

ЧЕРМЕН БЕЙБУЛАТОВИЧ БОРУКАЕВ*

ЭПОХИ ГЛОБАЛЬНОЙ КРАТЕНИЗАЦИИ

Резюме: Рассматривается введенное А. А. Богдановым понятие „кратенизация“. Кратенизация — процесс окончательного формирования фундамента древних платформ. Его главная черта — широкое развитие субсеквентного магматизма и, в частности, вулканоплутонических окраинно-континентальных поясов. В результате кратенизации незрелая сиалическая кора переходит в зрелую.

Выделены три эпохи кратенизации на рубежах мезозоя и палеозоя (герцинская), рифея и дорифея и (предположительно) позднего и раннего архея, которые разделяют историю Земли на мегахроны продолжительностью около 1500 млн. лет (новейший мегахрон не завершен).

Abstract: The term "cratonization" introduced by A. A. Bogdanov is dealt with. Cratonization is a process of final formation of the basement of old platforms. Its main feature is a large development of subsequent magmatism and particularly of volcanic-plutonic continental margin belts. Owing to the cratonization, immature-sialic crust passes to mature one.

Three stages of cratonization are distinguished on the Mesozoic/Paleozoic boundary (Hercynian), Riphean/pre-Riphean and (probably) Late/Early Archean boundaries dividing the Earth's history into megachrones lasting about 1500 m. y. (the latest megachrone is not completed).

Понятие кратенизации было определено, по-видимому, впервые Богдановым (1976, с. 234—239) как эпоха окончательного формирования структуры фундамента значительной части платформы, время становления платформенного режима. В качестве такой эпохи была названа готская, которая многими геологами в то время интерпретировалась как цикл геосинклинального развития.

Принципиально новым было то, что Богданов не отождествлял кратенизацию с эпохой завершающей складчатости. Он связал кратенизацию с „революцией“ Штилле (1964), т. е. рубежом, разделяющим мегахроны — „большие периоды“ в тектоническом развитии Земли. Напомним, что первоначально Штилле выделил два таких периода — неогей и протогей, а позже — дейтерогей. Он аранжировал границы тектонических эпох, обозначая их как α -, β - и γ -регенерации. В отличие от него Богданов большее значение придал процессам α - консолидации, указал на продолжительность таких эпох и именно за ними закрепил особый термин — „кратенизация“.

В качестве рубежа между неогеем и дейтерогеем Богданов указал готскую эпоху, охарактеризовав ее проявления на Балтийском щите. Ее важнейшими признаками он считал развитие мощного орогенеза и субсеквентного магматизма. Событию платформенной обстановки, по его мнению, наступает во второй половине готского времени и знаменуется сменой характера магматизма (силлы долеритов и диабазов вместо гранитов и игнимбритов).

Анализ материалов по геологии докембрия в глобальном масштабе (До-

* Др. Ч. Б. Борукаев, Институт геологии и геофизики Сибирского отделения АН СССР, Университетский пр. 3, 630090 Новосибирск.

кембрий . . . , 1977) приводит к заключению, что указанная эпоха кратонизации проявилась на всех континентах и привела к существенной перестройке лика Земли. Именно в это время сформировались специфические геоструктурные области — вулканоплутонические пояса континентальных масштабов.

Один из таких поясов Смоланд-Вермланд (Горбачев, 1980) расположен на границе Свекофенского и Свеконорвежского блоков Балтийского щита. Пояс сложен в основном порфирами, их туфами, игнимбритами и кварцевыми песчаниками (Дала-порфиры и Дала-кварциты), практически не складчатыми, но прорванными гранитами рапакиви и сиенитами.

Другой подобный пояс расположен на юге Сибирской платформы. В Прибайкалье он образует полосу, вытянутую в северо-восточном направлении более чем на 1 тыс. км (Бухаров, 1975). Вулканиды тоже имеют преимущественно кислый состав (риолиты) со щелочным уклоном, а ассоциирующиеся с ними песчаники — олигомиктовые. Толща прорвана гранитами ирельского (приморского) комплекса, фаза II которых представлена граносиенитами и гранитами рапакиви. В районе Уринского грабена пояс прерывается, а затем появляется вновь южнее, в Удоканском прогибе. Здесь он выражен только рапакиви кодарского комплекса, ассоциирующимися с габбро-анортозитами. К востоку от этого района расположен Улканский прогиб, сложенный кислыми вулканитами и аркозовыми песчаниками, которые прорваны Улканским плутоном рапакиви.

Между названными, весьма протяженными и хорошо обнаженными поясами можно наметить связующие звенья. Это граниты рапакиви Латвии, коростеньский комплекс и, вероятно, связанная с ним овручская серия Украины, сиениты Приазовского блока. Далее, после большого перерыва располагаются выходы сходной вулканоплутонической ассоциации Центрального Казахстана — майтубинская порфиroidная серия, часть порфиroidно-кварцитовый толщи Атасу-Моинтинского водораздела. Все охарактеризованные образования укладываются в сравнительно узкий интервал 1900—1600 млн. лет назад.

Если принять приведенные сопоставления, то выясняется, что северная Евразия окаймлена на западе и юге широкой полосой разновозрастных вулканоплутонических поясов.

Аналогичная полоса протягивается на юге Канадского щита. Она включает в себя участок Лабрадорского полуострова, где развиты кислые вулканиты Брус-Ривер, Летиция-Лейк и Айлик. Здесь же отмечены рапакиви-подобные граниты. Аналогичные толщи обнажены в Пеннокской провинции южнее оз. Сьюпириор, где прорваны рапакиви Вулф-Ривер, вскрываются в горах Сан-Франсуа. Отсюда прерывистая цепочка выходов протягивается до плато Колорадо, где ассоциация представлена кварцитами Мазатцал и риолитами Ред-Рок.

На участках полосы, где отсутствуют риолиты, гнейсы и сланцы фундамента повторно метаморфизованы в эпоху формирования вулканоплутонической ассоциации. Эта эпоха отвечает интервалу 1800—1450 млн. лет назад, причем в южном направлении происходит омоложение вулканитов.

В Австралии полоса кислых вулканитов протягивается от плато Кимберли через п-ов Арнемленд, вдоль плато Баркли и далее, видимо, под Большим Артезианским бассейном до п-ва Эйр. Датировки отвечают в основном интервалу 1900—1600 млн. лет, но ареалы в Квинсленде (вулканиты Кройдон)

и хребте Голер несколько моложе — около 1450 млн. лет. В Южной Америке подобный пояс расположен на севере Гвианского щита. Его слагают риолиты Гвианы, Суринама, Гайаны, с которыми тесно связаны граниты, кварцевые порфиры, а в Венесуэле и рапакиви Паргуаса.

Все названные пояса хорошо трассируются и имеют континентальные масштабы. Наряду с ними в эту же эпоху формировались и меньшие по размерам (зона Ватерберг в Южной Америке, рапакиви северной окраины Северо-Китайской платформы и Танганьики, группы Ла-Бин и Слон северо-западного Канадского щита, возможно лаптевская свита Таймыра и др.).

Нетрудно заметить, что почти все выходы этих вулcano-плутонических ассоциаций занимают положение, пограничное между древними платформами и фанерозойскими складчатыми поясами (исключения составляют пояс Смоланд-Вермланд и Центральный Казахстан). На территориях древних платформ в рассматриваемую эпоху отлагались маломощные толщи кварцевых песчанников (например, формация Рорайма Гвианского щита, вепсий Онежской впадины) и формировались посткинематические массивы гранитоидов (Булалу в Западной Австралии, Бердяшский плутон и др.). На большей части площади шли процессы тектоно-термальной переработки фундамента. Особенно показательна в этом отношении провинция Черчилл Канадского щита. Здесь огромные поля архейских гнейсов и зеленокаменных пород разделены узкими линейными нижнепротерозойскими зонами, сложенными преимущественно терригенными толщами. Радиометрические датировки К-Аг методом на всей площади показывают близкие цифры — 1800—1600 млн. лет, фиксируя широкое проявление радиометрического омоложения. Сходные процессы развивались и на территориях, занятых ныне фанерозойскими складчатыми поясами, где дорифейские складчатые толщи слагают обширные площади срединных массивов.

Нижнерифейские толщи, трудно диагностируемые и сложенные обычно зрелыми песчаниками, распространены на ограниченных площадях и, как правило, отделены от дорифейских стратиграфическим несогласием. Семихатов (1974) справедливо трактует этот факт как высокое стояние раннерифейских континентов. Очевидно такая картина является следствием процессов конца раннего протерозоя, т. е. процессов кратонизации.

В поисках аналогов эпох кратонизации, подобных охарактеризованной, естественно обратиться к герцинской эпохе. Она охватывает интервал около 175 млн. лет, за который в Центральном Казахстане, например, сформировалось два вулcano-плутонических пояса — девонский и позднепалеозойский. На территории Центрального Казахстана первоначально выделяли две (и даже одну) эпохи завершающей складчатости, ныне их выделяется шесть, четыре из которых отвечают герцинской эпохе.

Ю. Г. Леонов из всей герцинской эпохи лишь 40—50 млн. лет отводит на время слабых проявлений орогенеза, тогда как активному орогенезу — 125—135 млн. лет. Вулканический пояс, сходный с Центрально-Казахстанскими протягивается в Восточной Австралии (верхний девон-пермь). Следствием проявления герцинских движений было воздымание континентов, их осушение на огромных площадях и геократический характер большей части триасового периода. Лишь в юре начинают формироваться чехлы молодых платформ.

На Северо-востоке СССР герцинская эпоха проявилась менее активно.

Однако здесь расположен огромный Охотско-Чукотский вулканоплутонический пояс. Риолит-гранитная ассоциация отвечает верхнему мелу. Вопрос соотношений пояса с Центрально-Казахстанскими, весьма близкими ему по составу и строению, еще недостаточно исследован. Представляется, что этот пояс связан с той же эпохой кратонизации, но несколько запаздывающей во времени в связи с различиями Атлантического и Тихоокеанского сегментов Земли.

Все сказанное приводит к выводу, что герцинская эпоха не отвечает понятию простого цикла складчатости. Она много значительнее и вполне сопоставима с кратонизацией.

Близкая к нам и хорошо изученная герцинская эпоха помогает понять механизм кратонизации. Работами Л. П. Зоненшайна и А. А. Мессаковского показаны окраинноконтинентальное положение герцинского вулканического пояса Северной Лавразии, которое давно предполагалось и для мелового Охотско-Чукотского пояса, а также центростремительный дрейф континентов на протяжении второй половины палеозоя. Дрейф привел к закрытию островного океана Тетис и объединению всех сиалических масс в суперконтинент Пангею.

На различных гистограммах радиометрических датировок, двум названным эпохам кратонизации отвечают четко выраженные максимумы. Кроме того выделяются пики, соответствующие гренвиллской эпохе, границе архея и протерозоя и рубежу около 3500 млн. лет назад. Оценим кратко их историко-геологическое значение.

Гренвиллские движения выражены на многих континентах. Однако нигде они не проявились в форме завершающей складчатости. Не известно и вулканоплутонических поясов этого возраста (в Аравийско-Нубийском поясе вулканы имеют островодужный характер). Процессы тектоно-термальной переработки были локализованы в узких линейных зонах, часть которых позже подвергалась дроблению и растяжению. После этой эпохи усиливается дифференциация кратонов на платформенные области и мобильные интеркратонные пояса — предшественники фанерозойских складчатых поясов. Резко увеличивается площадь накопления платформенных чехлов. По признакам и масштабам проявления гренвиллская эпоха отвечает скорее β -консолидации, чем α -консолидации, т. е. кратонизации.

Чаше сопоставляют с кратонизацией эпоху на границе архея и протерозоя. Действительно ей отвечает широко (но не повсеместно) проявленный перерыв в осадконакоплении, мощные процессы гранитообразования и тектоно-термальной переработки на широких площадях в Лаврогондии, где между архейским и нижнепротерозойским структурными планами существуют большие различия. В Евразии же между этими планами наблюдается преемственность, по крайней мере, в простирациях. Часто здесь нижнепротерозойские толщи связаны с архейскими единством формационных рядов.

Близ рубежа архея и протерозоя местами формируются вулканоплутонические пояса, сходные с указанными, однако меньших размеров. Один из них (группа Доминион и граниты рапакиви Габороне) расположен на севере Трансваальского массива, другой предполагается на северо-востоке Карельского. Число примеров вряд ли можно умножить. Вслед за эпохой тектогенеза на больших площадях Лаврогондии отлагаются толщи, залегающие сравнительно

но полого и часто относящиеся к платформенному чехлу. Но их формационные ряды весьма близки к таковым смежных с массивами мобильных поясов. По-видимому, и рассмотренную эпоху надо отнести к β -консолидациям.

В последние годы появляется все больше данных о первостепенном значении эпохи, датируемой примерно в 3500 млн. лет, в которую возникли первые порции континентальной коры — так называемые серые гнейсы. Эти древнейшие геологические образования установлены ныне на всех континентах. Геологические и петрохимические признаки показывают, что гнейсы возникли за счет вулканоплутонической ассоциации широкого площадного распространения.

Радиометрическими методами присутствие серых гнейсов доказано на сравнительно небольших участках. Однако для подавляющего большинства верхнеархейских зеленокаменных поясов с вескими основаниями предполагается энсиалическая природа. С учетом этого площадь распространения древнейшей континентальной коры в цоколе континентов может быть оценена не менее чем в 30% (а, вероятно, более 50%) от современной территории. Энсиматическую позицию в позднем архее, вероятно, имели только области сгущения зеленокаменных поясов (Абитиб, Калгурли, Дхарвар) и немногие другие (Тимптоно-Учурская, Беломорская?). Наложенный характер этих зон позволяет думать, что серые гнейсы первоначально образовали один или два континента, которые позже раскололись, а их части раздвинулись. Вероятно, также, что они были покрыты в начале позднего архея более или менее сплошным и мощным чехлом осадочных пород, позже гранитизированным. Зеленокаменные пояса рассматриваются ныне многими исследователями как „сланцевые реликты“, наложенные на чехол и избежавшие гранитизации.

Таким образом, эпоха около 3500 млн. лет назад тоже может рассматриваться как эпоха кратенизации.

Определим главные черты процесса кратенизации.

Эпохи кратенизации отличаются чрезвычайной магматической активностью, которая выражается прежде всего в формировании окраинно-континентальных вулканоплутонических поясов. Пояса сложены порфировой формацией с щелочным и калиевым уклоном, ассоциирующейся с гранитами рапакиви и малыми телами кварцевых порфиров, сиенитов и гранитосиенитов (некоторые отличия свойственны серым гнейсам). Среди осадочных пород преобладают высокосозревшие разности. Повсеместно пояса залегают на подстилающих складчатых толщах несогласно.

В связи со спецификой и интенсивностью магматизма находятся и металлогенические особенности эпох. В конце раннего протерозоя на всех шитах образовались многочисленные гранитоиды и их пегматиты с редкометальным оруденением. Герцинская эпоха „отличается необычайным разнообразием комплексов изверженных пород и богатством эндогенных рудных месторождений, резко отделяясь по этому признаку от сравнительно ограниченного оруденения как предшествующих, так и последующих периодов“ (Смирнов, 1963).

В эпохи кратенизации наблюдается широкое геохимическое возмущение, наложенный характер которого улавливается изохронными методами и которое выражается характерными пиками на гистограммах. Кратенизация охватывает структурные области, находящиеся на разных стадиях развития,

нивелируя их различия. Для герцинской эпохи отмечены широкие проявления орогенеза.

После кратонизации наступает период тектонического покоя, вслед за которым на платформах начинается накопление чехлов, а затем процессы дифференциации приводят к расколам, растяжению и раздвижению сиалических блоков с образованием подвижных поясов.

По-видимому, в эпохи кратонизации все сиалические массы сливаются в единый суперконтинент — Пангею. Целый комплекс данных говорит о существовании Пангеи в позднем палеозое, а палеомагнитные данные позволяют реставрировать подобную картину для конца раннего протерозоя — начала рифея.

Кратонизации следуют друг за другом с интервалом около 1500 млн. лет и охватывают эпохи продолжительностью в 200—400 млн. лет. Они разделяют историю Земли на мегахроны: протогей, дейтерогей, неогей и незавершенный эпинеогей.

ЛИТЕРАТУРА

- БОРУКАЕВ, Ч. Б. и др., 1977: Докембрий континентов. Основные черты тектоники. Наука, Новосибирск, с. 263.
- БОГДАНОВ, А. А., 1976: Тектоника платформ и складчатых областей. Наука, Москва, 340 с.
- БУХАРОВ, А. А., 1973: Геологическое строение Северо-Байкальского краевого вулканического пояса. Наука, Новосибирск, 149 с.
- ГОРБАЧЕВ, Р., 1980: Докембрий западной части Балтийского щита. В: Принципы и критерии расчленения докембрия в мобильных зонах. Наука, Ленинград, с. 206—222.
- СЕМИХАТОВ, М. А., 1974: Стратиграфия и геохронология протерозоя. Наука, Москва, 302 с.
- СМИРНОВ, В. И., 1963: Очерки металлогении. Гостеолтехиздат, Москва, 164 с.
- ШТИЛЛЕ, Г., 1964: Избранные труды. Мир, Москва, 887 с.

Рукопись получена 22 октября 1985.