

УДК 552.54:551.351:552.58

НЕКОТОРЫЕ ЧЕРТЫ ЭВОЛЮЦИИ БЕНТОНОГЕННЫХ КАРБОНАТНЫХ ФОРМАЦИЙ

© 2003 г. В. Г. Кузнецов

Представлено академиком А.Н. Дмитриевским 17.12.2002 г.

Поступило 24.12.2002 г.

В настоящее время общепризнано, что основная часть карбонатных отложений формируется при прямом или косвенном влиянии биоса. Карбонатный материал осаждается чисто биогенным путем в форме скелетных остатков организмов. Значительная его часть формируется биохемогенным путем, поскольку водоросли и цианобактерии, усваивая CO_2 и повышая рН, создают геохимическую среду, способствующую переходу растворимого бикарбоната кальция в нерастворимый карбонат. Определенной разновидностью этого процесса является “псевдобиогенный” механизм фиксации карбонатного вещества, когда такая среда создается локально вокруг организма и он покрывается карбонатной корочкой, фиксирующей морфологию организма. Таково, например, осаждение карбонатов цианеями-кальцибионтами: эпифитонами, марковеллами, ренальцисами и др.

В связи с этим правомерно использовать одним из оснований подразделения карбонатных отложений характер породообразующих организмов и выделить две группы карбонатных формаций: бентоногенную, где ведущими являются бентосные организмы, и нектоно-планктоногенную, где таковыми являются планктон и в меньшей степени нектон.

Кроме разного характера организмов эти группы формаций различаются и обстановками осадконакопления – мелководными для первой и в той или иной степени глубоководными для второй. Некоторым исключением является меловая формация, которая образуется как на значительных глубинах, так и на крайнем мелководье. Разный состав породообразующих организмов и разные условия накопления этих формаций определяют и существенные различия в их строении и составе. Так, даже предварительный анализ показывает, что бентоногенные формации значительно более разнообразны по сравнению с нектоно-

планктоногенными. Во-первых, для нектоно-планктоногенных формаций характерен только один механизм осаждения карбонатного материала – чисто биогенный, когда в осадок попадают карбонатные раковины. В бентоногенных формациях наряду с этим в сопоставимых, а иногда и преобладающих масштабах действует биохемогенный способ извлечения из раствора карбонатного материала. Во-вторых, общая обстановка глубоководного бассейна относительно стабильна и нектоно-планктоногенные формации характеризуются относительно постоянным составом, структурой и строением толщ. В мелководных же условиях обстановки более разнообразны, быстро меняются даже при незначительных колебаниях уровня моря, что наряду с, как правило, более разнообразным составом фауны определяет большее разнообразие типов пород, их структур и меньшую постоянность строения самих толщ.

Целью настоящего сообщения является анализ эволюции бентоногенных формаций, поскольку строение и эволюция нектоно-планктоногенных формаций рассмотрены ранее [4]. Формирование бентоногенных карбонатных отложений происходит на континентальных шельфах, изолированных внутриокеанических отмелях и рифах. Последние являются весьма специфической карбонатной формацией и здесь не рассматриваются.

Эволюцию бентоногенных формаций можно анализировать по трем показателям: составу породообразующей биоты и соответственно способам осаждения карбонатного вещества, палеогеографическому типу формаций и их составу (рис. 1).

Поскольку ведущим фактором осаждения карбонатного материала является биогенный в самом широком смысле этого понятия, то одной из важнейших характеристик эволюции рассматриваемых формаций является эволюция породообразующих организмов и связанное с ней изменение способов осаждения материала. По этому показателю докембрийские формации исключительно цианобактериальные и прежде всего строматолитовые и онколитовые с абсолютным преобладанием биохемогенного способа осаждения. В кембрии к ним добавились некоторые другие, в том

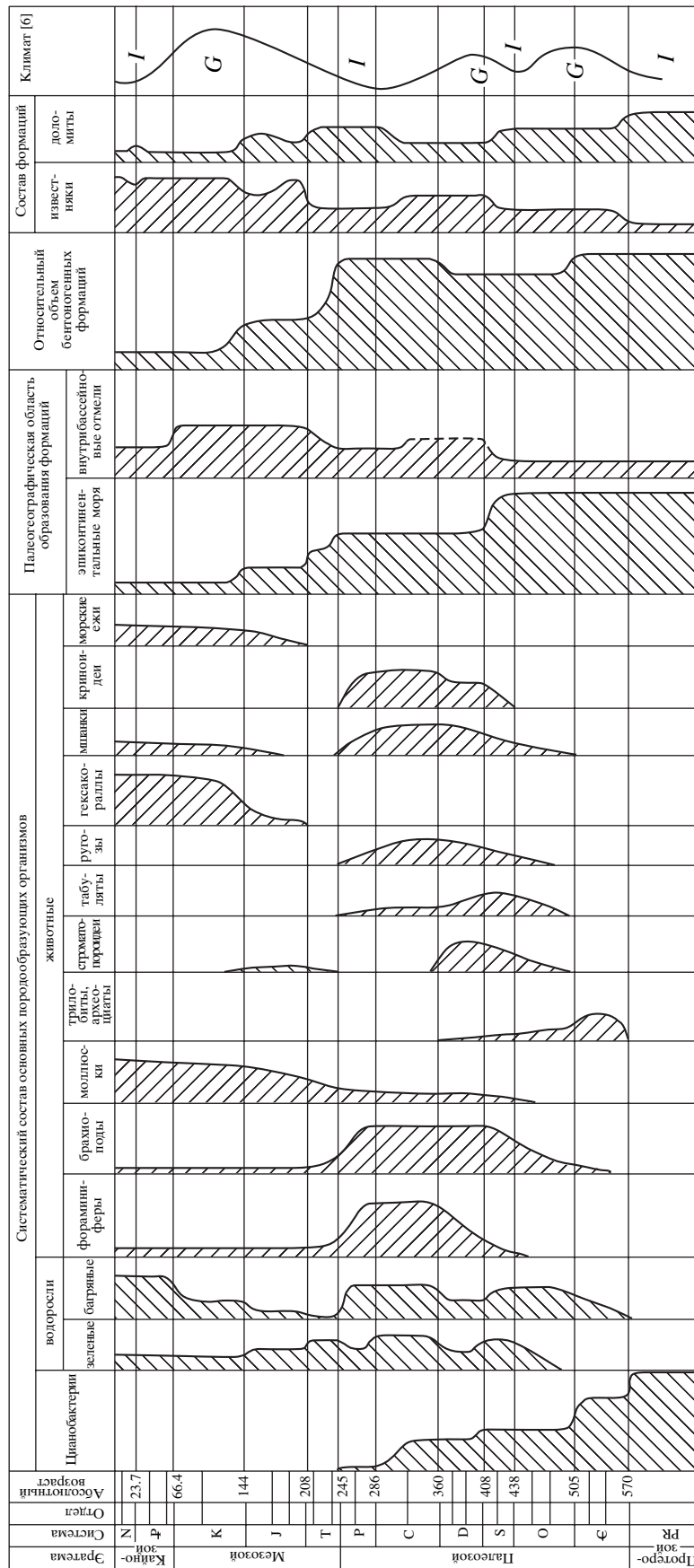


Рис. 1. Схема эволюции группы бенгтоненных карбонатных формаций в истории Земли. Буквы на кривой палеоклимата: I – холодная эра; G – теплая эра.

числе животные, организмы, но преобладали все же цианобактерии, хотя последние были представлены несколько расширенным составом. Наряду со строматолит- и онколитообразующими цианеями появились кальцибионты – эпифитоны, ренальцисы, марковеллы, и соответственно существенную роль стал играть псевдобιοгенный механизм выделения и фиксации карбонатного вещества. Роль животных – археоциат и трилобитов была резко подчиненной.

Существенные изменения происходят с середины ордовика, когда появились разнообразные животные организмы с карбонатной функцией. Тем самым в образовании и строении палеозойских карбонатных формаций резко сократилось относительное значение цианей, но возросла роль различных водорослей. Наряду с ними очень важное значение приобрели фораминиферы, брахиоподы, строматопоридеи, ругозы, табуляты, криноидеи, мшанки. В связи с этим весьма существенную роль стал играть чисто биогенный способ осаднения, сохранялся также биохемогенный механизм, а псевдобιοгенный резко сократился и стал факультативным. Максимум палеозойского карбонатонакопления приходится на девон–карбон–нижнюю пермь – время наибольшего расцвета таких важных карбонатоосадителей, как фораминиферы, брахиоподы, ругозы, криноидеи, мшанки.

В мезозое и кайнозое в значительной степени с юры и мела основными организмами, слагающими карбонатные толщи, стали багряные и зеленые водоросли, моллюски, шестилучевые кораллы, частично мшанки, морские ежи. Практически исчез псевдобιοгенный способ осаднения.

Произошло существенное изменение палеогеографических типов карбонатонакопления и соответственно карбонатных формаций. Протерозойские и палеозойские карбонатные формации – это в основном образования обширных эпиконтинентальных морей и в меньшей степени внутриокеанических отмелей – микроконтинентов. Это определило весьма обширные площади развития таких формаций, как на континентальных шельфах, так и в пределах микроконтинентов.

Так, позднедевонский–раннекаменноугольный шельф Восточно-Европейской платформы с карбонатной седиментацией простирался не менее чем на 3000 км при ширине 1900–2000 км, а позднеордовикский шельф Северной Америки – 8000–9000 км при ширине 2000–2500 км. Карбонатные бентоногенные формации нижнего–среднего девона Салаирского микроконтинента занимают площадь размером 350 × 500 км, а фаментурнейские Казахстанского – 450 × 900 км.

Мезозойские бентоногенные карбонатные толщи формировались в пределах значительно более узких континентальных шельфов и на более ограниченных по площади в сравнении с па-

леозойскими внутриокеанических отмелях – изолированных карбонатных платформах, в связи с чем площади развития таких формаций несоизмеримо меньше палеозойских.

Еще более сократились количество и площадь шельфов и изолированных отмелей в кайнозое. Так, крупнейшие шельфы с карбонатной седиментацией в районе Мексиканского залива, полуостровов Флорида и Юкатан протягиваются на расстояние 600–800 км при ширине около 200 км, т.е. на порядок меньше палеозойских. Общая площадь отмелей современного Мирового океана, где осаждаются карбонатные осадки, по данным А. Фексая [10], составляет 533679 км², что меньше площади распространения только двух палеозойских карбонатных бентоногенных формаций такого типа. Следствием этого явилось прогрессирующее во времени сокращение масштабов бентосного карбонатонакопления и объемов бентоногенных карбонатных формаций, последовательная смена их планктоногенным.

Наконец, кардинально изменялся петрографический состав бентоногенных формаций. В полном соответствии с эволюцией доломитообразования протерозойские формации преимущественно доломитовые, иногда даже магнезит-доломитовые, палеозойские – известняковые и доломитовые, а мезозойские и кайнозойские – преимущественно известняковые. Это изменение, вероятно, является следствием эволюции, с одной стороны, характера биоса, а с другой – палеогеографических областей бентоногенного карбонатонакопления. Дело в том, что сокращение, а затем и полная деградация цианобактериальных сообществ в морских обстановках привели к кардинальному изменению создаваемой ими геохимической среды, в частности понижению щелочности морских и океанических вод – важнейшего показателя, определяющего осаждение магнезиальных соединений [5]. Кроме того, сокращение площадей мелководной седиментации – областей наиболее благоприятных для доломитообразования, соответственно вело к уменьшению образования последних [3].

Рассматривая эволюцию состава и строения бентоногенных карбонатных формаций, интересно коснуться еще одного вопроса. Дело в том, что наряду с широко распространенными “обычными” тепловодными карбонатными отложениями выявлены и описаны “нетропические” холодноводные карбонатные образования [7–9]. В отличие от “тропических”, в биоценозе которых преобладают зеленые известковые водоросли и герматипные кораллы (хлорозоновая ассоциация – от Chlorophyta и Zoantaria), биоценоз современных холодноводных карбонатных толщ состоит из моллюсков, фораминифер, иглокожих, мшанок, остракод, губок. По преобладанию фораминифер

нифер и моллюсков эта ассоциация получила название форамоловой [8, 9]. Справедливы и заслуживают внимания представления А.В. Дронова [2] о том, что ряд палеозойских карбонатных толщ по своим характеристикам близок современным холодноводным карбонатам. В этом отношении весьма интересно, что максимум карбонатонакопления в венде–кембрии соответствует холодной, а в верхнем девоне–карбоне – по крайней мере прохладной эре, в то время как мезозойский пик карбонатонакопления, даже исключая планктоногенный мел, соответствует максимальному потеплению [1, 6]. В этой связи можно думать, что среди палеозойских образований достаточно много холодноводных карбонатных формаций, в то время как в мезозойских и кайнозойских их количество существенно сокращено.

Проведенный анализ позволяет сформулировать следующие выводы.

1. Наряду со сменой основных групп породообразующих организмов изменялся механизм осадочения карбонатного материала от преимущественно биохемогенного в протерозое к бигенному, биохемогенному и псевдобиогенному в палеозое и преимущественно биогенному в мезозое и кайнозое.

2. Протерозойские и палеозойские бентонитовые карбонатные формации образовывались на обширных эпиконтинентальных шельфах и крупных изолированных внутриокеанических отмелях, мезозойские и кайнозойские – на ограниченных по площади шельфах и отмелях. В связи с этим общий объем бентонитовых формаций сокращался в истории Земли.

3. Состав протерозойских формаций преимущественно доломитовый и магнезит-доломитовый, палеозойских – доломитовый и известняковый, мезозойских и кайнозойских – преимущественно известняковый.

4. Намечается изменение климатических типов карбонатных бентонитовых формаций от относительно холодноводных в венде–кембрии к умеренно тепловодным в девоне–карбоне и тепловодным в мезозое и кайнозое.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта “Университеты России” (УР.09.01.025).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бudyко М.И., Ронов А.Б., Яншин А.Л. История атмосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 208 с.
2. Дронов А.В. Секвенс-стратиграфия ордовикского палеобассейна Балтоскандии: Дис. ... д-ра геол.-минер. наук. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2000. 33 с.
3. Кузнецов В.Г. // ДАН. 1997. Т. 357. № 2. С. 94–98.
4. Кузнецов В.Г. // ДАН. 2000. Т. 374. № 3. С. 366–369.
5. Кузнецов В.Г. // ДАН. 2001. Т. 378. № 3. С. 366–369.
6. Fischer A.G. In: Climate in Earth History. Wash. (D.C.): Nat. Acad. Press, 1982. P. 97–104.
7. James N.P. The Cool-Water Carbonates. Tulsa: SEPM, 1997. Spec. Publ. № 56. P. 1–20.
8. Lees A. // Mar. Geol. 1975. V. 19. P. 159–198.
9. Lees A., Buller T. // Mar. Geol. 1972. V. 13. P. 1767–1773.
10. Vecsei A. // Facies. 2000. V. 43. P. 205–222.