

**БИОГЕННЫЕ СИЛИЦИТЫ С РАДИОЛЯРИЯМИ В ПОГРАНИЧНЫХ
ДЕВОНСКО–КАМЕННОУГОЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ НА Р. ИСЕТЬ
(КАМЕНСКИЙ РАЙОН СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ)**

© 2013 г. А. Л. Анфимов

Биогенные силициты с радиоляриями входят в состав слоистой кремнистой толщи вблизи границы дайковой толщи фаменского яруса и карбонатно–глинисто–кремнистой пачки нижнего карбона [1, 6]. Первые упоминания об этой толще содержатся в монографии А.А. Пронина [7]. Видимая мощность кремнистой толщи 55 м, истинная мощность 48 м. В 2005 г. сотрудниками лаборатории стратиграфии и палеонтологии Института геологии и геохимии УрО РАН в карбонатных прослоях этой толщи был отобран ряд проб для извлечения и определения конодонтов, а также образцов для изготовления шлифов. В одном из прослоев после растворения В.В. Черных определил *Siphonodella sulcata* (Huddle), на основании чего возраст кремнистой толщи был определен как основание турнейского яруса (рис. 1). Кремнистая толща сложена переслаивающимися алевропелитами с редкими прослоями известняков, мощность каждого карбонатного прослоя составляет не более 5–10 см. Алевропелиты буровато–серые, тонкослоистые за счет изменения окраски, карбонатизированы (рис. 2). Пачки с преобладанием темно–серых известняков, в свою очередь, содержат тонкие терригенные прослои (рис. 3).

Раковины радиолярий обнаружены в восьми шлифах в буровато–серых кремнистых алевропелитах, в двух шлифах они образуют скопления, у некоторых раковин сохранились внешняя и внутренняя сферы, а также спиккулы, прикрепляющиеся к внутренней сфере (рис. 4). Алевропелиты, согласно данным рентгенофазового (аналитик О.Л. Галахова) и термического анализов (аналитик В.Г. Петрищева), сложены кварцем 61–89%, кальцитом 12–30%, плагиоклазами 6–7%, пиритом 1–2%, органическим веществом 1%. Процентные содержания кварца и плагиоклаза носят полуколичественный характер. Стенки и иглы раковин радиолярий сложены кварцем, внутренняя полость раковины – кальцитом, что было выявлено при микроскопическом изучении (рис. 4). Внешний диаметр раковин составляет 0.16–0.20 мм. Кроме раковин радиолярий обнаружены спиккулы губок. Иначе выглядят предполагаемые остатки раковин радиолярий в прослоях известняков: они напоминают изометричные кремнистые сгустки среди карбонатной основной массы. Внутреннее строение раковин не сохранилось из-за перекристаллизации.

В 2012 г. в слоистой толще были дополнительно отобраны образцы (5930-1, 5930-2, 5930-2б) как для изготовления обычных шлифов, так и препаратов для электронного микроскопа (рис. 1). Исследование химического состава раковин и основной массы было проведено на сканирующем электронном микроскопе JSM-6390LV (JEOL) и ЭДС–спектрометре Inca Energy 450 (аналитик С.П. Главатских) в лаборатории физико–химических методов исследований Института геологии и геохимии УрО РАН. Стенки раковин и иглы сложены SiO_2 с незначительной примесью Al (рис. 5, 6). Основная масса содержит бесформенные скопления карбонатного материала, образовавшиеся в результате карбонатизации, при этом кальцит заполнил и внутреннюю полость раковин, он содержит незначительную примесь Mg и Fe (рис. 4, 5). Точечные определения химического состава игл и сфер раковин дополнены измерением площадного содержания ряда элементов раковин, подтвердившие выше указанный состав стенок раковин и материала, заполнившего их внутреннюю полость (рис. 6, 7). Интересно отметить распределение Al: он обнаружен главным образом вне раковин радиолярий в основной массе породы и связан, вероятно, с игольчатыми кристаллами плагиоклазов.

Сразу же необходимо упомянуть о том, что карбонатизация биогенных силицитов проявилась неравномерно как в виде замещения отдельных частей основной кремнистой массы, так и внутренней полости некоторых раковин и отдельных игл (рис. 4). Часть раковин не затронута карбонатизацией вообще. Раковины, полностью замещенные карбонатом (т.е. и внутренняя полость, стенки, иглы), отсутствуют. Во всех случаях замещение кремнезема шло за счет прозрачного вторичного кальцита; темный микрозернистый карбонат в замещениях не участвовал.

Эти факты противоречат появившемуся в последнее время мнению о наличии особого “уральского комплекса радиолярий”, представляющего собой карбонатизированные раковины радиолярий, которые до 2000 г. считались раковинами фораминифер [2]. Несколько ранее такой же вывод делали [3, 4, 9], опираясь на внешнее сходство раковин радиолярий, фораминифер и проблематик, отмеченное в работе Е.В. Быковой [3]. Упомянутые исследователи провели ревизию ряда фораминифер се-

Ярус	Горизонт	Мощность, м	Состав пород	Номера шлифов, остатки фауны	Описание пород
ТУРНЕЙСКИЙ		36.00		5627-7-1 5629-3-1	Порфириты, туфы
		18.00		водоросли О криноидеи 5629-3-2 конодонты О криноидеи	Переслаивание алевролитов, алевро-песчаников и тонких прослоев известняка серого мелко-тонкозернистого доломитизированного, с редкими членами криноидей размером 1–3 мм, раковинами радиолярий, остатками водорослей <i>Rezhella</i> sp.
		4.5		5629-3-4 конодонты	Известняк темно-серый до черного глинистый с прослоями бурого аргиллита, в известняке заметны скопления раковин радиолярий, очертания их подчеркнуты битумом
		7.00		5629-3-6 конодонты	Известняк темно-серый, буровато-темно-серый мелкозернистый с прослоями аргиллита, в нижней части буровато-черные кремнистые прослои
	Греховский	4.50		5629-3-8 5627-7-2 конодонты	Переслаивание алевролитов и аргиллитов с редкими прослоями известняка по 3–6 см, в одном из прослоев – <i>Siphonodella sulcata</i> (Huddle), развита ритмичная слоистость, мощность ритмов 0.4–0.5 м
		10.00		5930-26 5930-2 5930-1 5629-3-11	Переслаивание темно-серых глинистых известняков с радиоляриями, алевролитов и аргиллитов
		4.00		5629-3-13	Песчаники известковистые, алевролиты, прослои черных, буровато-серых известняков с перекристаллизованными радиоляриями, кремнистыми конкрециями
ФАМЕНСКИЙ		14.00			Базальты
		8.00			Аргиллиты темно-серые, легко рассыпающиеся в руках
		21.50		5629-7-1 5629-7-2	Аргиллиты серые, темно-серые, перемятые, с нарушенной слоистостью, лепешковидными карбонатными конкрециями, и редкими прослоями песчаников
		8.00		5629-8-1 5629-8-2	Песчаники серые мелкозернистые массивные

Рис. 1. Литолого–стратиграфическая колонка разреза турнейской кремнистой слоистой толщи на левом берегу р. Исеть в Каменском районе Свердловской области.



Рис. 2. Биогенный тонкослоистый алевропелит. Фото сделано вблизи места отбора образца 5930-26.



Рис. 3. Пачка с преобладанием буровато-серых, черных известняков с тонкими терригенными прослоями. Фото сделано вблизи места отбора образца 5629-3-13.

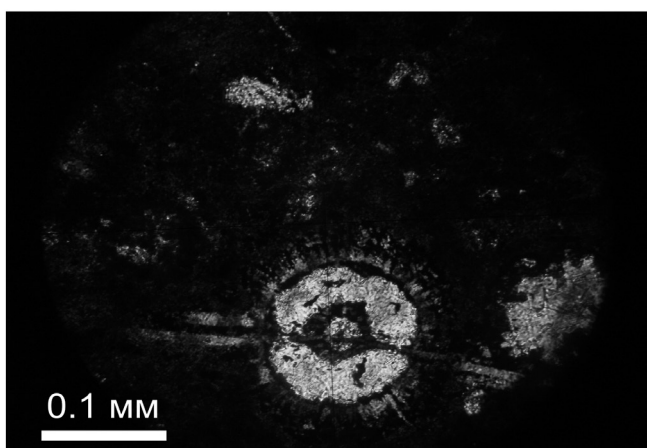


Рис. 4. Раковина радиоларии в шлифе в поляризованном свете.

Светлые пятна во внутренней полости раковины и в основной массе – кальцит, мелкие серые игольчатые кристаллы – плагиоклаз, бесформенные серые образования – кварц, темные пятна – органическое вещество.

мейства *Parathuramminida* и перевели *Bisphaera malevkensis* Birina, *B. elegans* Vissarionova, *B. parva* Bykova, *B. aff. concavatus* Vissarionova, *Archaeosphaera crassa* Lipina, *Parathuramina paulis* Bykova, *P. tuberculata* Lipina, *P. radiata* Antropov, *P. spinosa* Lipina, *P. dagmarae* var. *crassithec*a Antropov, *P. magna* Antropov, *P. subvasta* Bykova, *P. gekkeri* Antropov в радиоларии, присвоив им новые видовые и родовые названия [2]. Это внесло путаницу и в традиционные региональные стратиграфические схемы, и в ареалы распространения живецких и франских радиоларий Волго-Уральской области и Урала. Радиоларии появились в районах, где раньше были фораминиферы. В то же время кремнистые раковины радиоларий, сходные по морфологии с вышеперечисленными раковинами фораминифер, не обнаружены пока ни в одном из девонских разрезов Ура-

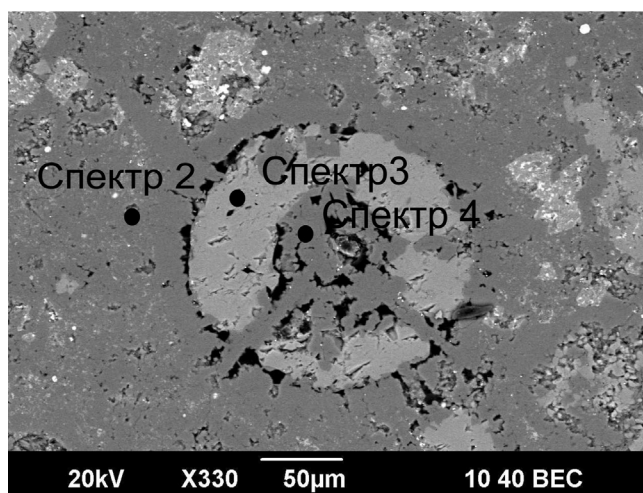


Рис. 5. Электронно-микроскопический снимок.

Спектр 2 – Si, O, C, F; спектр 3 – Ca, O, C, Fe, Cr, Mn; спектр 4 – Si, O, C.

ла и Волго-Уральской области. Факт замещения кремнистых стенок радиоларий темным микрозернистым кальцитом также неизвестен. Кроме того, у раковин паратурамминид отсутствует внутренняя сфера и прикрепляющиеся к ней иглы, зато присутствуют устья, выполняющие иные функции.

Возвращаясь к характеристике слоистой кремнистой турнейской толщи, нужно отметить, что, учитывая ее положение в разрезе, геологический возраст и наличие биогенных силицитов можно утверждать, что в данном случае мы имеем дело с одним из проявлений Хангенбергского события. На границе фаменского и турнейского ярусов в карбонатных разрезах Западной Европы обнаружен прослой глинистых пород, фиксирующей по мнению многих исследователей небольшую морскую трансгрессию [10]. Одновременно происходит вымирание многих морских организмов и тектоно-

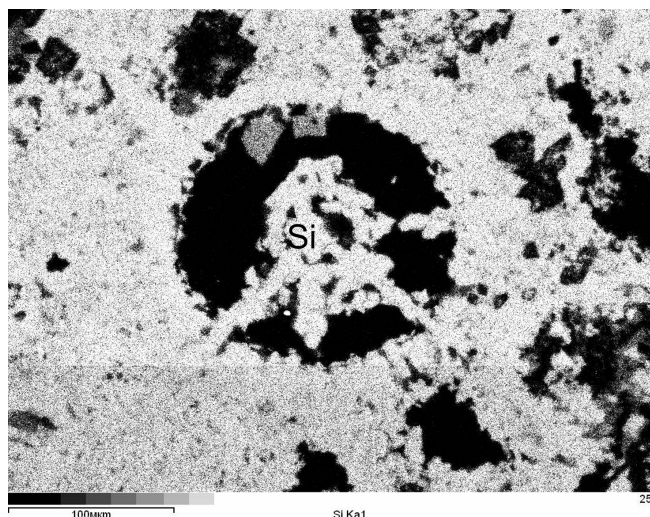


Рис 6. Площадное распределение Si.

Светлый фон – повышенное содержание кремния, черный – отсутствие кремния. Видно, что стенки раковины, внутренняя сфера и иглы содержат много кремния.

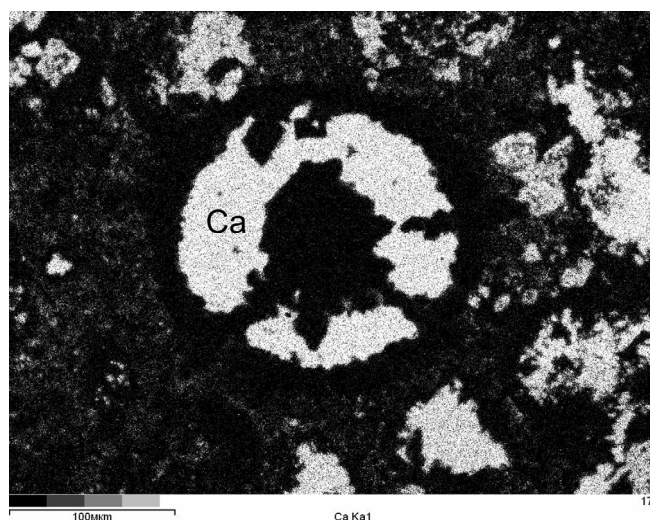


Рис. 7. Площадное распределение Ca.

Светлый фон имеет внутренняя полость раковины и отдельные участки основной массы, т.е. они сложены кальцитом, однако последний не заместил раковину целиком.

магматическая активизация. Перечисленные явления были отнесены к Хангенбергскому глобальному геологическому событию [11]. Такой же прослой был обнаружен в основании гумеровского горизонта на Приполярном Урале на р. Кожим и на Южном Урале на р. Сиказа. В ряде случаев вместо глинистого прослоя появляются биогенные силициты с раковинами радиолярий и спикулами губок [8]. Предполагается, что в период магматической активизации на рубеже девона и карбона в морские бассейны в больших количествах просачивались гидротермальные растворы, что привело как к расцвету организмов с кремневой раковиной, так и возникно-

влению геохимических аномалий Ni, Co, Cr, As, Sb, Hg, U [5]. Иногда исследователи отмечают в этих же породах повышенные концентрации Ir, что связывают с метеоритной бомбардировкой планеты.

Выше турнейской слоистой кремнистой толщи на берегу р. Исеть описаны мощные толщи вулканогенных и вулканогенно-осадочных пород, что подтверждает активизацию вулканической деятельности в начале каменноугольного периода. В описываемой слоистой кремнистой пачке появляются скопления раковин радиолярий и спикулы губок. Все это можно считать проявлениями Хангенбергского события. Однако в данном разрезе не наблюдается геохимических аномалий элементов. Методом ICP-MS (оператор Киселева Д.В.) в биогенных силицитах определены следующие содержания элементов (в г/т): Ir не обнаружен, Ni 24–30, Co 9–10, Cr 13–18, As 4–5, Sb 0.4–0.5, U 0.8–1.2, Cu 22–28, Zn 41–45, Sn 0.2–0.3, Pb 4.2–4.3. Как видно, концентрации не образуют существенных аномалий по сравнению с значениями кларков, а в ряде случаев и ниже их. Возможно, геохимические аномалии появятся при увеличении количества проб.

ВЫВОДЫ

1. Появление биогенных силицитов с раковинами радиолярий в разрезе между девонem и карбоном на левом берегу р. Исети связано с Хангенбергским событием.

2. Наблюдения за характером замещения кремнистых раковин радиолярий кальцитом позволяют утверждать, что полное замещение раковин без сохранения внутренней сферы и прикрепляющихся к ней игл, маловероятно. Выделение “уральского комплекса радиолярий” с известковой раковиной не подтверждено.

Исследования выполнены при финансовой поддержке совместного проекта УрО РАН 12-С-1032.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анфимов А.Л. Радиолярии в турнейской кремнистой слоистой толще на восточном склоне Урала // Палеострат 2013. Годи́чное собрание (науч. конф.) секции палеонтологии МОИП и Московского отделения Палеонтологического общ-ва при РАН. Программа и тезисы докладов. М.: ПИН РАН, 2013. С. 9–10.
2. Афанасьева М.С., Амон Э.О. “Уральский” комплекс радиолярий // Биостратиграфия и палеобиогеография радиолярий девона России. М.: ПИН РАН, 2012. С. 51–55.
3. Быкова Е.В. Фораминиферы и радиолярии девона Волго-Уральской области и центрального девонского поля и их значение для стратиграфии // Фораминиферы, радиолярии и остракоды Волго-Уральской области. Ленинград: Гостоптехиздат, 1955. С. 5–190.
4. Вишневская В.С., Седаева К.М. Ревизия некоторых

- таксонов фораминифер отряда Parathuramminida и вопросы эволюции фораминифер и радиолярий // Палеонтологический журнал. 2002. № 6. С. 15–24.
5. Максимова С.В. Биогенные силициты – показатель активизации глубинных разломов // Бюл. МОИП. Отд. Геол. 1978. Т. 53 (6). С. 152–161.
 6. Чувашов Б.И., Анфимов А.Л. Карбонатно–терригенные отложения разреза “Кодинка–Щербаково” – опорный разрез верхнего девона бассейна р. Исеть (восточный склон Среднего Урала) // Ежегодник-2007. Информационный сборник научных трудов. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2008. С. 88–97.
 7. Пронин А.А. Карбон восточного склона Среднего Урала // Тр. Горно-геол. Ин-та УФАИ СССР. 1960. Вып. 36. С. 46–81.
 8. Седаева К.М. Специфические осадочные образования на границе девона–карбона и палеогеодинамическая обстановка их формирования // Приоритетные и инновационные направления литологических исследований: Матер. 9 Уральского литологического совещания. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2012. С. 153–156.
 9. Седаева К.М., Вишневская В.С. Ревизия надсемейства Parathuramminoidea – фораминиферы или радиолярии // Вестник Московского ун-та. Сер. 4. Геология. 2002. № 5. С. 15–19.
 10. Седаева К.М., Рябинкина Н.Н., Кулешов В.Н. Валяева О.В. Отражение Хангенбергского глобального геологического события рубежа девона и карбона в разрезах западного склона Приполярного (р. Кожм) и Южного (р. Сиказа) Урала // Литосфера. 2010. № 6. С. 25–37.
 11. Walliser O.H. Geologic processes and global events // Terra cognita. № 4. 1984. P. 17–20.