



<https://doi.org/10.32454/0016-7762-2022-64-2-47-56>
УДК 549: 553.5 (470.43)



МИНЕРАЛОГИЯ ИНТЕРЬЕРНО-ЮВЕЛИРНЫХ АММОНИТОВ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.А. ПЕТРОЧЕНКОВ^{1,*}, Е.Ю. БАРАБОШКИН²

¹ ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе»
23, Миклухо-Маклая ул., г. Москва 117997, Россия

² ФГБОУ «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»
1, Ленинские горы, г. Москва 119991, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Изделия из аммонитов пользуются в настоящее время повышенным спросом. Аммониты характеризуются разнообразием цветовых оттенков, форм и размеров, что позволяет изготавливать широкий спектр сувенирных и ювелирных изделий. Значительными ресурсами аммонитов интерьерного и ювелирно-поделочного качества обладает Россия, при этом они остаются минералогически слабо или полностью не изученными. В статье впервые приводятся минеральный состав и геммологические характеристики верхнеюрских интерьерно-ювелирных аммонитов Самарской области.

Цель — характеристика стратиграфического положения и минерального состава интерьерно-ювелирных аммонитов Самарской области.

Материалы и методы. Отобраны аммониты позднеюрского возраста (45 образцов) из основных мест их сбора. Выделены и изучены характерные типы аммонитов интерьерно-ювелирного качества. Комплекс исследований включал определение микротвердости (25 определений), плотность (12 определений), люминесценция (10 образцов), оптико-петрографический анализ (5 шлифов), количественное определение минерального и химического состава (3 пробы), электронно-зондовые исследования (2 образца).

Результаты. Для аммонитов характерен перламутровый слой с разноцветной иризацией. Аммониты состоят преимущественно из апатита, 21—70 мас.%, и кальцита, 21—87 мас.%. Присутствуют кварц, алюмосиликаты, гипс, пирит, цеолиты, гетит, ильменит, органическое вещество. Камеры раковин аммонитов выполнены фосфоритом и кальцитом. Стенки и перегородки раковин полностью утратили первоначальный арагонитовый состав и состоят из апатита, кальцита с включениями пирита. Из элементов-примесей в аммонитах фиксируются повышенные содержания Sr, до 0,17 мас.%, и Ba, до 0,01 мас.%. В кальците из элементов-примесей установлены содержания (мас.%): Mg — 0,17, Mn — 0,17, Fe — 1,14, Sr — 0,11, Y — 0,17.

Заключение. Впервые установлен минеральный и химический (включая микровключения и элементы примеси) состав аммонитов интерьерно-ювелирного качества. Аммониты Самарской области представляют коммерческий интерес в качестве интерьерных образцов. Фрагменты раковин могут использоваться в ювелирных изделиях. Сбор аммонитов проводится в береговых обрывах и зоне пляжа р. Волги, что не требует капитальных вложений и не нарушает экологию среды.

Ключевые слова: аммонит, верхнеюрские отложения, Волжский ярус, ювелирные материалы, кальцит, апатит, Самарская область

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: Работа выполнена в рамках темы госзадания АААА-А16-116033010096-8 (МГУ) с использованием оборудования, приобретенного по программе развития МГУ.

Для цитирования: Петроченков Д.А., Барабошкин Е.Ю. Минералогия интерьерно-ювелирных аммонитов Самарской области. *Известия высших учебных заведений. Геология и разведка*. 2022;64(2):47—56. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2022-64-2-47-56>

Статья поступила в редакцию 13.04.2022
Принята к публикации 05.09.2022
Опубликована 15.09.2022

* Автор, ответственный за переписку

MINERALOGY OF INTERIOR JEWELLERY AMMONITES OF THE SAMARA REGION

DMITRY A. PETROCHENKOV^{1,*}, EVGENY Yu. BARABOSHKIN²

¹ *Sergo Ordzhonikidze Russian State Geological Exploration University
23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117997, Russia*

² *M.V. Lomonosov Moscow State University
1, Leninskie Gory, Moscow 119991, Russia*

ABSTRACT

Background. Ammonite products are increasingly gaining in popularity. Ammonites are characterised by a variety of colour shades, shapes and sizes, making them suitable for manufacturing a wide range of souvenir and jewellery products. Russia enjoys significant resources of ammonites of interior and jewellery-ornamental quality; however, these materials remain insufficiently studied from the mineralogical point of view. This article presents the mineral composition and gemological characteristics of the Upper Jurassic interior jewellery ammonites of the Samara region for the first time.

Aim. To describe the stratigraphic position and mineral composition of interior jewellery ammonites of the Samara region.

Materials and methods. Late Jurassic ammonites (45 samples) were collected from a number of their main locations. The characteristic types of ammonites of interior-jewellery quality were distinguished and studied. Experiments included the determination of microhardness (25 determinations), density (12 determinations), luminescence features (10 samples), optical and petrographic analysis (5 thin sections), as well as the quantitative determination of mineral and chemical composition (3 samples), and electron probe studies (2 samples).

Results. Ammonites are characterized by the presence of a mother-of-pearl layer with multi-coloured iridescence. The ammonites under study consist mainly of apatite (21—70 wt. %) and calcite (21—87 wt. %) along with quartz, aluminosilicates, gypsum, pyrite, zeolites, goethite, ilmenite and organic matter. The chambers of ammonite shells are made of phosphorite and calcite. The walls and partitions of shells have completely lost their original aragonite composition and consist of apatite and calcite with pyrite inclusions. The increased content of Sr (up to 0.17 wt. %) and Ba (up to 0.01 wt. %) are recorded as trace elements in ammonites. Calcite contains the following trace elements (wt. %): Mg — 0.17, Mn — 0.17, Fe — 1.14, Sr — 0.11, and Y — 0.17.

Conclusion. The mineral and chemical (including microinclusions and trace elements) composition of interior-jewellery ammonites was established for the first time. The ammonites of the Samara region are of commercial interest as interior samples. Their shell fragments can be used in jewellery production. The ammonites under study can be collected along the coastal cliffs and beach area of the Volga river, thereby requiring no capital investments and producing no environmental pollution.

Keywords: ammonite, Upper Jurassic deposits, Volga Stage, jewellery materials, calcite, apatite, Samara region

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

Funding. The work was carried out within the framework of the theme of the state task AAAA16-116033010096-8 (MSU) using equipment purchased under the MSU Development Program.

For citation: Petrochenkov D.A., Baraboshkin E.Yu. Mineralogy of interior jewellery ammonites of the Samara region. *Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration*. 2022;64(2):47—56. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2022-64-2-47-56>

Manuscript received 13 April 2022

Accepted 5 September 2022

Published 15 September 2022

* Corresponding author

Аммониты, а также изделия из них пользуются в настоящее время повышенным спросом. Аммониты как поделочный и ювелирный материал входят в группу гидрогенных биоминеральных образований [1]. Аммониты характеризуются разнообразием цветовых оттенков, форм и размеров, положительными технологическими характеристиками, что позволяет изготавливать широкий спектр сувенирных и ювелирных изделий. На мировой рынок аммониты поступают преимущественно из Мадагаскара [13, 14], Марокко [8], Канады [10], а также России [3—5, 11]. Аммониты интерьерного и ювелирного качества известны и в Самарской области.

Аммониты коммерческого качества собираются у п. Кашпир от устья р. Кашпировка (рис. 1) и ниже по течению р. Волги на расстоянии 4,5 км. Это разрезы, в которых весьма представительным является пограничный интервал юры и мела, и поэтому они достаточно хорошо изучены [7, 9]. Аммониты связаны с отложениями верхнего подъяруса волжского яруса. Поздневолжские осадки совместно с отложениями берриаса (рязанского горизонта) формировались в мелководном эпиконтинентальном бассейне Русской плиты, образуя конденсированные разрезы, представленные преимущественно кварц-глауконитовыми песками с многочисленными фосфоритовыми горизонтами [2, 7]. Именно к этим фосфоритовым горизонтам

и приурочены находки аммонитов интерьерно-ювелирного качества.

Отложения и аммониты в различных местах сбора внешне близки. Слои с аммонитами представлены плотными известковистыми опоковидными песчаниками от серого до темно-серого цвета общей мощностью около 1,1 м (рис. 1В, 2А). Встречаются аммониты родов *Craspedites* (основное количество), *Kachpurites* и *Garniericeras* [6, 7]. Некоторые из аммонитов имеют уникальную сохранность [12].

Распределение аммонитов коммерческого качества неравномерное, в виде редких фосфатизированных ядер с остатками перламутровой раковины. Встречаются линзы и прослои мощностью 10—20 см, насыщенные аммонитами. Вместе с аммонитами присутствуют в большом количестве белемниты и двустворки. Иногда встречаются линзы песчаника со значительным количеством двустворок, относящихся в основном к роду *Buchia*. Сбор аммонитов осуществляется как в обнажениях, в бортах небольших оврагов, так и в зоне пляжа. Аммониты из песчаников извлекаются с большим трудом. Поэтому на месте сбора целесообразно оставлять аммониты в породе и осуществлять их препарирование в мастерской специальным инструментом. Аммониты небольшого размера — от 2 до 10 см в диаметре.



Рис. 1. Береговые обрывы р. Волги с выходами верхнеюрских отложений, устье р. Кашпировки (А); выходы известковистых опоковидных песчаников с аммонитами коммерческого качества (В)

Fig. 1. Coastal cliffs of the Volga River with outcrops of Upper Jurassic deposits, the mouth of the Kashpirovka River (А); outcrops of calcareous opoka-type sandstones with commercial quality ammonoids (В)

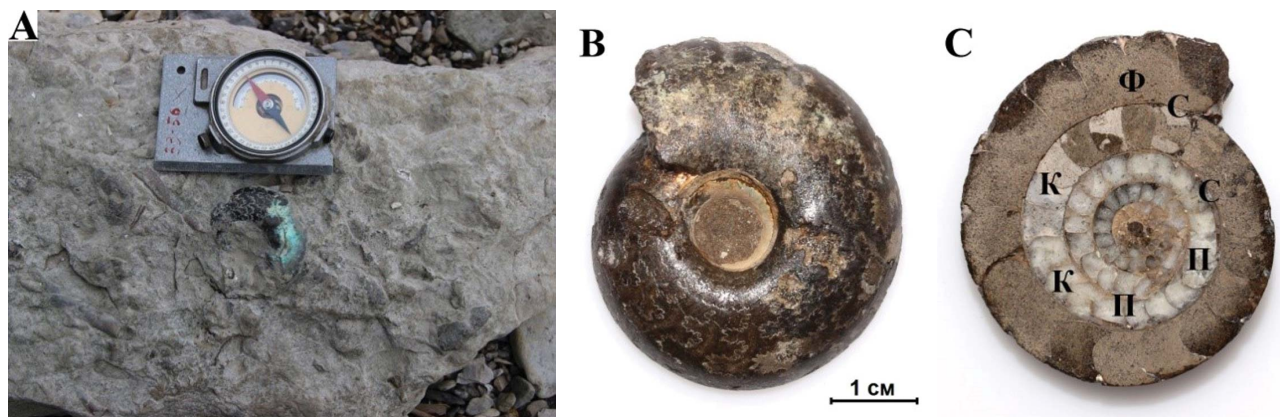


Рис. 2. Фрагмент известковистого опоковидного песчаника с включениями аммонитов (А); внешняя поверхность (В) и поверхность на распиле (С) аммонита рода *Craspedites*. К — кальцит, Ф — фосфорит, С — стенка и П — перегородка аммонита

Fig. 2. A fragment of calcareous opocoid sandstone with inclusions of ammonites (A); external (B) and internal (C) surfaces of ammonite of the genus *Craspedites*. К — calcite, Ф — phosphorite, С — wall and П — partition of ammonite

Собирают аммониты аналогичного качества и ниже по течению р. Волги в окрестностях п. Рудня. Сбор осуществляют на поле, в небольших оврагах и промоинах. Следовательно, слои с аммонитами коммерческого качества протягиваются на многие километры. В статье впервые приведены данные по минералогии аммонитов интерьерного и ювелирного качества, охарактеризованы их технологические характеристики.

Материалы и методы

Из основных мест сбора отобраны аммониты позднеюрского возраста (45 образцов). Аммониты препарировались, распиливались, полировались. По декоративным и технологическим характеристикам выделены характерные группы аммонитов, типичные образцы которых были детально изучены. Комплекс исследований аммонитов интерьерного и ювелирного качества проведен в лабораториях МГРИ, ФГБУ «ВИМС», ФГБУ «ИГЕМ» РАН. Он включал определение микротвердости (25 определений), плотности (12 определений), люминесценции (10 образцов), оптико-петрографический анализ (5 шлифов), количественное определение минерального и химического состава (3 пробы), электронно-зондовые исследования (2 образца).

Количественное определение химического состава аммонитов выполнено методом рентгеновского флуоресцентного анализа (РФА) на вакуумном спектрометре последовательного действия «Axios MAX Advanced». Оптико-петрографический анализ выполнен с использованием микроскопов «Полам Р-112» и «Leika DMRX». Микротвердость

определялась на микротвердометре «ПМТ-3» с нагрузкой массой 50 г и выдержкой 15 сек. Плотность образцов определялась гидростатическим методом на электронных весах «Sartorius Gem G 150D». Люминесценция изучалась под ультрафиолетовой лампой «Multispec System Eickhorst» с $\lambda = 254$ и 365 нм. Минеральный состав определялся рентгенографическим количественным фазовым анализом (РКФА) на дифрактометре «X'Pert PRO MPD». Электронно-зондовые исследования выполнены на микроанализаторе «Jeol JXA-8100», позволяющем получить химический состав по данным рентгеноспектрального микроанализа (РСМА), провести анализ образцов в обратнорассеянных электронах (ОРЭ). Содержание кислорода рассчитывалось по стехиометрии.

Результаты

По данным РКФА аммониты состоят (мас.%): апатит — 21—70, кальцит — 21—87, кварц — 1—5, присутствуют: гипс — до 1, пирит — до 2, фиксируются: цеолиты — <1, гидрослюда — <1 и калиевый полевой шпат (КПШ), гетит, рентгеноаморфная фаза (РАФ) — следы. Арагонит, выполняющий стенки и перегородки исходной раковины, не фиксируется (табл. 1). Различия в содержаниях минералов обусловлено характером минерализации камер. В одних раковинах аммонитов камеры выполнены преимущественно фосфоритом, в других кальцитом. Кварц, цеолиты, гидрослюда и КПШ связаны с исходным морским осадком. Апатит, кальцит, гипс, пирит, гетит — минералы, образованные в процессе диагенеза

аммонитов. По минеральному составу аммониты выделены в кальцит-апатитовый тип [3].

Химический состав аммонитов характеризуется высокими содержаниями P_2O_5 , CaO и SiO_2 , отражающими содержания апатита, кальцита и кварца. Содержания S связаны с пиритом и гипсом; Na_2O , Al_2O_3 , K_2O — с алюмосиликатами; MgO и MnO отражают элементы-примеси в кальците и апатите (табл. 2). Из элементов-примесей фиксируются повышенные содержания Sr — до 0,17 мас.% и Ba — до 0,011 мас.% (табл. 3).

Внешний перламутровый слой аммонитов преимущественно не сохраняется. На ядрах аммонитов иногда отчетливо видны лопастные линии. Сохранившийся перламутровый слой тонкий — менее 1 мм, с иризацией зеленого, желтовато-оранжевого цвета. Для изготовления кабошонов аммонита он не пригоден. Стенки и перегородки камер по толщине не превышают 0,8 мм, светло-серого и серого цвета, непрозрачные или слабо просвечивающие. Блеск стеклянный, матовый. Плотность 2,60—2,71 г/см³. Люминесценция слабая, зональная, зеленоватым цветом. Микротвердость стенок камер в среднем составляет 152 кг/мм².

Кальцит, выполняющий неразрушенные камеры раковин аммонитов, часто бесцветный прозрачный или полупрозрачный, а также непрозрачный белого цвета и просвечивающий серого цвета. Обычно все три разновидности встречаются в одной раковине и даже в одной камере (рис. 2С). Кальцит плотный, разламывается с трудом, излом раковистый. Плотность от 2,43 до 2,61 г/см³.

Люминесценция зональная, проявляется слабо-зеленоватым цветом. Микротвердость кальцита от 180 до 257 кг/мм². Кальцит хорошо полируется до стеклянного блеска.

Основная часть раковин, включающая жилые и разрушенные газовые камеры, выполнена фосфоритом. Фосфорит серого цвета, различных оттенков, редко черный в виде небольших локальных участков, разламывается с трудом, излом раковистый (рис. 2С). Плотность 2,32—2,40 г/см³. Люминесценция слабая, зональная, зеленоватым цветом. Микротвердость от 167 до 228 кг/мм². Фосфорит пористый, плохо полируется.

Пирит в аммонитах встречается в виде редкой мелкой вкрапленности. Редко встречаются

Таблица 1. Минеральный состав аммонитов по данным РКФА

Table 1. Mineral composition of ammonites according to RKFA data

Характеристика аммонитов	Минеральный состав	Содержание, мас. %
Камеры выполнены кальцитом и фосфоритом	Кальцит	21—87
	Апатит	12—70
	Кварц	1—5
	Гипс	Следы-1
	Пирит	Следы-2
	Цеолит	<1
	Гидролюда	<1
	КПШ	Следы
	РАФ	Следы
	Гетит	Следы

Таблица 2. Химический состав аммонитов по данным РФА
 Table 2. Chemical composition of ammonites according to RFA data

Содержание компонента, мас. %											
Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	K_2O	CaO	TiO_2	MnO	Fe_2O_3	P_2O_5	S	ППП*
0,14	0,30	0,20	0,42	0,01	53,18	0,01	0,38	1,84	4,93	0,41	38,31
0,65	0,38	0,24	2,38	0,07	43,47	0,03	0,16	1,62	27,52	1,75	21,04
0,47	0,52	1,16	12,34	0,23	33,85	0,07	0,11	2,25	38,17	1,36	9,22

Примечание: * потери при прокаливании.

Note: * loss on ignition.

Таблица 3. Содержание элементов-примесей в аммонитах по данным РФА
 Table 3. The content of impurity elements in ammonites according to the RFA data

Содержание элемента, мг/кг ($\times 10^{-4}$ мас. %)												
Cr	V	Ni	Cu	Zn	Rb	Sr	Ba	U	Th	Y	Pb	As
<10	<10	<10	<10	<10	<10	350	36	<10	<10	11	<10	<10
<10	<10	28	12	14	10	1696	63	11	<10	38	<10	<10
19	18	39	<10	38	12	1275	113	<10	<10	47	15	<10

хорошо видимые выделения пирита в фосфорите. В них пирит образует тонкие, 0,1—1,0 мм прожилки вдоль стенок и перегородок раковины, а также мономинеральные выделения до 1 см². Микро- твердость пирита 1310 кг/мм².

Декоративность аммонитов невысокая, значи- тельно уступает аммонитам Ярославской области [4], что ограничивает использование их в каче- стве интерьерных образцов и ювелирно-поделоч- ного материала. В ряде случаев изготавливают ка- бошоны в виде триплета с прокладкой из фольги, существенно повышающей их декоративность.

В прозрачных шлифах и ОРЭ отчетливо прояв- лены стенки, перегородки, камеры, выполненные кальцитом и фосфоритом (рис. 3А, В, 4А). Стен- ки аммонита толщиной 0,15—0,30 мм, перего- родки — 0,03—0,06 мм. Исходные арагонитовые слои раковины не сохранились и полностью заме- щены апатитом и кальцитом (рис. 3, 4D—F). Апатит преимущественно выполняет краевые зоны стенок и перегородок раковины, кальцит — центральные. Фрагментарно сохраняется структура арагонито- вых пластинчатых слоев, с которой связана ири- зация внешних стенок раковины. На отдельных участках стенок и перегородок раковины апатит выполняет их центральные зоны, замещая кальцит. В результате замещения образуются большое количество мелких пор и выделения пирита (рис. 4D, F). Многие центральные фрагменты стенок и пере- городок выполнены кальцитом, размер кристал- лов которых соответствует их толщине. Соседние кристаллы имеют как близкую, так и различную ориентировку (рис. 3В).

Неразрушенные камеры аммонита выполнены кальцитом. Кристаллы преимущественно изомет- ричной формы, плотно сросшиеся, разноориен- тированные, размером от 0,1 до 1,5 мм. Структу- ра гранобластовая (рис. 3В). Последовательного образования слоев с различной структурой, ха- рактерной для многих объектов, не наблюдает- ся [4]. В ОРЭ кальцит однородного серого цвета. Вдоль стенок и перегородок раковины кальцит содержит большое количество мелких, до 10 мкм, пор и минеральных включений (рис. 4А, D, F). Ко- личество включений и пор в кальците централь- ных частей камер незначительно.

Разрушенные камеры выполнены фосфоритом, состоящим из большого числа мелких минера- лизованных раковин фосфоритов, пеллет, а также включений кварца, алюмосиликатов, сцементи- рованных апатитом и в меньшей степени кальци- том (рис. 3С, 4А—С). Раковины фосфоритов пре- имущественно вытянутой призматической формы, размером до 1 мм по длине и до 0,06 мм по ши- рине. Присутствуют раковины овальной и округ- лой формы диаметром до 0,1 мм. Минерализова- ны раковины преимущественно апатитом, часть из них — кальцитом, который занимает внутрен- нее пространство. При подготовке образца цен- тральные части раковин часто не сохраняются, увеличивая пористость фосфорита.

Цемент фосфорита образован тонкозернистым апатитом и кальцитом, содержит большое ко- личество мелких пор и включений пирита (рис. 4А—С). Кальцит образует небольшие фрагменты в фосфорите с более крупным размером кристал- лов — до 0,2 мм. Кристаллы изометричной формы,

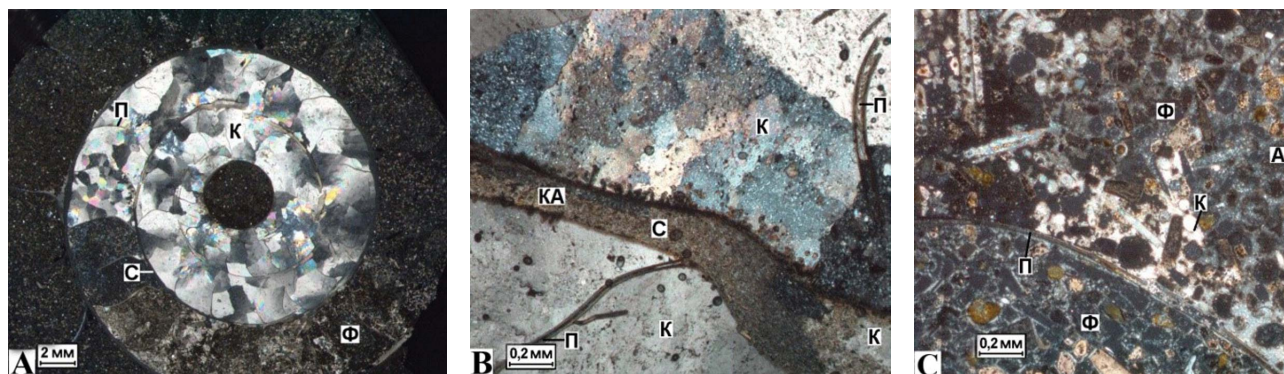


Рис. 3. Прозрачные шлифы аммонита. С анализатором. А — общий вид аммонита; В — стенка, перегородки, камеры, выполненные кальцитом; С — перегородка и камеры, выполненные фосфоритом. С — стенка и П — перегородка аммонита, Ф — фосфорит, К — кальцит, КА — смесь кальцита и апатита, А — апатит
Fig. 3. Transparent ammonite plumes. With an analyzer. А — a general view of ammonite; В — a wall, partitions, chambers made of calcite; С — a partition and chambers made of phosphorite. С — wall and П — partition of ammo- nite, Ф — phosphorite, К — calcite, КА — a mixture of calcite and apatite, А — apatite

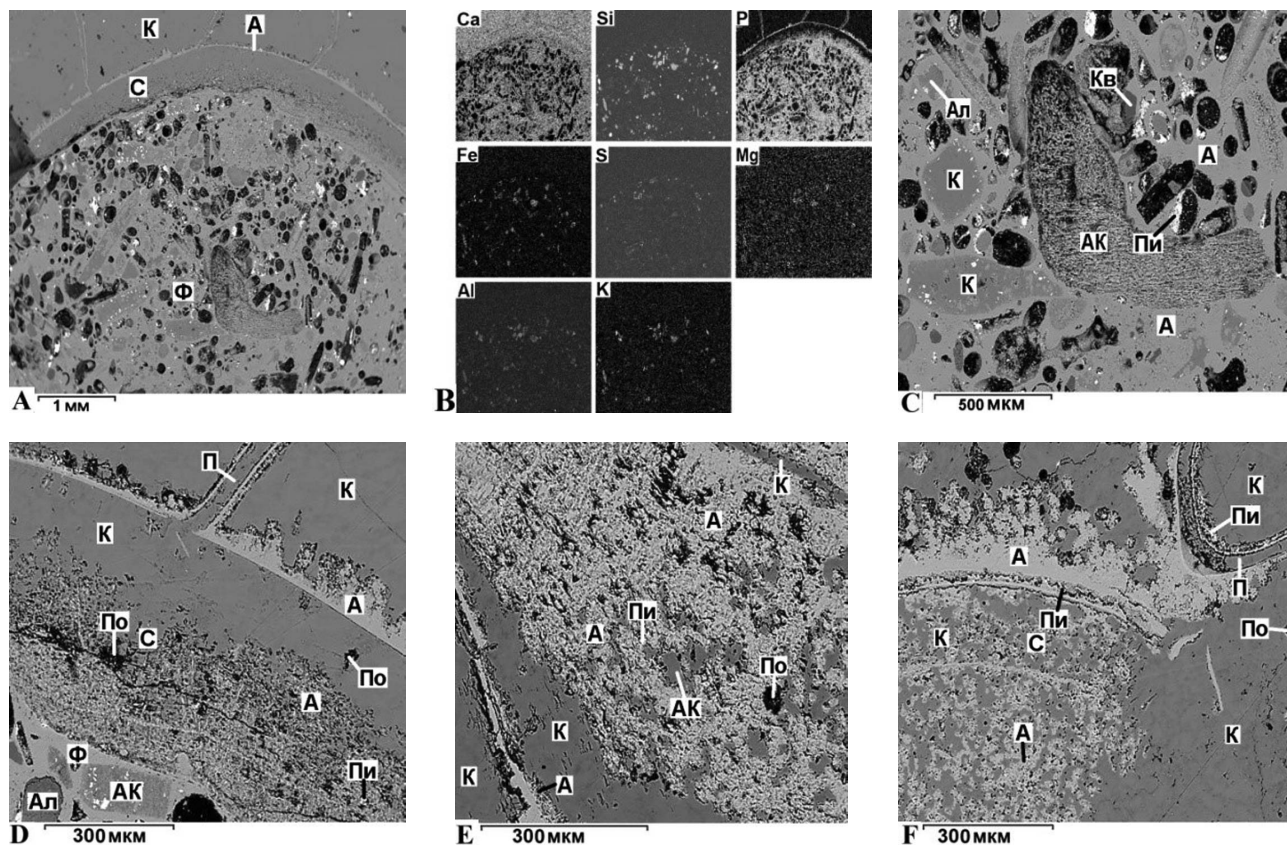


Рис. 4. Камеры, выполненные кальцитом и фосфоритом (А, В); фрагмент фосфорита (С); стенка, перегородка камеры, выполненные кальцитом и фосфоритом (D); фрагмент стенки (E); камера, выполненная кальцитом, с фрагментами стенки и перегородки (F). Микрозонд, ОРЭ (А, С-Ф) и ХРИ (В). С — стенки и П — перегородка аммонита, Ф — фосфорит, К — кальцит, А — апатит, АК — тонкозернистая смесь апатита и кальцита, Ал — алюмосиликат, Пи — пирит, Кв — кварц, По — поры

Fig. 4. Chambers made of calcite and phosphorite (A, B); phosphorite fragment (C); wall, partition of the chamber made of calcite and phosphorite (D); wall fragment (E); chamber made of calcite with wall and partition fragments (F). Microprobe, ORE (A, C-F) and XRI (B). C — walls and П — partition of ammonite, Ф — phosphorite, К — calcite, А — apatite, АК — fine-grained mixture of apatite and calcite, Ал — aluminosilicate, Пи — pyrite, Кв — quartz, По — Pores

разноориентированы. Такие фрагменты в фосфорите более светлого цвета.

Кальцит, выполняющий камеры, по данным РСМА, из элементов-примесей содержит в среднем (мас.%): Mg — 0,17, Mn — 0,17, Fe — 1,14,

Sr — 0,11, Y — 0,17 (табл. 4). Характерной особенностью кальцита в аммонитах Самарской области являются устойчивые содержания Y. Нахождение Y в кальците неясно и требует дальнейшего изучения. Кальцит, входящий в состав фосфорита,

Таблица 4. Химический состав кальцита в аммонитах по данным РСМА
Table 4. Chemical composition of calcite in ammonites according to RSMA data

Содержание элемента, мас.%						
Mg	Mn	Fe	Sr	Y	Ca	O
0,00—0,31*	0,00—0,33	0,00—1,92	0,00—0,27	0,00—0,41	34,99—37,34	14,54—16,09
0,17	0,17	1,14	0,11	0,17	36,11	15,35

Примечание: * над чертой минимальные и максимальные значения, под чертой — средние по 29 спектрам.

Note: * above the line are the minimum and maximum values, below the line are the averages over 29 spectra.

не содержит Y, Mn и Fe, что отличает его от кальцита, выполняющего стенки, перегородки и камеры раковины.

По данным РСМА, в апатите фиксируется большое количество элементов. По химическому составу апатит относится к фторгидроксиапатиту. Содержание F от 3,44 до 7,37 мас.%. Отметим устойчивые высокие содержания Na — в среднем 0,67 мас.% и эпизодические Mg — до 0,23 мас.% и Fe — до 0,73 мас.%. Содержание Fe связано с микровключениями пирита. Значимых отличий в химическом составе апатита различных частей раковины не наблюдается.

Включения алюмосиликатов имеют преимущественно микронную размерность. Более крупные включения достигают 60 мкм (рис. 4С). По данным РСМА, для них характерны высокие содержания (мас.%): Fe — до 14,24, K — до 5,80, Al — до 5,54, Mg — до 2,64 и низкие Na — до 0,31, P — до 0,72, Ca — до 1,00. В отдельных спектрах фиксируются также содержания (мас.%): Sr — до 0,61, Y — до 0,22 и Cl — до 0,15. Содержания Fe, Mg, P, Ca, Sr, Y и Cl могут быть связаны с попаданием в спектр кальцита, апатита, пирита, с которыми алюмосиликаты ассоциируют. Включения кварца изометричной угловатой формы размером около 40 мкм (рис. 4С).

Пирит присутствует в виде микронных глобулярных включений, образующих более крупные вытянутые, реже изометричные выделения размером до 20 мкм. Пирит присутствует в фосфорите, перегородках, стенках и значительно реже в камерах раковины, выполненных кальцитом (рис. 4С—F). В пирите элементы-примеси не фиксируются. Пирит является более поздним минералом, образующимся в процессе замещения арагонита, алюмосиликатов, и располагается преимущественно в порах. Пирит вторично замещается гетитом.

Аммониты интерьерно-ювелирного качества из верхнеюрских отложений собираются и в Ульяновской области в окрестностях д. Марьевка. Аммониты из верхнеюрских отложений у п. Кашпир

и д. Марьевка близки по внешнему виду, минеральному и химическому составу. Отметим ряд различий. В аммонитах Самарской области апатит содержит существенно более высокие содержания F, кальцит — повышенные содержания Sr и Y. Содержания Mg, Mn и Fe в кальците, выполняющем неразрушенные камеры аммонитов, близки. При этом эти элементы-примеси не фиксируются в кальците, выполняющем жилые и разрушенные камеры. Близок и химический состав алюмосиликатов, характеризующийся высокими содержаниями Fe.

Приведенные данные показывают, что минерализация аммонитов двух объектов, расположенных на расстоянии около 30 км, проходила при близких физико-химических условиях с аналогичным минеральным составом донных отложений. Ряд отмеченных особенностей химического состава кальцита и апатита позволяет отличить аммониты этих районов.

Заключение

Основными минералами, образующими раковины верхнеюрских аммонитов Самарской области, являются кальцит и апатит. Кальцит выполняет перегородки и стенки аммонита, неповрежденные камеры, является цементом в фосфорите. Апатит выполняет фосфатизированные камеры и вместе с кальцитом перегородки и стенки аммонита. В аммонитах установлены минеральные включения: кварц, плагиоклаз, гидрослюда, гипс, пирит, цеолиты, гетит. Исходный арагонит раковин аммонитов не сохранился. Установленные минеральный и химический состав аммонитов, включая микровключения и элементы-примеси, позволяют проводить их идентификацию.

Декоративность верхнеюрских аммонитов невысокая, что ограничивает использование их в качестве интерьерных образцов и ювелирно-поделочного материала. Аммониты могут собираться в береговых обрывах и зоне пляжа р. Волги, что не требует капитальных вложений и не нарушает экологию среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буканов В.В. Цветные камни и коллекционные минералы. Энциклопедия. СПб., 2014. 464 с.
2. Морозов А.Ф. 400 миллионов лет геологической истории южной части Восточной Европы // Серия аналитических обзоров «Очерки по региональной геологии России». Вып. 1. М.: Геокарт, 2005. С. 201—258.
3. Петроченков Д.А., Быховский Л.З. Ювелирно-поделочные аммониты: проблемы оценки и перспективы добычи // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2018. № 4. С. 15—22.
4. Петроченков Д.А. Минеральный состав и геммологические характеристики интерьерно-ювелирных аммонитов Ярославской области // Вестник

- института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2019. № 2. С. 22—28.
5. *Петроченков Д.А., Барабошкин Е.Ю.* Коллекционные, интерьерные и ювелирные аммониты из отложений нижнего апта Ульяновской области // Отечественная геология. 2019. № 1. С. 79—88.
 6. *Рогов М.А.* Стратиграфия нижневолжских отложений Русской плиты // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2002. Т. 10. № 4. С. 35—51.
 7. *Рогов М.А., Барабошкин Е.Ю., Гужииков А.Ю. и др.* Границы юры и мела в Среднем Поволжье. Путеводитель экскурсии «Международная научная конференция по проблеме границы юрской и меловой системы». 7—13 сентября 2015 г. г. Самара (Россия). Самара: ФГБОУ Сам ГТУ, 2015. 130 с.
 8. *Bockwinkel J., Becker R.T., Ebbighausen V.* Late Givetian ammonoids from Hassi Nebech (Tafilalt Basin, Anti-Atlas, southern Morocco) // Fossil Record. 2013. Vol. 16 (1). P. 5—65.
 9. *Mitta V.V.* The Ryazanian (basal Lower Cretaceous) standard zonation: state of knowledge and potential for correlation with the Berriasian primary standard // NCUCS Jahrbuch for Geologic and Palaeontologic Abhandlugen. 2017. Vol. 286. P. 141—157.
 10. *Mikhalyuk K.* Updated information on the production of aircraft in Southern Alberta, Canada // Precious stones and gemology. 2009. Vol. 45. No. 3. P. 192—196.
 11. *Radko V.A., Ananyev S.A., Petrochenkov D.A., et al.* Iridessent Ammonite Fossil shell Material from Norilsk, Krasnoyarsk Krai, Russia // Journal of Gemmology. 2021. No. 37 (6). P. 608—617.
 12. *Rogov M.A.* Pseudoinversion of septal sutures in Middle Jurassic-Lower Cretaceous non-heteromorph ammonites // Swiss Journal of Palaeontology. 2019. Vol. 138. P. 163—176.
 13. *Zakharov Y.D., Tanabe K., Shigeta Y., et al.* Early Albian marine environments in Madagascar: An integrated approach based on oxygen, carbon and strontium isotopic data // Cretaceous Research. 2016. Vol. 58. P. 29—41.
 14. *Walaszczyk I., Kennedy W.J., Dembicz K., et al.* Ammonite and inoceramid biostratigraphy and biogeography of the Cenomanian through basal Middle Campanian (Upper Cretaceous) of the Morondava Basin, western Madagascar // Journal of African Earth Sciences. 2014 Vol. 89. P. 79—132.

REFERENCES

1. *Bukanov V.V.* Colored stones and collectible minerals. Encyclopedia. St. Petersburg, 2014. 464 p.
2. *Morozov A.F.* 400 million years of geological history of the southern part of Eastern Europe // Series of analytical reviews "Essays on regional geology of Russia". Issue 1. Moscow: Geocart, 2005. P. 201—258.
3. *Petrochenkov D.A., Bykhovsky L.Z.* Jewelry and ornamental ammonites: problems of evaluation and prospects of extraction // Mineral resources of Russia. Economics and management. 2018. No. 4. P. 15—22.
4. *Petrochenkov D.A.* Mineral composition and gemmological characteristics of interior jewelry ammonites of the Yaroslavl region // Bulletin of the Institute of Geology of Komi NC UrO RAS. 2019. No. 2. P. 22—28.
5. *Petrochenkov D.A., Baraboshkin E.Yu.* Collectible, interior and jewelry ammonites from the deposits of the lower Aptian of the Ulyanovsk region // Domestic geology. 2019. No. 1. P. 79—88.
6. *Rogov M.A.* Stratigraphy of the Lower Volga deposits of the Russian Plate // Stratigraphy. Geological correlation. 2002. Vol. 10. No. 4. P. 35—51.
7. *Rogov M.A., Baraboshkin E.Yu., Guzhikov A.Yu., et al.* The boundaries of the Jurassic and Cretaceous in the Middle Volga region. The guide of the excursion "International scientific conference on the problem of the Jurassic and Cretaceous system boundary". Samara: FGOBU Sam GTU, 2015. 130 p.
8. *Bockwinkel J., Becker R.T., Ebbighausen V.* Late Givetian ammonoids from Hassi Nebech (Tafilalt Basin, Anti-Atlas, southern Morocco) // Fossil Record. 2013. Vol. 16 (1). P. 5—65.
9. *Mitta V.V.* The Ryazanian (basal Lower Cretaceous) standard zonation: state of knowledge and potential for correlation with the Berriasian primary standard // NCUCS Jahrbuch for Geologic and Palaeontologic Abhandlugen. 2017. Vol. 286. P. 141—157.
10. *Mychaluk K.* Update on Ammolite production from Southern Alberta, Canada // Gems & Gemology. 2009. Vol. 45. № 3. P. 192—196.
11. *Radko V.A., Ananyev S.A., Prtochenkov D.A., et al.* Iridescent Ammonite Fossil Shell Material from Norilsk, Krasnoyarsk Krai, Russia // Journal of Gemmology. London. 2021. No 37 (6). P. 608—617.
12. *Rogov M.A.* Pseudoinversion of septal sutures in Middle Jurassic-Lower Cretaceous non-heteromorph ammonites // Swiss Journal of Palaeontology. 2019. Vol. 138. P. 163—176.
13. *Zakharov Y.D., Tanabe K., Shigeta Y., et al.* Early Albian marine environments in Madagascar: An integrated approach based on oxygen, carbon and strontium isotopic data // Cretaceous Research. 2016. Vol. 58. P. 29—41.
14. *Walaszczyk I., Kennedy W.J., Dembicz K., et al.* Ammonite and inoceramid biostratigraphy and biogeography of the Cenomanian through basal Middle Campanian (Upper Cretaceous) of the Morondava Basin, western Madagascar // Journal of African Earth Sciences. 2014 Vol. 89. P. 79—132.

ВКЛАД АВТОРОВ / AUTHORS CONTRIBUTIONS

Петроченков Д.А. — внес вклад в разработку концепции статьи, подготовил текст статьи, окончательно утвердил публикуемую версию статьи и согласен принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Барабошкин Е.Ю. — внес вклад в палеонтологические и стратиграфические аспекты статьи, выполнил перевод на английский язык, утвердил публикуемую версию статьи и согласен принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Dmitry A. Petrochenkov — contributed to the development of the concept of the article, prepared the text of the article, finally approved the published version of the article and agreed to assume responsibility for all aspects of the work.

Evgeny Yu. Baraboshkin — contributed to the paleontology and stratigraphy aspects of the article, completed a translation into English, approved the published version of the article and agrees to assume responsibility for all aspects of the work.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Петроченков Дмитрий Александрович* — кандидат геолого-минералогических наук, доцент, заведующий кафедрой минералогии и геммологии ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе».

23, Миклухо-Маклая ул., г. Москва 117997, Россия

E-mail: p-d-a@mail.ru

Dmitry A. Petrochenkov* — Cand. of Sci. (Geol. and Mineral), Assoc. Director, of the Department Mineralogy and Gemology of the Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting.

23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117997, Russia

E-mail: p-d-a@mail.ru

Барабошкин Евгений Юрьевич — доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры региональной геологии и истории Земли геологического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

1, Ленинские горы, г. Москва 119991, Россия

E-mail: ejbaraboshkin@mail.ru

Evgeny Yu. Baraboshkin — Cand. of Sci. (Geol. and Mineral), Professor of the Department of Regional Geology and History Geological of the M.V. Lomonosov Moscow State University.

1, Leninskie Gory, Moscow 119991, Russia

E-mail: ejbaraboshkin@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author