов подземных полостей. Сформировавшиеся в этих условиях широкие, часто плоскodonные котловины заполнены выветрелыми до глини породами и продуктами их ближайшего переотложения – коллювиально-делювиальными и делювиальными. Для этих толщ характерно широкое развитие зеркал скольжения, разделяющих слабо смещенные друг относительно друга блоки глин. Эти карстовые формы также развиваются по типу покрытого карста, но выщелачивание идет не под чехлом синхронно формирующихся осадков, а под покровом (иногда довольно мощным) структурных кор выветривания, которые обычно представлены пестроцветными глинами преимущественно каолинитового состава. Присутствие бокситов для этих форм не характерно. Изредка встречаются не крупные пластообразные или уплощенные линзообразные тела бокситов в кровле заполняющих эти депрессии отложений.

Депрессии перечисленных типов редко встречаются в изолированном виде, обычно они консолидированы в крупные карстовые котловины (от 100 до 250 м в поперечнике) со сложным извилистым контуром, с округло-вогнутыми днищами. Глубина котловин изменяется от 30 до 80 м. Борты их часто осложнены узкими (10–20 м) и короткими (30–100 м) карстовыми логами, обычно приуроченными к крупным трещинам. Котловины разделены гребневидными извилистыми перемычками и выполнены толщей пестроцветных бокситоносных отложений гетит-гипсцит-каолинитового состава; в основании залегают желтоватые, буроватые, розовые каолинистые глины (иногда монтмориллонит-каолинистые) – так называемая подрудная толща, а в верхней части – бокситы и, в отдельных случаях, черные каолинистые глины с растительным детритом (лигнитовые глины). В пределах воронок и колодцев, осложняющих днище котловин, обычно встречаются два и более яруса рудных тел. Для котловины в целом характерно наличие одного, как правило крупного, пластообразного тела бокситов, изометричного в плане, приуроченного к кровле пестроцветных осадков и изредка перекрываемого лигнитовыми глинами.

Наиболее широкими (и наименее глубокими) карстовыми формами в районе являются польеобразные депрессии, иногда сливающиеся в обширные краевые или внутренние карстовые равнины, нередко разделенные весьма крупными денудационно-карстовыми останцами и почти всегда довольно ясно проявленные в погребенном палеорельефе рудных районов. Контур этих равнинных участков извилистый, по периферии они осложнены логообразными депрессиями, некоторые из них открыты с одной или нескольких сторон. Размер их меняется от 0,5 до 6–8 км в поперечнике. Перекрыты они, как правило, маломощным (2–8 м) чехлом пестроцветных, преимущественно каолинистых, глин бокситоносного комплекса. В верхней части разреза этих отложений развиты обычно горизонтально залегающие тонкослоистые белые глины, насыщенные растительными остатками, с трещинами усыхания и следами корней растений в кровле слоя. В них врезаны мелкие (глубиной до 2 м и шириной до 15 м) ложбины, выполненные светло-серыми слабопесчанистыми глинами, насыщенными галькой и мелкими валунами бокситов. Обломочный материал хорошо сортирован по форме и размеру, слоистость отчетливая, иногда косая. Это аллювий небольших потоков с блуждающими по равнине руслами. Наличие лигнитовых глин в верхней части разреза этих отложений указывает на смену русловых условий застойными.

Перечисленные формы составляют сложно построенный комплекс, отдельные элементы которого тесно связаны между собой, хотя имеют различную морфологию и, отчасти, генезис. На первый взгляд, история их формирования укладывается в моноциклическую схему развития карстовой рудоносной системы: с поднятием связано возникновение узких и глубоких провальных и просадочных форм, а с прогибанием – широких и мелких коррозивно-эрозийных и коррозивно-денудационных котловин, польев, карстовых равнин. Но анализ спорово-пыльцевых комплексов, выделенных из бокситоносных отложений, указывает на более сложный характер карстоформирования [4]. В районе зафиксированы бокситоносные осадки двух свит: козыревской ($K_1, 2a-l$) и краснооктябрьской (K_{2st-cp}) [5]. В ряде воронок пробы, взятые с разной глубины, содержат разновозрастные палинокомплексы, что

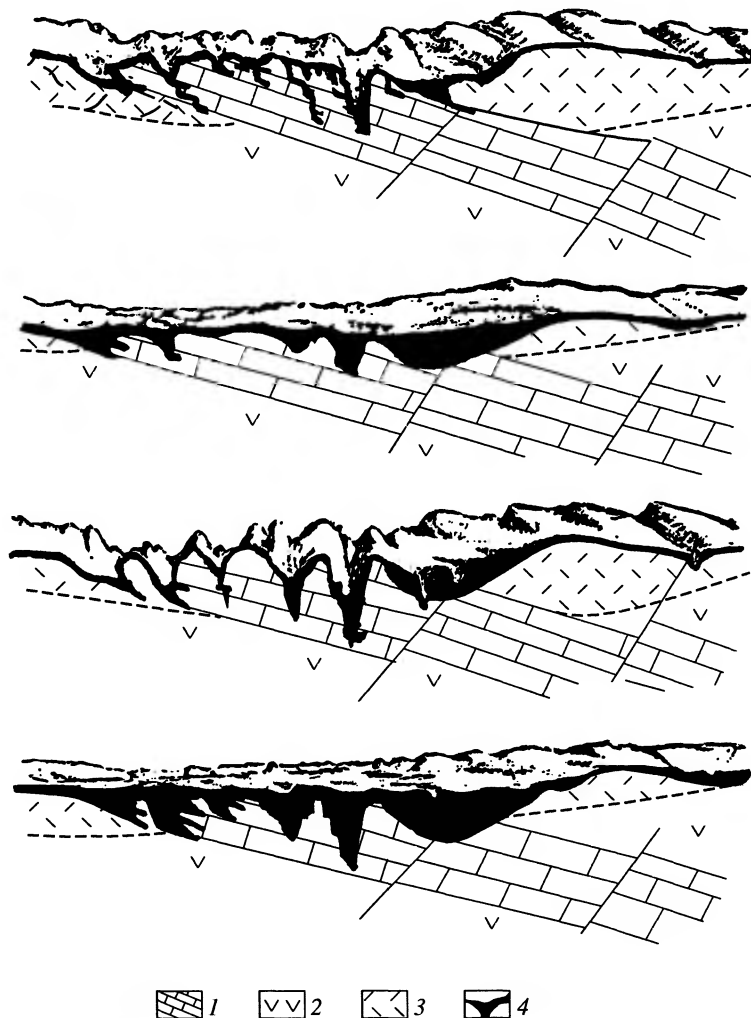


Рис. 2. Схема развития карстового бокситорудного комплекса в Западно-Тургайском бокситорудном районе
Породы субстрата: 1 – карбонатные, 2 – эффузивные; 3 – коры выветривания; 4 – бокситоносные породы

свидетельствует о медленном, длительном, однонаправленном развитии карстовой депрессии. В других случаях различные толщи внутри единой депрессии содержат разновозрастные осадки, что указывает на многоэтапный (полициклический) характер формирования этих депрессий. Иногда разновозрастные осадки в разных формах залегают на едином гипсометрическом уровне, т.е. карстовый процесс в определенный момент в отдельных местах мог практически замирать, тогда как на соседних участках происходило активное карстование. Рассмотренные примеры показывают, что формирование карстовой системы – это геологически длительный процесс, протекающий обычно на протяжении нескольких тектоно-денудационных циклов, то затухая, то возобновляясь в различных геологоструктурных, геоморфологических и ландшафтных обстановках. Изучение истории развития бокситоносного карста в Западно-Тургайском рудном районе позволило выделить несколько стадий его формирования (рис. 2).

С подъемом территории и относительным опусканием уровня грунтовых вод связано формирование контрастного рельефа (поздний альб-ранний сеноман). На карбонатных породах развиваются куполовидные возвышенности, разделенные вогнутыми седловинами. В пониженных участках, между седловинами – крупные конусообразные просадочные во-

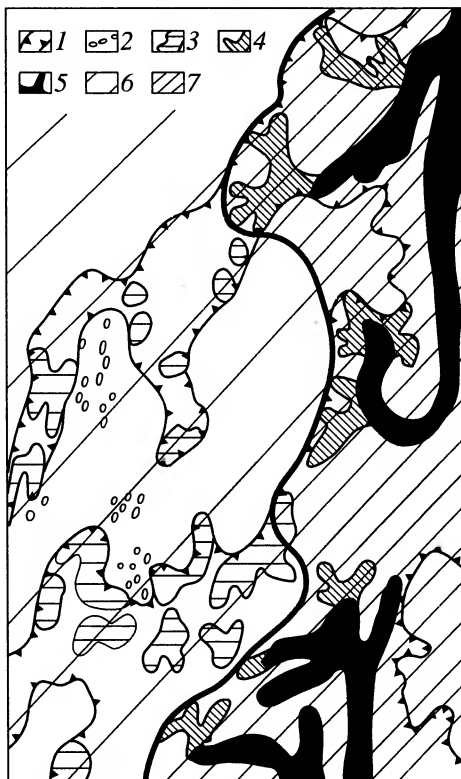


Рис. 3. Палеогеоморфологическая схема Таунсорского рудного поля (Западно-Тургайский рудный район)

1 – пониженные участки палеорельефа; рудовмещающие карстовые формы: 2 – воронки, 3 – котловины, 4 – лога и суходолы, 5 – эрозионно-карстовые депрессии, 6 – область одноактного карстования, 7 – область многоактного карстования

ронки. Кроме того, возникают провальные формы – пропасти, колодцы, воронки – в участках интенсивной трещиноватости и активного развития нескольких ярусов пещер.

Следующая стадия (поздний сеноман-ранний турон) связана с прогибанием территории и выравниванием рельефа. Уровень грунтовых вод приближается к дневной поверхности. Выполаживается рельеф, развитый на алюмосиликатном субстрате, продолжается интенсивное выветривание пород на низких водоразделах; подножья холмов, ложбины и понижения рельефа заполняются глинистым солифлюксом. На известняковом субстрате в понижениях формируются обширные польеобразные депрессии, днища которых выполнены плащом автохтонных и аллохтонных глинистых продуктов. Под плащом суглинков и глин продолжают развиваться формы покрытого карста – широкие изометричные воронки, линейные депрессии типа слепых долин и карстовые котловины. Основным механизмом их формирования – коррозионно-просадочный.

Выравнивание рельефа прерывается новой фазой подъема (поздний турон-коньяк), с которой связаны активизация вертикального расчленения рельефа и углубление эрозионных форм. На карстующихся породах в расширившейся зоне нисходящей циркуляции интенсивно развиваются подземные формы – поноры, каналы, а на уровне грунтовых вод и на участках литологических контактов формируются галереи, пещеры и т.д. В связи с этим углубляются просадочные и главным образом провальные формы, на их бортах вдоль зон трещиноватости закладываются карстовые овраги. Территория как бы снова переживает стадию, уже фигурировавшую в ее развитии, но это не является механическим повторением. Происходит количественное наращивание и усложнение депрессионных форм карстового рельефа.

Площади и участки этих депрессий становятся базой для формирования обширных карстовых равнин (краевых и внутренних), развивавшихся при последующем прогибании территории и дальнейшей планации рельефа (сантон-кампан). Количество и размеры останцовых форм продолжают уменьшаться; отрицательные коррозионные формы охватывают все более широкую площадь, сливаясь между собой и образуя обширные сложно построенные котловины, которые развиваются под покровом проседающих осадков. В верхней их

части формируются тела бокситов, а в самых верхах разреза – ресилификационных каолинов и осадочных каолинистых глин. Рудные тела, образующиеся в обширных пологих депрессиях, имеют пластообразную форму с несколько увеличенной мощностью над участками активных просадок.

Приведенный материал показывает, что рассмотренные карстовые депрессии (просадочные, провальные, обвальные), заполненные пестроцветными породами бокситорудного комплекса, формировались в условиях покрытого карста. Эти депрессии (внешние подземные формы) не отразились адекватно в синхронном их образовании рельефе, и генетический тип формирующихся в этих условиях отложений не связан напрямую с типом депрессии. Просадочные формы могут вмещать как склоновые (коллювиальные, деллювиальные), так и болотные или аллювиальные отложения.

Рудные тела бокситов, располагающиеся на разных глубинах и имеющие различную морфологию (гнездообразную, линзообразную и т.д.) – все это результат провальных и просадочных явлений, многостадийных и достаточно изолированно развивающихся в различных, иногда даже смежных депрессиях. Вместе с тем самые верхние рудные тела на Белинском и Аятском месторождениях имеют обычно форму, близкую к пластообразной. Руда залегает как над воронками и котловинами, так и над разделяющими их перемычками. Бокситы не связаны с каким-либо единственным, конкретным типом отложений, они являются полифациальными образованиями. Формирование их контролируется определенной ландшафтной обстановкой: это достаточно выровненный рельеф с континентальным осадконакоплением, причем осадки формируются преимущественно в субэвральном условиях (возможно, при периодическом увлажнении). Эта автохтонно-аллохтонная полифациальная толща являлась субстратом для формирования бокситов.

Основное формирование бокситов, очевидно, связано с завершением эпох относительного прогибания и протекало в обстановке выровненного рельефа и начинающегося воздымания территории, приведшего к активизации донной эрозии, коррозии и других форм линейной деструкции. Увеличение вертикальной расчлененности рельефа и повышение количества кислорода в грунтовых водах стимулировали процессы латеритного выветривания, приведшего к формированию бокситов. В дальнейшем тела бокситов могли быть перемещены в процессе просадок и провалов, а вещество их перераспределялось в рудонесущей толще с образованием вторичных (диагенетических и эпигенетических) образований: формировались стяжения, конкреции, целые пласты и гнезда новообразованных бокситов, но принципиального значения в формировании рудного потенциала эти процессы не имели.

Многоэтапность формирования рельефа привела к морфологическому и генетическому усложнению системы, одним из проявлений которого является высокая бокситоносность образованного карстового комплекса – максимально рудоносны карстовые котловины, формировавшиеся на протяжении двух или более этапов карстования.

Участки и площади, где образование карстового рельефа шло на протяжении лишь одного тектоно-денудационного цикла, не имеют такого морфологического разнообразия, и перспективы их ниже. В неоднократно карстовавшихся палеогеоморфологических зонах продуктивность в целом более высокая, но меняется от участка к участку. Наиболее перспективны зоны поднятий, где амплитуда тектонических движений была максимальной и соответственно бокситоконтролирующий рельеф был наиболее контрастным и глубоко проработанным. На макете палеогеоморфологической карты Таунсорского рудного поля (южная часть Западно-Тургайского района) (рис. 3) видно, что в западной части, пережившей один этап карстования, сформировались мелкие карстовые воронки (изолированные или сгруппированные в цепочки), рудопродуктивность этой области невелика. На востоке, где развиты в основном длительно формировавшиеся котловины, значения рудопродуктивности в 6–7 раз выше [6].

Таким образом, разработанная модель может служить основой для районирования территории по степени ее закарстованности и рудоносности.

1. Бардоиши Д. Карстовые бокситы. М.: Мир, 1981. 454 с.
2. Максимович Г.А. Основы карстоведения. Пермь: Пермское кн. изд-во, 1963. Т. 1. 444 с.
3. Цыкин Р.А. Отложения и полезные ископаемые карста. Новосибирск: Наука, 1985. 166 с.
4. Левина А.П., Лейпциг А.В., Пономаренко З.К. Континентальные сантонские и кампанские бокситоносные отложения на западном склоне Тургайского прогиба // Докл. СССР. 1983. Т. 269. № 6. С. 1436–1440.
5. Левина А.П., Лейпциг А.В., Пономаренко З.К. Континентальные бокситоносные и прибрежно-морские меловые отложения западного склона Тургайского прогиба // Прогнозирование месторождений бокситов. М.: ВИМС, 1984. С. 138–150.
6. Лейпциг А.В., Кустов Ю.Е. Методика выделения и детальной прогнозной оценки бокситоперспективных площадей (на примере Таунсорского рудного поля) // Крупномасштабное и локальное прогнозирование месторождений алюминиевого сырья. М.: ВИМС, 1986. С. 95–106.

ВИМС, Москва

Поступила в редакцию
20.10.97

THE DEVELOPMENT HISTORY OF ORE-BEARING KARST IN THE WEST-TURGAI BAUXITEFERUOS REGION

Ju. E. KUSTOV

S u m m a r y

Classical karst bauxiteferuos region in the Western Turgai is under consideration. Upper Cretaceous bauxiteferuos rocks fill numerous karst depressions of different morphology: wells, sink holes (cones), caldrons – corrosion-collapse, corrosion-suffusion, corrosion-erosion. The development of these landforms has gone through several stages. Depressions, which were formed during two or more tectonic-denudation cycles, are most rich of ore. Those, which underwent only one cycle, are more uniform and their ore reserves are lower.

УДК 551.437(571.15)

© 2001 г. Б.Н. ЛУЗГИН

ВОДОРАЗДЕЛЬНЫЕ ПРОСТРАНСТВА ПРЕДАЛТАЙСКОЙ РАВНИНЫ

Геоморфологический анализ линейных элементов рельефа наиболее хорошо разработан в отношении эрозионных форм, обусловленных деятельностью постоянных или временных потоков. Разноранговая иерархия речной системы обнаруживает удивительно четкую зависимость частных базисных уровней притоков от общего базиса главной реки бассейна. Другим линейным элементам – водоразделам – уделено значительно меньше внимания.

Предалтайская равнина представляет собой геоморфологический объект, где сочетаются разноранговые водораздельные пространства: от невысоких хребтов до различных по морфологии увалов и водораздельных местностей плакорного типа. Орография их определяется принадлежностью к переходной зоне от равнины, структурно отвечающей окраине Западно-Сибирской плиты, к горным сооружениям Алтая на юге и Салаирского кряжа на востоке [1]. В пределах Алтая с востока на запад наблюдается постепенная смена ориентировки составляющих его хребтов с северо-западной ("алтайской") на субширотную, типичную для его южных районов. Фас Алтая – это широтный геоморфологический уступ, отвечающий системе глубинных разломов, отделяющих современные горы от равнины. Салаирский кряж ориентирован в СЗ направлении и сочленен с равниной по системе в целом согласных с ним разломов [2]. На большей части равнины доминируют диагональные северо-восточные "ложбины древнего стока".