

УДК 563.12(470.5)

ДЕВОНСКИЕ ФОРАМИНИФЕРЫ С НЕКАРБОНАТНОЙ РАКОВИНОЙ В РУДОВМЕЩАЮЩЕЙ ТОЛЩЕ САФЬЯНОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (СРЕДНИЙ УРАЛ)

© 2012 г. Б. И. Чувашов*, А. Л. Анфимов*, Е. И. Сорока*, Н. С. Ярославцева**

*Институт геологии и геохимии УрО РАН
620075, г. Екатеринбург, пер. Почтовый, 7

E-mails: chuvashov@igg.uran.ru, anfimov@igg.uran.ru, soroka@igg.uran.ru

**Институт минералогии УрО РАН,
456317, г. Миасс, Челябинская обл.

E-mail: nata@ilmeny.ac.ru

Поступила в редакцию 11.05.2012 г.

Впервые в рудовмещающей толще Сафьяновского медноколчеданного месторождения определены некарбонатные (апатит-кварцевые) раковины фораминифер *Parathuramina aff. tamarae* L. Petrova, 1981, что позволило уточнить возраст вулканогенно-осадочных пород толщи по фораминиферам (верхний эйфель-живет) и доказать мелководно-морские условия их формирования. Некарбонатные фораминиферы имеют наружные и внутренние слои стенки гиалинового типа с концентрическим строением. Ранее такой тип стенки у девонских раковин фораминифер известен не был.

Ключевые слова: углеродисто-кремнистые породы, некарбонатные раковины фораминифер, эктоплазма, стенка гиалинового типа.

ВВЕДЕНИЕ

Сафьяновское медноколчеданное месторождение расположено в нескольких километрах северовосточнее г. Реж на восточном склоне Среднего Урала (рис. 1). После открытия месторождения в 1985 году Исетской ГСП Среднеуральской ГРЭ Сафьяновское рудное поле (СРП) было детально изучено поисковым и разведочным бурением [6]. В настоящее время Главная залежь месторождения отрабатывается карьером; в стенках которого и были отобраны образцы с раковинами фораминифер.

Ранее в районе СРП была обнаружена следующая фауна [6]: а) в зоне Режевского шарьяжа, представленного полимиктовым серпентинитовым меланжем с пластинами известняков мощностью до 80 м, описаны фораминиферы *Auroria delineate* L. Petr., *Tamarina corpulenta* L. Petr., *Parathuramina aff. tamarae* L. Petr., строматопораты, кораллы живетского яруса (скв. П-23, 2142); б) в породах Западно-Сафьяновской пластины, сложенной ритмично переслаивающимися туфами, туффитами, туфопесчаникам, туфогравелитами, тонкослоистыми алевропелитами встречаются обломки известняков с фауной строматопорат, фораминифер, цианобактерий, водорослей живета-франа (скв. 2271, П-50); в) на южном фланге месторождения в нижней части рудной залежи в горизонтах глинисто-кремнистых алевропелитов определены конодонты лохковского яруса нижнего девона (скв. 2149, глуб.

298.5–335 м). Раннедевонские конодонты обнаружены и на самом южном подсечении Сафьяновского рудоносного комплекса под пластиной Режевского ультраосновного массива (скв. П-41).

В колчеданных рудах Сафьяновского месторождения встречены остатки фауны трубчатой формы – вестиментиферы диаметром до 8 мм (скв. 2269) [6]. Восточнее, в нижней толще Восточно-Сафьяновской пластины, представленной туфами, туффитами, вулканомиктовыми песчаниками и гравелитами с обломками среднего состава, в туффитах отмечены обломки известняков с фауной кораллов высотинского горизонта (скв. 2258). В верхах разреза данной толщи отмечены туфопесчаники с горизонтом известняков и известняковых конгломератов с фауной конодонтов и фораминифер верхнего фамена. В самой верхней части разреза залегает маломощная пластина известняков, содержащая фораминиферы верхнего турне (скв. П-4, 3030).

Рудовмещающая риолит-дацитовая толща с прослоями вулканокластитов, тефроидов, углеродисто-кремнистых туффитов имеет мощность 300–400 м [5]. Внутри толщи углеродисто-кремнистые породы залегают в виде отдельных пачек темно-серого цвета мощностью от 0.1 до 1.5 м [13, 17, 18]. Образцы для изучения были отобраны в южной части карьера, между разведочными линиями 1–3, горизонты 187, 170, 157, 100 (рис. 2). Счет уступов ведется от забоя карьера.

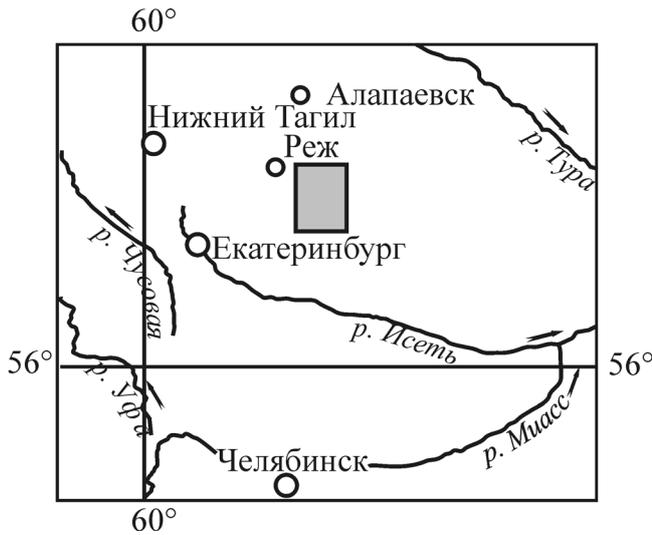


Рис. 1. Обзорная карта района работ.
Прямоугольник – Сафьяновское рудное поле.

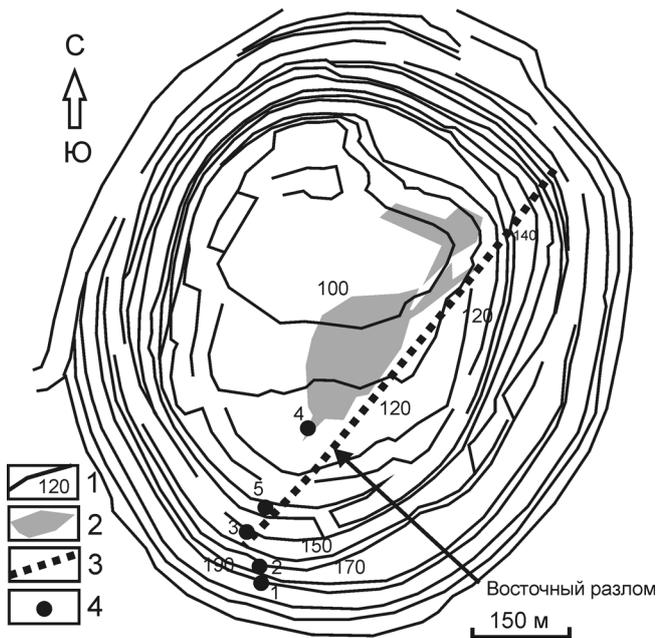


Рис. 2. Карта-схема мест отбора образцов.

1 – линии уступов с абсолютными отметками, 2 – поверхность рудного тела, 3 – Восточный разлом, 4 – точки отбора образцов: точка 1 – южная часть карьера, горизонт 187, между линиями 1 и 2, отобраны образцы 07-1-22, 07-1-8, 07-1-24а, 07-8-22, 8-4; точка 2 – южная часть карьера, горизонт 170, между линиями 2 и 3; точка 3 – южная часть карьера, горизонт 157, между линиями 2 и 3; точка 4 – южная часть карьера, горизонт 100, отобран образец 1430; точка 5 – южная часть карьера, горизонт 150, отобран образец 1432

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

В южной части карьера, в точке 1 (горизонт 187) описана ритмично слоистая пачка углеродисто-кремнистых отложений мощностью 1.5 м (рис. 2). В ней были отобраны образцы с наилучшей сохранностью раковин фораминифер. Ниже дается описание верхней части пачки (слой 6 расположен в нижней части описываемого разреза) [17].

Слой 13 – чередование мелкозернистых песчаников и углеродисто-кремнистых пелитолитов в соотношении 1:2, контакты между прослоями четкие, волнистые, в песчаниках градационная слоистость, пелитолиты массивные. Мощность 10 см.

Слои 11–12 – песчаник мелкозернистый, в верхней части до алевролита, слоистость волнистая до линзовидной, обломки угловатые, округлоуголватые. Мощность 15 см.

Слой 10 – пелитолиты тонкослоистые углеродисто-кремнистые, мощность слоев от 1–2 мм до 3 см. Слоистость обусловлена изменением окраски от черной до серой: черные слои обогащены углеродистым материалом, содержат линзовидные серые сульфидные конкреции мощностью до 2 мм, серые слои сложены обломками пород, сульфидов и пелитолитов. Мощность 15 см.

Слой 9 – песчаники среднезернистые, обломки представлены баритом, сульфидами, углеродисто-кремнистыми пелитолитами, хорошо сортированы по размеру. Мощность 10 см.

Слой 8 – пелитолит углеродисто-кремнистый тонкослоистый, аналогичен слою 10. Мощность 15 см.

Слой 7 – песчаник мелкозернистый с сульфидным прослоем мощностью 1.5 см, его верхняя и нижняя границы четкие, слабоволнистые. В подошве сульфидного прослоя отмечаются следы продавливания обломков руды, кварца, барита размером 0.1–0.3 мм. Мощность 10 см.

Слой 6 – переслаивание маломощных (0.5–3.0 см) слоев песчаника и углеродисто-кремнистых пелитолитов. Границы между слоями четкие, в песчаных прослоях видна градационная слоистость. По структурно-текстурным особенностям этот слой сопоставим со слоем 13. Мощность 20 см.

В слое 8 были отобраны образцы с раковинами фораминифер 07-1-8, 07-8-22, 8-4, фотографии которых приведены в табл. I.

По результатам лабораторных исследований установлено, что в составе углеродисто-кремнистых пелитолитов преобладает кварц – до 80%, в меньшем количестве наблюдаются хлорит, серицит, кальцит, гематит и альбит. В черных слоях пелитолитов содержание органического вещества достигает 3%. Содержание сульфидов незначительно – 1–2%, преимущественно это пирит в виде кристаллов с изъеденными очертаниями, реже халькопирит и сфалерит [17].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение шлифов показало, что ритмично-слоистая пачка в точке 1 представлена переслаиванием псефито-псаммитовых и алевро-пелитовых туффитов. Псефито-псаммитовые туффиты сложены крупными угловатыми и угловато-окатанными обломками риодацитов размером 0.2–3 мм (до 60–70%), угловатыми обломками кварца размером 0.03–0.2 мм (3–5%), кристаллами плагиоклаза размером 0.2–0.4 мм (1–3%), редкими обломками вулканического стекла, целыми и сдавленными раковинами фораминифер *Parathurammina* aff. *tamarae* L. Petrova и бурыми неправильной формы выделениями углеродисто-кремнистого вещества (рис. 3, табл. II). Алевро-пелитовые туффиты характеризуются наличием волнистой, линзовидной сплошности и прерывистой микрослоистости за счет неравномерного распределения углеродистого материала, в составе обломков встречаются зерна кварца, чешуйки слюдяного минерала, редкие раковины фораминифер того же вида и раковины радиолярий плохой сохранности.

Выше и ниже углеродисто-кремнистых прослоев залегают вулканокластические породы, тефроиды, туффиты, нередко имеющие пологоволнистую, линзовидную, градационную слоистости, иногда текстуры “пламени”, образующиеся при продавливании песком нижележащей неуплотненной глины. Мощности прослоев изменяются от 1 до 15–20 см [2]. Сходные явления наблюдаются и в самих углеродисто-кремнистых прослоях: пологоволнистая, линзовидная слоистость, продавливание вышележащими обломками нижележащих пластичных слоев, угловатая форма обломков, в ряде слоев – хорошая сортировка песчаного материала, в других слоях – градационная слоистость [17]. В шлифах мы наблюдаем такие явления как перекачивание раковин фораминифер по дну, продавливание ими неуплотненного нижележащего песка (табл. I, фиг. 5, 9, 10, 12).

В 2007 году в одном из осветленных слоев кристалло-литокластического псаммитового туффита углеродисто-кремнистой пачки, в точке 1 Сафьяновского карьера, были обнаружены раковины, первоначально принятые за радиолярии [18]. В результате более детальных исследований они были определены как фораминиферы с секреторными кремнисто-апатитовыми стенками [16].

У девонских фораминифер чаще встречаются карбонатные секреторные стенки, кремнистые стенки у них известны только с юры [11, 14]. Кроме того, по мнению упомянутых исследователей, всегда существует возможность замещения первичных карбонатных стенок раковин вторичным кремнеземом. Н.П. Малахова [8] приводит данные о замещении известковых стенок раковин девонских и каменноугольных фораминифер кварцем,

фосфатом, хлоритом, эпидотом, полевыми шпатами, гранатом; при этом сохраняются все тонкие детали строения стенок. Но такие данные в литературе встречаются крайне редко. Так, Н.И. Маслакова и др. [9], упоминает, в основном, о карбонатных секреторных стенках фораминифер, считая секреторные стенки другого химического состава редчайшим явлением.

Раковины фораминифер с секреторными кремнисто-апатитовыми стенками были обнаружены нами в пяти точках в южной части стен-

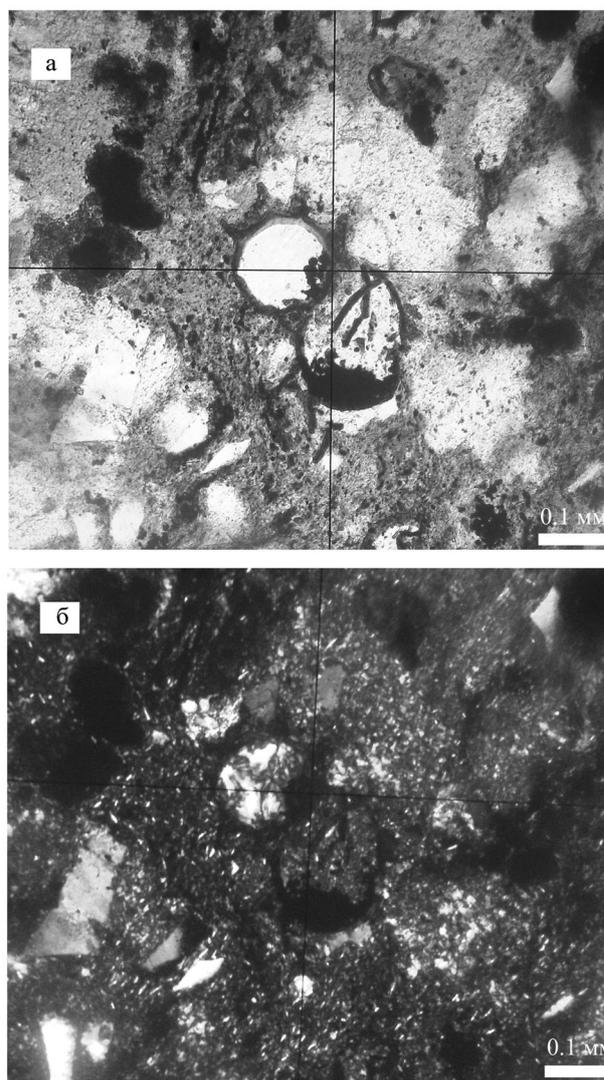
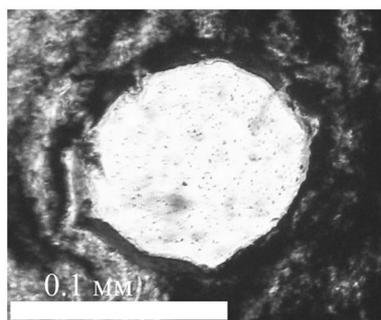


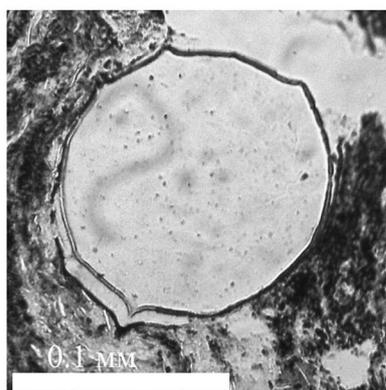
Рис. 3. Туффит псаммитовый кристалло-литокластический с раковинами фораминифер *Parathurammina* aff. *tamarae* L. Petrova.

а – видны остроугольные обломки кварца, вулканитов, черные включения углеродистого вещества. Шлиф 07-1-22, естественный свет; б – то же поле зрения, видны обломки риодацитов, кварца, выполнение раковины фораминиферы кварцем, поляризованный свет.

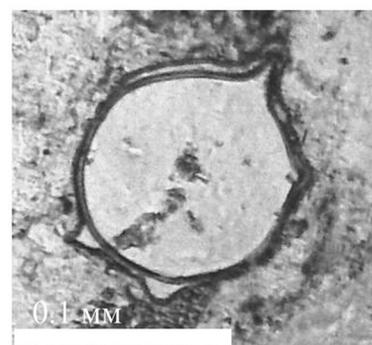
Таблица I.



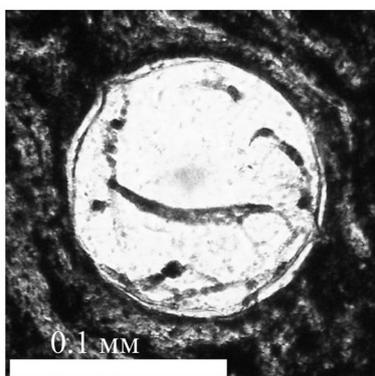
1



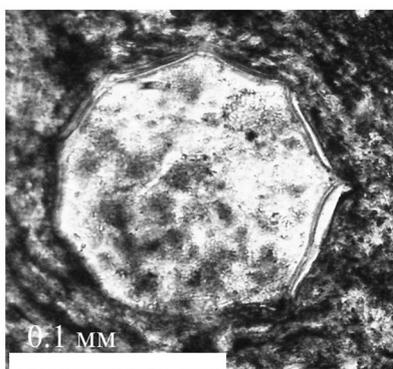
2



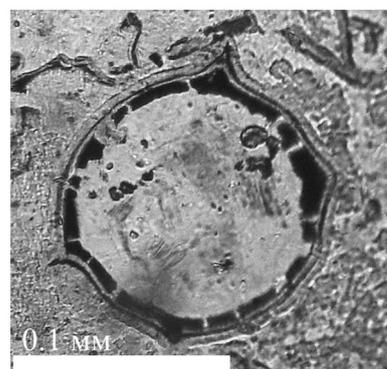
3



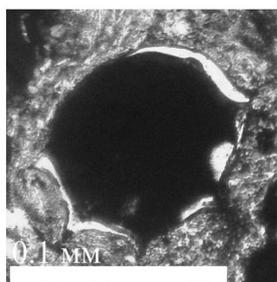
4



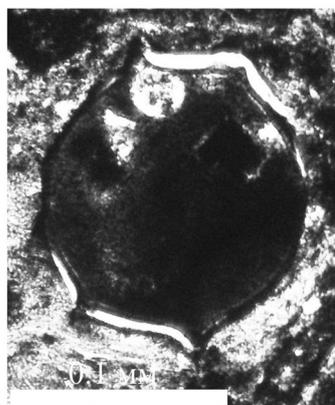
5



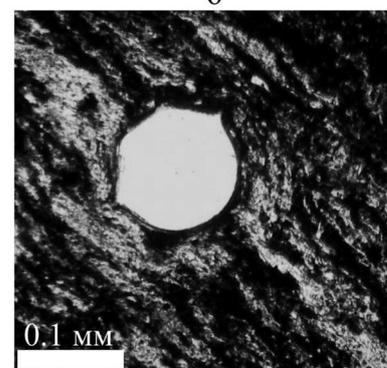
6



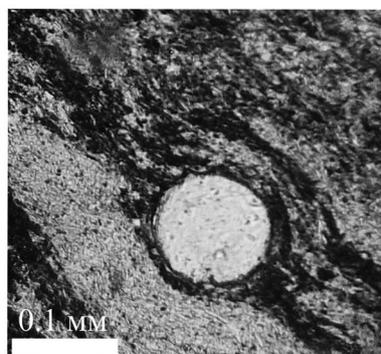
7



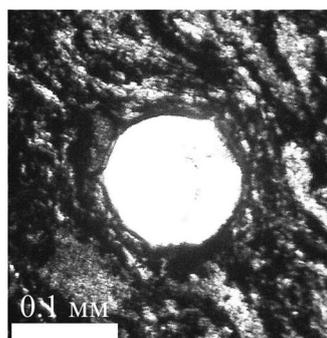
8



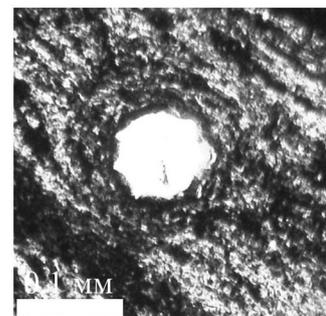
9



10

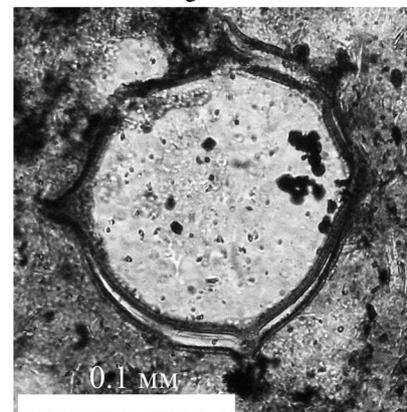
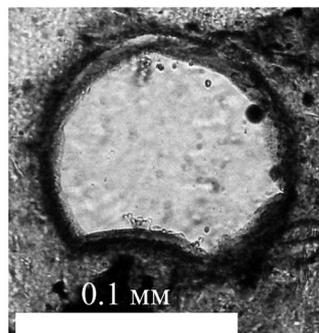
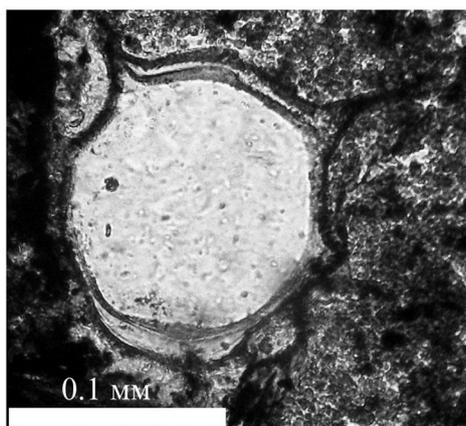
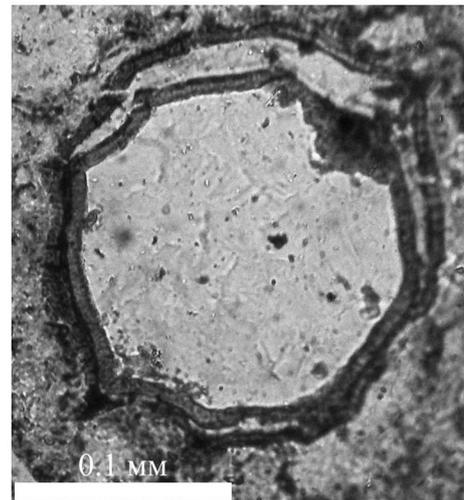
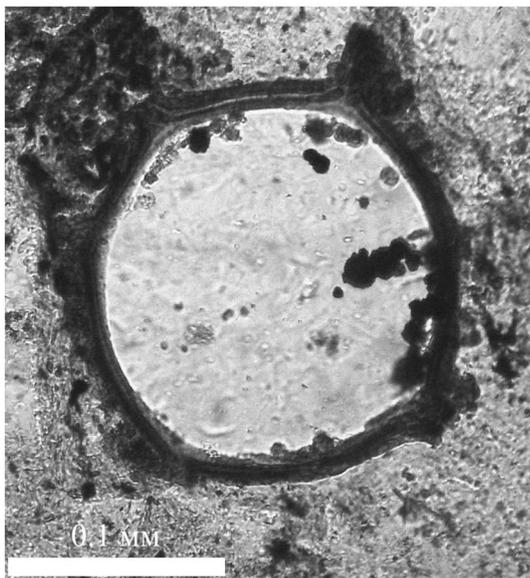
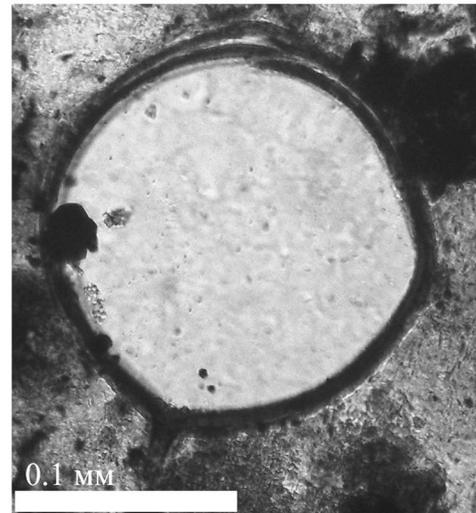
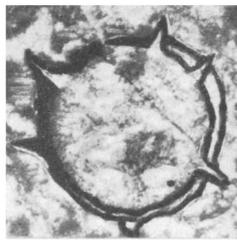
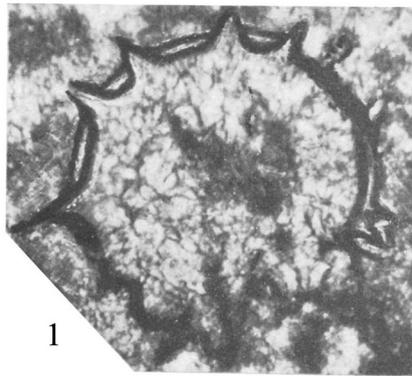


11



12

Таблица II.



ки карьера Сафьяновского месторождения (рис. 2). Углеродисто-кремнистые пачки, в которых были отобраны образцы, расположены в стенках карьера практически друг над другом, по вертикали они распространены на 87 м.

Найденные в карьере раковины морфологически сходны с раковиной фораминиферы *Parathuramina aff. tamarae* L. Petrovae, 1981, которая ранее была определена в окрестностях Сафьяновского месторождения в скважинах П-23 на гл. 283.2–338 м и 2142 на гл. 180–187.6 из обломков органических известняков, приуроченных к зоне Режевского шарьяжа [6].

Parathuramina tamarae L. Petrova была впервые описана на Урале в известняках лангурского и высотинского горизонтов (верхняя часть эйфельского–нижняя часть живетского ярусов) на Тошемском месторождении бокситов Ивдельского района; в Североуральском районе, на р. Вагран, в р-не Усольцева Лога; на р. Калья и на Черемуховском месторождении бокситов [10]. Обнаруженные Л.Г. Петровой экземпляры сложены кальцитом, они имеют карбонатную секреторную трехслойную стенку (табл. II, фиг. 1 и 2). Позднее раковины этого вида были найдены в известняках живетского яруса юго-восточной части Западно-Сибирской плиты и шандинского горизонта (верхняя часть эмского–нижняя часть эйфельского яруса) Салаира [4]. В Западной Сибири описываемый вид получил определение *Cordatella (Marginarae) tamarae* (L. Petrova), 1981, он приурочен к фораминиферовой зоне *Vukovaella vukovae* – *Aurogia sphaerica*, охватывающей верхнюю часть эйфельского и весь живетский ярус [4].

Найденные в карьере экземпляры имеют наружный диаметр 0.1–0.21 мм, внутренний диаметр 0.08–0.18 мм, трехслойную стенку толщиной 0.005–0.028 мм, сосочковидные короткие, реже средней длины, устьевые возвышения (высота – 0.01–0.066 мм). Количество устьев в разных сечениях изменяется от 1–2 до 8. Устьевые возвышения ориентированы не перпендикулярно к поверхности раковины, т.к. их сосочковидная форма – результат косога сечения трубки (рис. 4а, 4б, табл. II, фиг. 6, фиг. 8, табл. I, фиг. 3), и крайне редко открываются наружу (рис. 4а). В одном сечении наблюдается диск прикрепления, что свидетельствует о том, что эти раковины – прикрепленный бентос (табл. II, фиг. 7). Всего были определены размеры 23 раковин (рис. 3, 4).

Стенка раковин не имеет постоянной толщины и строения, что отражает разные стадии онтогенеза. Молодые особи имеют чрезвычайно тонкую стенку, нередко однослойную – рис. 4б, рис. 5, табл. I, фиг. 2. По мере увеличения возраста раковин, наружные и внутренние слои стенки утолщаются, и в них становятся отчетливо видны концентрические слои – табл. I, фиг. 4, 6, 8, табл. II, фиг. 3. Такой тип

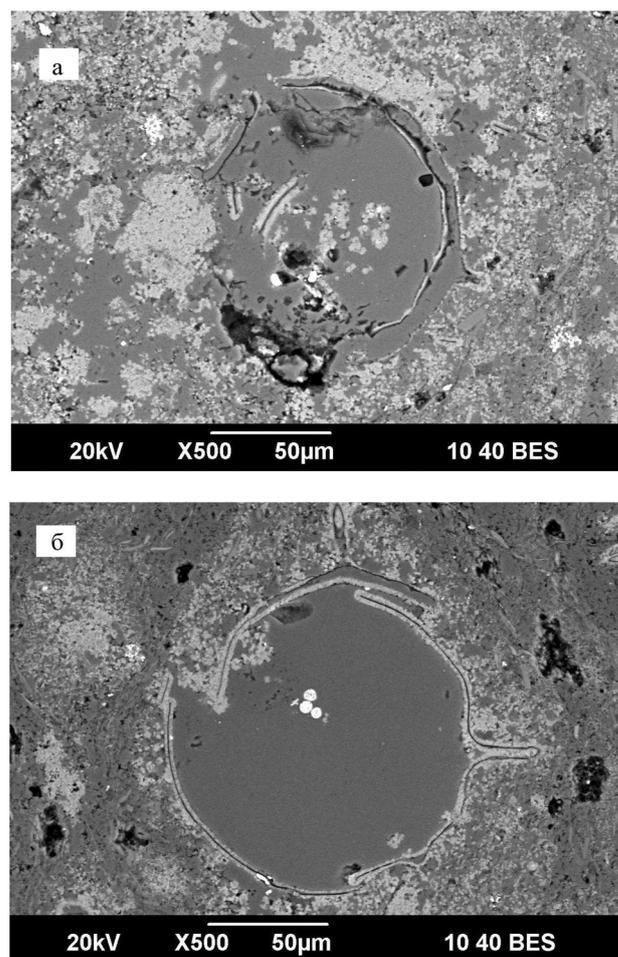


Рис. 4. Раковины паратураммин под электронным микроскопом, образец 07-1-24а.

а – на снимке видна частично разрушенная раковина, внутри раковины обломки стенки, вверху слева – выход эктоплазмы через устье раковины; б – частично разрушенная в левой части раковина фораминиферы, в тонкой трехслойной стенке вверху и справа видны устья и устьевые возвышения, расположенные не перпендикулярно по отношению к поверхности раковины.

стенки называется гиалиновым, первичные прозрачные слои бывают представлены углекислым кальцием с повышенным содержанием магния, а темные слои – органической выстилкой, выделяемой эктоплазмой [11].

Дальнейшие детальные исследования раковин фораминифер с изучением химического состава отдельных участков, выполненные 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, показали, что стенки представлены кварцем и апатитом, а внутренняя часть раковин – кварцем (рис. 5, 6, 7). Предполагается, что участки стен-

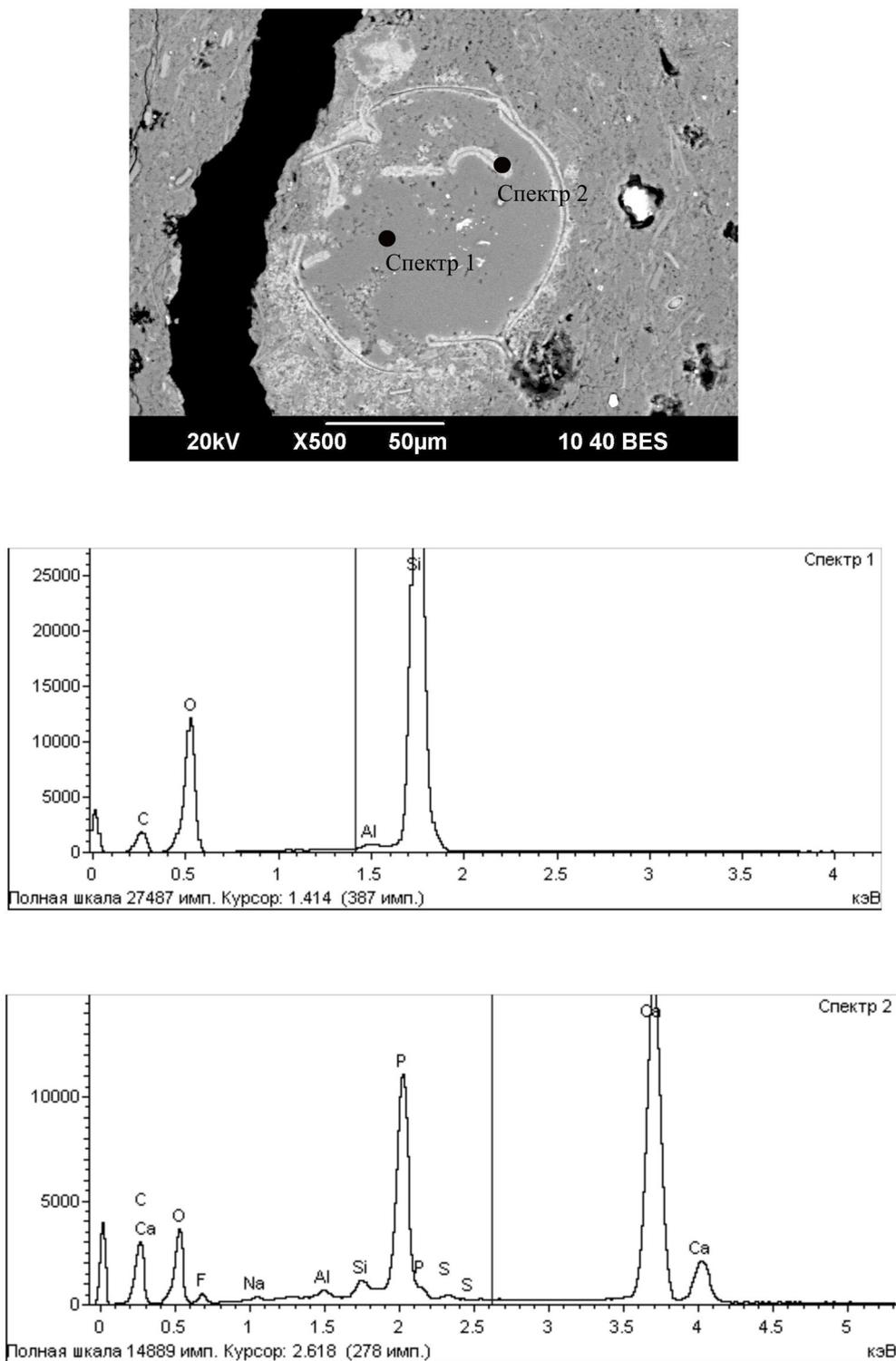


Рис. 5. *Parathurammina aff. tamarae* L. Petrovae, 1981, Средний Урал, Сафьяновское месторождение, аншлиф 07-I-24а.

Видна трехслойная тонкая стенка, два сосочковидных устья, снимок сделан на сканирующем электронном микроскопе JSM-6390LV (JEOL) в Институте геологии и геохимии УрО РАН. Химический состав отдельных участков раковин фораминифер был определен с помощью ЭДС-спектрометра Inca Energy 450 (аналитик С.П. Главатских). Стенка раковины частично разрушена, внутренняя часть раковины выполнена кварцем – спектр 1, внутри раковины наблюдаются светлые обломки скорее всего стенки раковины, выполненные фтор-апатитом – спектр 2.

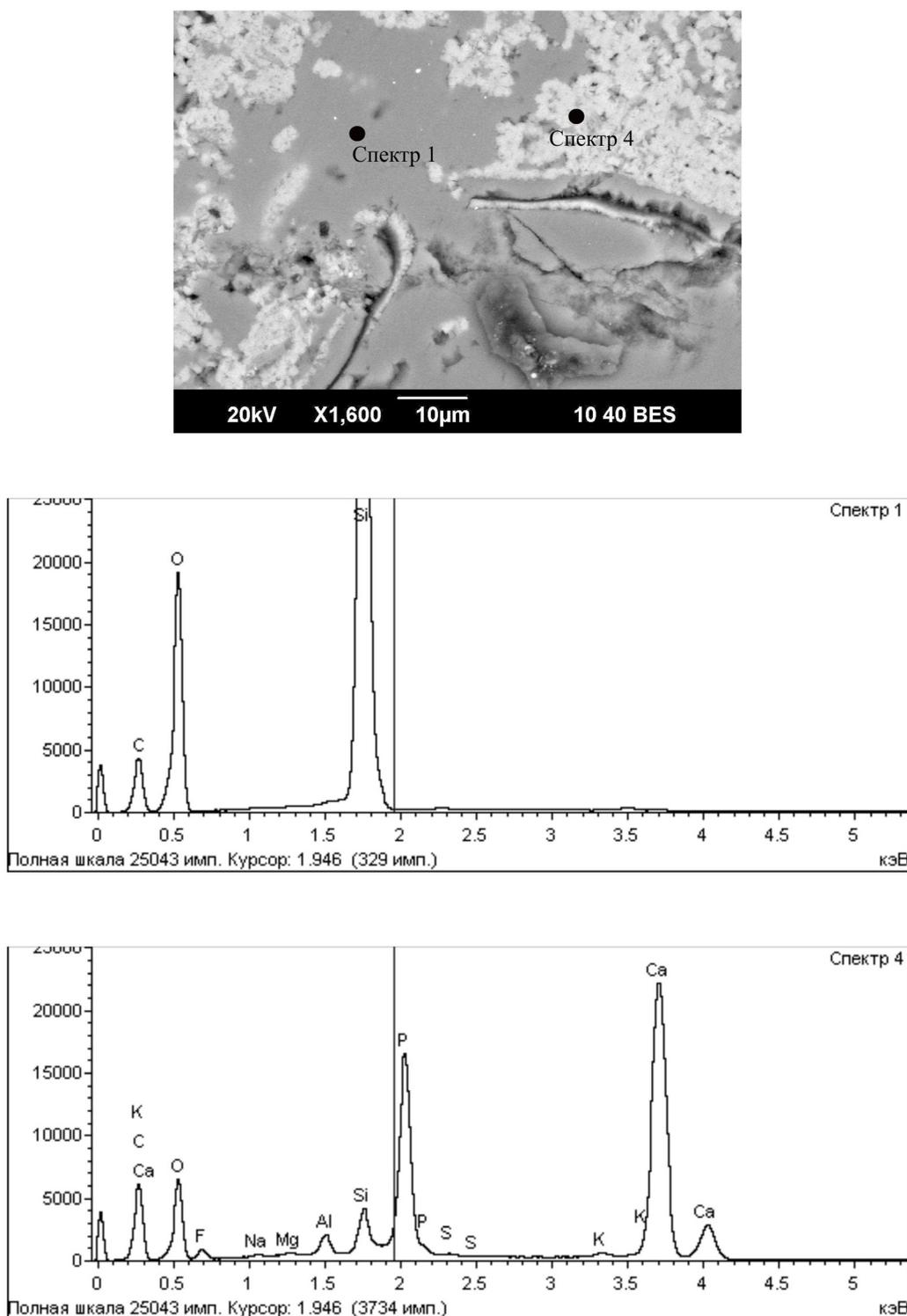


Рис. 6. Детализация участка выхода эктоплазмы через устье раковины, показанного на рис. 4а.

Сам выход эктоплазмы в настоящее время представлен кварцем – спектр 1, вокруг выхода эктоплазмы было сконцентрировано органическое вещество, ныне замещенное апатитом – спектр 4.

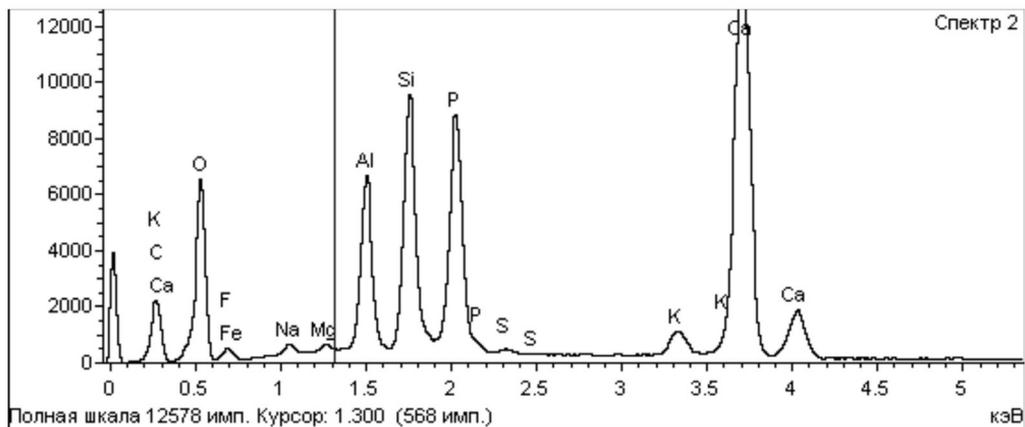
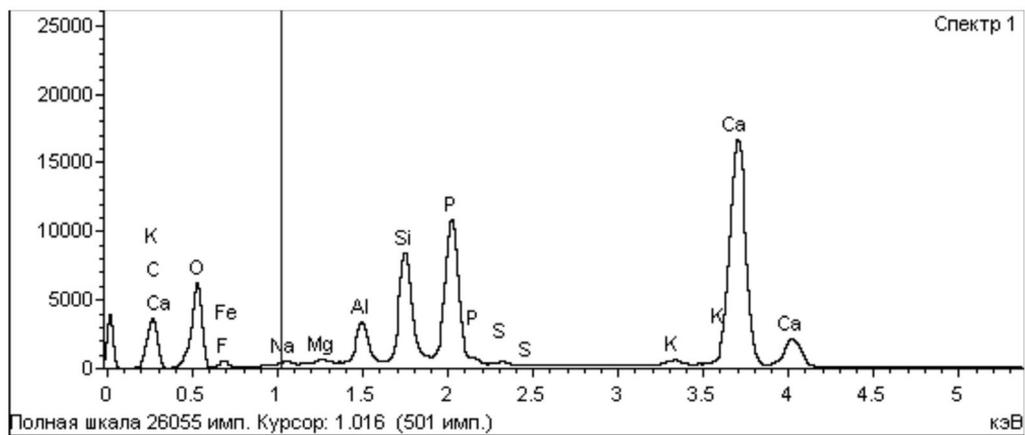
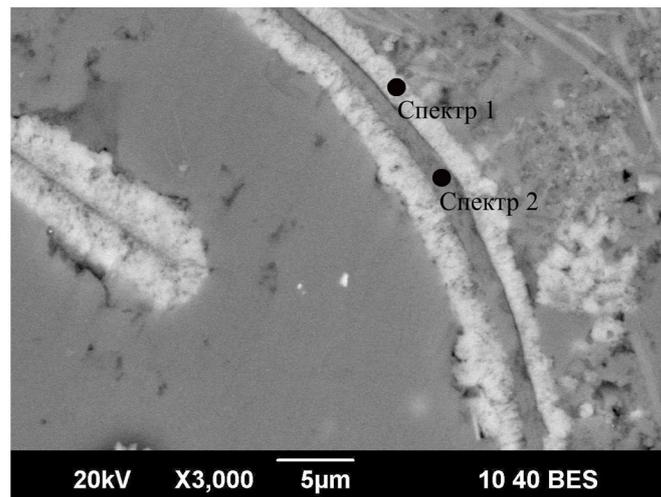


Рис. 7. Участок стенки раковины, показанной на рис. 46.

Внешний слой стенки сложен апатитом, кварцем – спектр 1, промежуточный слой выполнен кварцем, апатитом и, возможно, слюдой (содержание Al по данным полуколичественного анализа до 6.01%).

ки, сложенные апатитом, представляют собой остатки ранее существовавшей карбонатной минеральной стенки, замещенной в процессе литогенеза [12].

По данным предшествующих исследований, наружный и внутренний светло-серые слои стенки сложены апатитом, внутренний серый слой – кварцем [16]. Более поздние исследования показали, что химический состав наружного и внутреннего слоя в ряде случаев близки (рис. 7). Так, содержания кальция в первой и второй точках составили 27.74 и 23.73%, фосфора 11.44 и 13%, кислорода 41.62 и 42.13%, фтора 4.73 и 5.46%, алюминия 2.78 и 6.01%. Скорее всего, это говорит о незаконченном процессе замещения всех трех слоев апатитом. Расчет нормативного минерального состава показал, что в составе наружного слоя стенки присутствует примерно 60–70% апатита, 2–5% гидрослюда, 13–27% кварца, 7–20% кальцита. Можно предполагать, что кальцит – это остатки кальцита первичной стенки, незамещенной апатитом и кварцем. Результаты анализов химического состава стенки раковин на растровом электронном микроскопе с энергодисперсионным микроанализатором РЭМ-МА-202МВ в Институте минералогии УрО РАН (аналитик В.А. Котляров) также подтвердили во всех случаях наличие избытка кальция, входящего в состав первичного кальцита наружного слоя стенок раковин.

Полностью замещенная шестоватым апатитом раковина показана в табл. II **фиг. 5, при этом и внутренний, и наружный слои полностью утратили концентрическое строение.** В этой же таблице II, **фиг. 6 и 8, процесс замещения апатитом только начинается, часть стенки уже замещена апатитом и утратила концентрическое строение, в другой части стенки концентрическое строение сохранилось.**

На рис. 6, по нашему мнению, запечатлен момент выхода эктоплазмы, в настоящее время представленной кварцем, через устье стенки, и концентрация вокруг этого выхода зерен строительного материала для наружной стенки, представленного апатитом. Вероятно, здесь мы видим одну из стадий деления клетки, когда псевдоподии укорачиваются, уплотняются и окружаются посторонними частицами. Так у многокамерных фораминифер формируется новая камера, у однокамерных – новая раковина [9]. Так же образуется и трехслойная стенка, – эктоплазма растекается по поверхности раковины и выделяет новый наружный слой стенки [15]. Впервые на Урале трехслойные стенки появились в верхнем силуре у раковин фораминифер *Tubeporina* T. Pronina, 1960, *Tubeporella* T. Pronina, 1969, не имевших устьевых возвышений. Устьевые конусовидные возвышения и трехслойная карбонатная стенка впервые отмечены в позднем эйфеле и живете, когда появился вид *Parathurammia tamarae* L. Petrova, 1981 [1].

Строение стенки считается систематическим признаком высокого ранга, на основе которого можно выделять подклассы фораминифер [9]. На основании проведенных исследований можно предположить, что первичные стенки фораминифер *Parathurammia tamarae* L. Petrova, 1981 имели концентрическое строение и карбонатный состав и относились к гиалиновому типу. При попадании раковин в карбонатные породы могло произойти замещение их стенок углекислым кальцием с утратой первичных деталей строения, но в данном случае, попав в вулканогенно-осадочные породы, они заместились апатитом и кварцем с сохранением в ряде случаев всех тонких деталей строения стенок.

По сравнению с экземплярами из карбонатных пород Северного Урала и Западной Сибири [4, 10] раковины фораминифер с Сафьяновского месторождения имеют меньшие размеры и меньшее количество устьев. Согласно описанию Петровой Л.Г., известковая раковина *Parathurammia tamarae* L. Petrova имеет шарообразную форму, средние и крупные размеры и многочисленные невысокие сосочковидные устьевые возвышения на поверхности раковины [10]. Устьевые каналы конусовидной формы, широкие у основания, стенка известковая трехслойная. Внутренний и наружный слои тонкие темные тонкозернистые, средний слой толстый, серый, неравномерно-зернистый. Диаметр раковины 0.27–0.52 мм, устьевые каналы у основания 0.03–0.0455 мм, длина устьевых возвышений 0.03–0.06 мм, общая толщина стенки 0.025–0.045 мм, количество устьев от 8 до 16. Уменьшенные размеры раковины и уменьшение количества устьев некарбонатных фораминифер можно объяснить неблагоприятными условиями обитания в мелководном морском бассейне, где карбонатное осадконакопление было подавлено за счет значительного привноса вулканического материала и формирования вулканогенно-осадочных пород. Мелководность бассейна осадконакопления как раз и доказывается видовым однообразием фораминифер, т.к. в случае более глубоководного морского бассейна мы бы наблюдали не однообразные бентосные фораминиферы, а разнообразные в видовом отношении их сообщества со значительным участием планктонных форм [3].

ВЫВОДЫ

Таким образом, известковые и кремнисто-апатитовые раковины фораминифер имеют значительное морфологическое сходство, но разные размеры, состав и строение стенки. С учетом наиболее вероятного замещения первичных стенок кальцитом и возможного – кварцем и апатитом, карбонатные и некарбонатные раковины отнесены к одному и тому же виду. Раковины фораминифер из карьера Сафьяновского месторождения были определены как *Parathurammia aff. tamarae* L.

Petrova, 1981 [16]. На Урале и в Западной Сибири *Parathuramina tamarae* L. Petrovae, 1981 известна в известняках верхнеэйфельского и нижнеживетского подъярусов. Вероятно, такой же геологический возраст имеют и углеродисто-кремнистые породы рудовмещающей толщи в карьере Сафьяновского месторождения. Таким образом, на глубине от 30 до 120 м от поверхности в южной части карьера рудовмещающие породы имеют возраст – верхний эйфель-живет. Известно, что в скважине 2149, пробуренной ранее в этой же части карьера, на глубине 298.5–335 м определены конодонты верхнего лохова [6]; следовательно, на глубинах от 120 м до 298.5 м, в случае ненарушенного залегания, можно ожидать обнаружения границы между лоховским, пражским, эмсским и эйфельским ярусами.

Изученные раковины фораминифер тонкостенные, встречаются как целые, так и раздробленные экземпляры. Они относятся к одному и тому же виду прикрепленного бентоса, причем в вышеописанной точке 1 присутствуют в виде скоплений по несколько десятков, в других точках они рассеяны в массе породы, по-видимому, раковины перекатывались по дну, продавливая нижележащие слои. Исходя из вышесказанного, можно утверждать, что углеродисто-кремнистые отложения Сафьяновского месторождения формировались в условиях верхней части сублиторали в зоне действия штормовых волн. Это также подтверждается небольшой мощностью прослоев, пластичностью осадков в момент седиментогенеза, угловатой формой обломков, средней и плохой их сортировкой по размеру, наличием характерных текстур (например, “текстуры пламени”). По данным [17], изучаемые отложения относятся к дистальным частям турбидитов, а рудовмещающая толща Сафьяновского месторождения по времени формирования относилась, то к нижнему девону, то к эйфелю-живету [6, 7]. Обнаружение некарбонатных раковин девонских фораминифер в углеродисто-кремнистых породах позволило уточнить геологический возраст и условия формирования рудовмещающей толщи Сафьяновского месторождения, а также получить данные о новом для девона гиалиновом типе стенки раковин.

Авторы признательны сотрудникам ОАО “Сафьянмедь” Ю.С. Шереметьеву и Н.В. Лещеву за помощь при проведении полевых работ, а также докт. геол.-мин. наук Г.А. Мизенсу за обсуждение и консультации при написании статьи.

Работа выполнена при финансовой поддержке инициативного проекта УрО РАН № 12-У-5-1021, совместного проекта УрО РАН 12-С-1032 и ОФИ УрО РАН № 12-5-013-СТ.

ПОЯСНЕНИЯ К ФОТОТАБЛИЦАМ

Таблица I.

Фиг. 1, 2, 4, 5, 7, 8–12: *Parathuramina aff. tamarae* L. Petrovae, 1981 в углеродисто-кремнистых алевропелитах. 1 – раковина с толстой стенкой, замещенной апатитом, шлиф 1432, горизонт 150, южная часть карьера; 2 – раковина с тонкой стенкой, в слоях стенки видно концентрическое строение, шлиф 1430, горизонт 100 в южной части карьера; 4 – наружный и внутренний слои стенки раковины тонкие с концентрическим строением, внутри раковины, вероятно, замещенные апатитом органеллы клетки, шлиф 8-4, южная часть карьера, горизонт 187; 5 – наружный и внутренний слои стенки тонкие с концентрическим строением, микрослоистость ориентирована параллельно стенке, т.е. раковина перекатывалась по дну с налипшими на нее иловыми частицами, шлиф 8-4, южная часть карьера, горизонт 187; 7, 8 – внутренняя часть раковины замещена черным углеродисто-кремнистым материалом, 7 – шлиф 1432, южная часть карьера, горизонт 150, 8 – шлиф 1430, южная часть карьера вблизи рудного тела, горизонт 100; 9–12 шлиф 07-1-8, южная часть карьера, горизонт 187: 9 – раковина со слабо выраженными устьями. 10 – раковина со слабо выраженными устьями вдавлена в пластичный на стадии седиментогенеза алеврит, выше раковины слоистость огибает ее согласно; 11 – раковина вдавлена в дно, ниже нее слоистость нарушена, выше – залегает согласно; 12 – слоистость вокруг раковины имеет концентрическое строение, что, вероятно, связано с перекатыванием раковины по дну и налипанием на нее частиц ила.

Фиг. 3, 6. *Parathuramina aff. tamarae* L. Petrovae, 1981 в туффигах псефито-псаммитолитовых из углеродисто-кремнистых пачек, шлиф 07–1–22, южная часть карьера, горизонт 187: 3 – раковина с отчетливо выраженными устьями, слои стенок тонкие с концентрическим строением. 6 – раковина с толстыми стенками, внутренний слой стенки замещен углеродисто-кремнистым веществом, наружный – апатитом.

Таблица II.

Фиг. 1–2. *Parathuramina tamarae* L. Petrova, 1981 из известняков живетского яруса: 1 – скважина 860, глубина 143 м, Тошемский участок, Ивдельский р-н, восточный склон Северного Урала, шлиф, естественный свет, увеличение 100, 2 – обн. 785, р. Вагран, Североуральский р-н, восточный склон Северного Урала, шлиф, естественный свет, увеличение 70 [10].

Фиг. 3–8. Раковины *Parathuramina aff. tamarae* L. Petrova, 1981 в псефо-псаммитовом кристалло-литокластическом туффите, раковины замещены кварцем и апатитом, южная часть карьера Сафьяновского месторождения, горизонт 187, шлиф 07-1-22. 3 – крупная раковина с концентрически слоистой толстой трехслойной стенкой и тремя слабо выраженными устьями, внутри раковины темные выделения пирита. 4 – крупная раковина с отчетливо выраженными устьями и устьевыми возвышениями. 5 – крупная раковина с толстой трехслойной стенкой, наружный и внутренний слои которой полностью замещены шестоватым апатитом. 6 – раковина с длинными устьевыми возвышениями, расположенными под косым углом к поверхности раковины, в результате сечения имеют вид шипов; в нижней части слои стенки раковины имеют концентрическое строение, в верхней части начинается ее замещение апатитом. 7 – раковина с диском крепления, это подтверждает ее принадлежность к бентосу. 8 – раковина с отчетливо выраженными устьями и устьевыми возвышениями, в нижней части стенка имеет концентрическое строение, в верхней части начинается замещение стенки апатитом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Анфимов А.Л.* Основные этапы развития фораминифер в девоне на Урале // Эволюция жизни на Земле. Томск: ТМЛ-Пресс, 2010. С. 61–63.
2. *Анфимов А.Л., Сорока Е.И., Ярославцева Н.С.* Фациальные особенности углеродисто-кремнистых пачек в составе рудовмещающей толщи Сафьяновского цинково-медноколчеданного месторождения на Среднем Урале // Биостратиграфия, палеогеография и события в девоне и нижнем карбоне. Новосибирск: СО РАН, 2011. С. 18–21.
3. *Горбачик Т.Н., Долицкая И.В., Копеевич Л.Ф., Пирумова Л.Г.* Микропалеонтология. М.: МГУ, 1996. 112 с.
4. *Задорожный В.М.* Фораминиферы и биостратиграфия девона Западно-Сибирской плиты и ее складчатого обрамления // Тр. Ин-та геологии и геофизики. Вып. 680. Новосибирск: Наука, 1987. С. 21–22.
5. *Зайков В.В., Масленников В.В., Зайкова Е.В., Херрингтон Р.* Рудно-формационный и рудно-фациальный анализ колчеданных месторождений Уральского палеоокеана. Миасс: ИМин УрО РАН, 2002. С. 150–151.
6. *Коровко А.В., Постоялко М.В., Степанова Т.И. и др.* Стратиграфия и фауна образований девона и карбона Сафьяновского рудного поля (Средний Урал) // Проблемы стратиграфии и палеонтологии Урала. Екатеринбург: Минприроды РФ, ОАО УГЭС, 1999. С. 136–141.
7. *Коротеев В.А., Язева Р.Г., Бочкарев В.П. и др.* Геологическое строение и состав Сафьяновского колчеданного месторождения на Среднем Урале // Путеводитель геологической экскурсии Юбилейного научного чтения и Международного Симпозиума “Основные проблемы в Учении о магматических рудных месторождениях”, посвященных столетию со дня рождения А.Г. Бетехтина (1897–1962). Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 1997. 53 с.
8. *Малахова Н.П.* Фауна в метаморфических породах Урала. Свердловск: ИГГ УФАИ СССР, 1967. 144 с.
9. *Маслакова Н.И., Горбачик Т.Н., Алексеев А.С. и др.* Микропалеонтология. М.: МГУ, 1995. 256 с.
10. *Петрова Л.Г.* Фораминиферы среднего девона восточного склона Урала // Палеозой Западно-Сибирской низменности и ее горного обрамления. Новосибирск: Наука, 1981. С. 81–101.
11. *Раузер-Черноусова Д.М., Герке А.А.* Терминологический справочник по стенкам раковин фораминифер. М.: Наука, 1971. 192 с.
12. *Сорока Е.И., Анфимов А.Л., Главатских С.П.* Апатит в раковинах девонских фораминифер из рудовмещающей толщи Сафьяновского медноколчеданного месторождения (Средний Урал) // Кристаллическое и твердое некристаллическое состояние минерального вещества: мат-лы Минералог. семинара с междунар. участием. Сыктывкар: Геопринт, 2012. С. 191–192.
13. *Сорока Е.И., Молошаг В.П., Леонова Л.В. и др.* Кремнисто-углеродистые отложения рудовмещающей толщи Сафьяновского медноколчеданного месторождения (Средний Урал) // Ежегодник-2009: Тр. ИГГ УрО РАН. Вып. 157. 2010. С. 250–254.
14. *Фурсенко А.В.* Введение в изучение фораминифер // Тр. Института геологии и геофизики СО АН СССР. Вып. 391. Новосибирск: Наука, 1978. С. 49–63.
15. *Чувашов Б.И.* История развития и биомическая характеристика позднедевонского бассейна на западном склоне Среднего и Южного Урала. М.: Наука, 1968. 131 с.
16. *Чувашов Б.И., Анфимов А.Л., Сорока Е.И., Ярославцева Н.С.* О возрасте рудовмещающей толщи Сафьяновского месторождения (Средний Урал) на основе фораминифер // Докл. АН. 2011. Т. 439, № 5. С. 648–650.
17. *Ярославцева Н.С.* Характеристика рудовмещающей толщи Сафьяновского медноколчеданного месторождения, Средний Урал (на примере кремнисто-углеродистых отложений) // Типы седиментогенеза и литогенеза и их эволюция в истории Земли. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2008. С. 476–479.
18. *Ярославцева Н.С.* Минералого-геохимические особенности кремнисто-углеродистых отложений Сафьяновского колчеданного месторождения (Средний Урал) // Уральский минералогический сборник. № 16. Миасс–Екатеринбург: УрО РАН, 2009. С. 154–159.

Рецензент Л.И. Мизенс

Devonian non-carbonate Foraminifera shells of the ore-hosting sequence at Saf'yanovka deposit (Middle Ural)

B. I. Chuvashov*, A. L. Anfimov*, H. I. Soroka*, N. S. Yaroslavtseva**

*Institute of Geology and Geochemistry, Urals Branch of RAS

**Institute of Mineralogy, Urals Branch of RAS

For the first time in the ore-hosting sequence of Safyanov'ka deposit non-carbonate (apatite-quartz) shells of Foraminifera *Parathuramina aff. tamarae* L. Petrova, 1981 are defined. It is allowed to clarify the age of the volcanic and sedimentary rocks (upper Eifel-Givetian) and show shallow marine conditions of their formation. Non-calcareous Foraminifera have external and internal layers of the hyaline type wall with concentric structure. Previously, this type of wall in the Devonian shells of Foraminifera was not known.

Key words: carbonaceous-siliceous rocks, non-carbonate Foraminifera shells, ectoplasm, the hyaline type wall.