ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА
2019, № 1

МИНЕРАЛОГИЯ, ПЕТРОГРАФИЯ, ЛИТОЛОГИЯ

УДК 553.8 (470.621)

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ И ГЕММОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕИСТИКИ ЮВЕЛИРНО-ПОДЕЛОЧНЫХ АММОНИТОВ РЕСПУБЛИКИ АДЫГЕЯ

Д.А. ПЕТРОЧЕНКОВ

ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе»
23, Миклухо-Маклая ул., г. Москва 117997, Россия
e-mail: p-d-a@mail.ru.

Впервые приведены данные по минеральному составу и геммологические характеристики ювелирно-поделочных аммонитов Республики Адыгея. Аммониты состоят преимущественно из кальцита с включениями кварца, глауконита, каолинита, арагонита, пирита, апатита и гематита. Стенки и перегородки раковин преимущественно утратили исходный арагонитовый состав и состоят из кальцита с включениями пирита и апатита. Арагонит сохраняется фрагментарно в стенках и перегородках раковин. Из элементов-примесей кальцит содержит в среднем, мас. %: Mg 0,62, Mn 0,31 и Fe 1,26. Цвет и прозрачность кальцита определяется структурными особенностями кристаллов и минеральными включениями. Аммониты Республики Адыгея имеют широкий диапазон размеров и связаны с отложениями нижнего мела. По декоративности и технологическим характеристикам аммониты могут использоваться в качестве ювелирно-поделочного материала для изготовления широкого ассортимента изделий.

Ключевые слова: ювелирно-поделочное сырьё; ювелирные изделия; аммониты; кальцит; нижнемеловые отложения.

DOI:10.32454/0016-7762-2019-1-32-38

MINERAL COMPOSITION AND GEMOLOGICAL CHARACTERISTICS OF JEWELRY-ORNAMENTAL AMMONITES OF THE REPUBLIC OF ADYGEA

D.A. PETROCHENKOV

Russian State Geological Prospecting University
23, Miklouho-Maklay's street, Moscow 117997, Russia
e-mail: p-d-a@mail.ru

For the first time, data on the mineral composition and gemological characteristics of the jewelry-ornamental ammonites of the Republic of Adygea have been presented. Ammonites consist mainly of the calcite with inclusions of quartz, glauconite, kaolinite, aragonite, pyrite, apatite and hematite. The walls and partitions of the shells mainly lost the original aragonite composition and consist of calcite with inclusions of pyrite and apatite. Aragonite is preserved fragmentary in the walls and partitions of the shells. Calcite contains some elements-admixture, which average volumes, (wt. %), are: Mg 0,62, Mn 0,31 and Fe 1,26. The color and transparency of calcite is determined by the structural features of the crystals and mineral inclusions. Ammonites of the Republic of Adygea have a wide range of sizes and are associated with sediments of the lower Cretaceous. According to the decorative and technological characteristics ammonites can be used as a jewelry-ornamental material for the production of a wide range of ware.

Keywords: jewelry and ornamental raw materials; jewelry; ammonites; calcite; Lower Cretaceous sediments.

В последние десятилетия высоким спросом на мировом рынке стали пользоваться коллекционные и интерьерные аммониты, а также изделия из них. В ряде стран (Марокко [8], Мадагаскар [10, 11]) аммониты являются важным элементом экспорта. Высоко ценятся канадские аммониты с яркой цветной иризацией ископаемого перламутра [9]. Аммониты, а также изделия из них поступают на российский и мировой рынки из ряда областей РФ [1, 6, 7]. Попутно с аммонитами добываются и другие виды ювелирно-поделочного сырья, основным из которых являются септарии.

Аммониты интерьерного и ювелирно-поделочного качества известны и в Республике Адыгея. Автором впервые приведены результаты их детального минералогического, геохимического и геммологического исследований.

Методы исследования

Комплекс исследований аммонитов проведён на кафедре минералогии и геммологии МГРИ, в ФГУП «ВИМС» и ИГЕМ (РАН). Он включал определение микротвёрдости, люминесценции, описание прозрачных шлифов, количественное определение химического и минерального составов, электронно-микроскопические и электронно-зондовые исследования.

Количественное определение химического состава выполнено методом рентгеноспектрального флюоресцентного анализа (РФА). Минеральный состав устанавливался рентгенографическим количественным фазовым анализом (РКФА) на установке «X° Pert PRO MPD». Измерение микротвёрдости проведено на микротвердометре «ПМТ-3» с нагрузкой весом 50 г и выдержкой 15 с. Люминесценция изучалась под ультрафиолетовой лампой «Multispec System Eickhorst» с λ 250 и 365 нм. Описание прозрачных шлифов проведено под микроскопом «Полам Р-112». Электронно-зондовые исследования выполнены на микроанализаторе «Jeol JXA-8100», позволяющим определять содержания элементов методом локального рентгеноспектрального микроанализа (РСМА), провести анализ образцов в обратнорассеянных электронах (ОРЭ). Электронно-микроскопическое изучение образцов проведено на растровом электронном микроскопе (РЭМ) «Tesla BS-301».

Стратиграфическое положение аммонитов

Аммониты, поступающие на рынок, собираются преимущественно в долине р. Белая и её левых притоках — реках Полковницкая, Курджипс, Пшеха, которые находятся на территории Республики Адыгея и частично на прилегающих территориях Краснодарского края. Аммониты интерьерного и ювелирно-поделочного качества связаны с верхнеаптскими отложениями нижнего мела [2].

Верхний аптский подъярус (K_1a_2). В нижней части разреза залегает конгломерат буровато-серого цвета мощностью до 0,8 м. Конгломерат состоит из гальки кварца, сидерита, известняка, конкреций ожелезнённого глинистого песчаника размером до 20 см. Выше залегают глины и алевролиты, а в верхней части разреза расположены тёмно-серые и желтовато-серые кварцево-глауконитовые алевролиты и мелкозернистые песчаники, содержащие горизонты известковистых конкреций и септарий удлинённо-овальный формы, размером до 2 м (рис. 1, *а*, *б*). Мощность отложений до 110 м. Верхнеаптские отложения перекрываются песками палеогена. Встречаются аммониты: Zurcherella, Colombiceras (рис. 1, *в*), Pseudohaploceras, Ammonitoceras, Lytoceras и др. Гетероморфные аммониты представлены: Helycancyloceras, Diadochoceras, Hamites и др., а наутилусы: Cymatoceras [3–5].

Аммониты хорошей сохранности встречаются только в известковистых конкрециях (рис. 1, *в*). Раковины сохраняют перламутровый слой, частично или полностью минерализованны (рис. 1, *в*; *2, а, б*). Конкреции плотные, разбиваются с большим трудом, что требует использования специального инструмента. Конкреции могут содержать аммониты, в том числе и в большом количестве, а могут быть «пустыми». По внешнему виду они не различаются. Для аммонитов характерен широкий

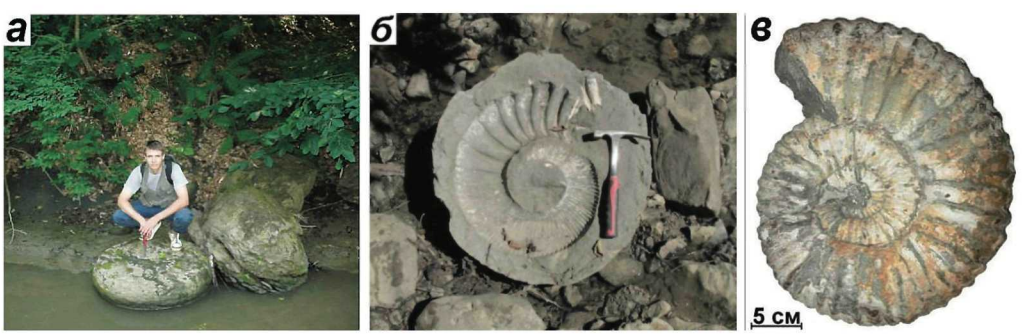

Рис. 1. Крупные конкреции, вымытые из верхнеаптских отложений в приустьевой части р. Полковницкая (*а*); отпечаток крупного аммонита в известковистой конкреции (*б*) и аммонит рода Colombiceras (*в*)

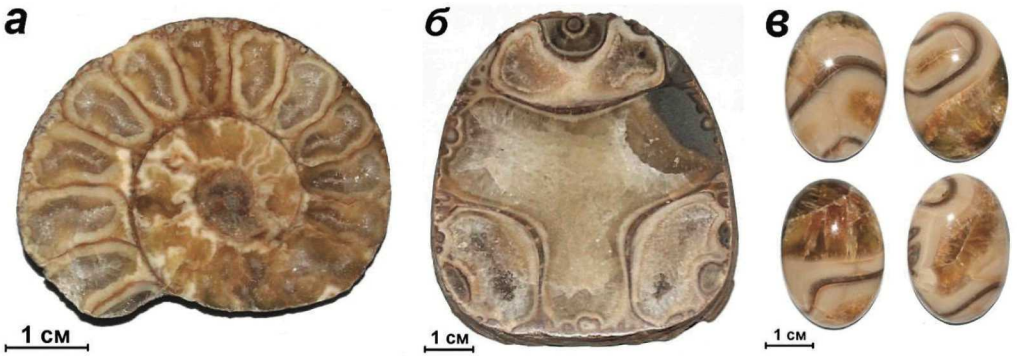

Рис. 2. Продольный (*а*) и поперечные (*б*) полированные распилы аммонитов; кабошоны, изготовленные из фрагментов аммонитов (*в*)

диапазон размеров. В основном размер аммонитов 5—15 см, отдельные экземпляры достигают 1 м. Наутилусы по декоративности близки к аммонитам. Их размер не превышает 20 см, обычно менее 10 см. Небольшие до 5 см в диаметре раковины ювелирного качества могут использоваться в виде продольных полировок (рис. 2, *а*), фрагменты крупных — для изготовления поперечных срезов и кабошонов (рис. 2, *б*, *в*). Крупные аммониты используют в ландшафтном дизайне, в интерьере помещений для изготовления столешниц, мозаичных панно.

В тёмно-серых глинах также встречаются аммониты, но в отличие от аммонитов из конкреций, они не минерализованы, в результате легко разрушаются. Иногда в конкрециях встречаются обломки окаменелого дерева, преимущественно карбонатного состава. Оно не плотное, легко разрушается и в качестве ювелирно-поделочного материала непригодно.

Верхнеаптские отложения широко распространены на территории и дренируются многочисленными реками и ручьями. В результате в русло поступает ежегодно большой объём конкреций с фоссилиями (рис. 1, *а*), что позволяет без капитальных вложений осуществлять их добычу, не нарушая экологию среды.

Результаты исследований

По данным РКФА аммониты состоят на 96—97 мас. % из кальцита. Стенки и перегородки раковин также состоят на 96 мас. % из кальцита и в небольшом количестве — до 4 мас. %, в них сохраняется арагонит. В минерализованных неразрушенных камерах кальцит составляет от 95 до 100 мас. %. Совместно с ним может присутствовать пирит до 5 мас. %. Мергель, выполняющий жилы и разрушенные камеры, состоит из (мас. %): кальцита 74, кварца 18, глауконита 3, каолинита 2, присутствуют гематит <1, пирит 1, апатит 1. Кальцит имеет формулу $Mg_{(0,064)}Ca_{(0,936)}(CO_3)$, что позволяет отнести его к магнезиальной разновидности.

В аммонитах фиксируется небольшое количество элементов-примесей с низкими содержаниями (мас. %) Sr до 0,059, Ba до 0,031. В интервале 0,001—0,01 мас. % фиксируются Ni, Cu, Zn, Y. Содержания радиоактивных и канцерогенных элементов находятся на уровне фоновых.

Раковины аммонитов по минеральному составу и структурным особенностям можно разделить на три структурных элемента: стенки и перегородки, неразрушенные камеры, выполненные кальцитом, жилые и разрушенные камеры, выполненные мергелем.

Ширина стенок раковины мелких аммонитов до 1 мм, крупных — достигает 3 мм, а при косых срезах увеличивается до 5 мм, особенно на участках срастания с перегородками. Перламутровый слой часто не сохраняется, и на внешних поверхностях ядер проявляются лопастные линии. Сохранившийся перламутровый слой в одних случаях легко разрушается при механическом воздействии, в других — устойчив, скалывается послойно. Цвет внешних стенок раковины белый, серовато-белый и светло-коричневый, оранжевый, связанный с оксидами железа. Блеск матовый. Иризация отсутствует. Внешняя сторона раковин с ювелирной точки зрения интереса не представляет.

Поперечный срез стенок преимущественно коричневого, реже светло-серого цвета различных оттенков. В широких стенках иногда наблюдается слоистая зональность. Центральная часть коричневого цвета, просвечивающая, тонкие краевые слои непрозрачные, светло-серого или чёрного цветов. Поперечный срез перегородок светло-серой, светло-коричневой окрасок, в отдельных фрагментах — до чёрного. Стенки сифона преимущественно чёрного цвета.

Плотность стенок раковин определяется минеральным составом и колеблется от 2,6 до 3,1 г/см^3. Люминесценция стенок и перегородок раковин не наблюдается. Микротвёрдость стенок и перегородок раковин преимущественно кальцитового состава в среднем составляет 225 кг/мм^2, апатитового — возрастает до 473 кг/мм^2.

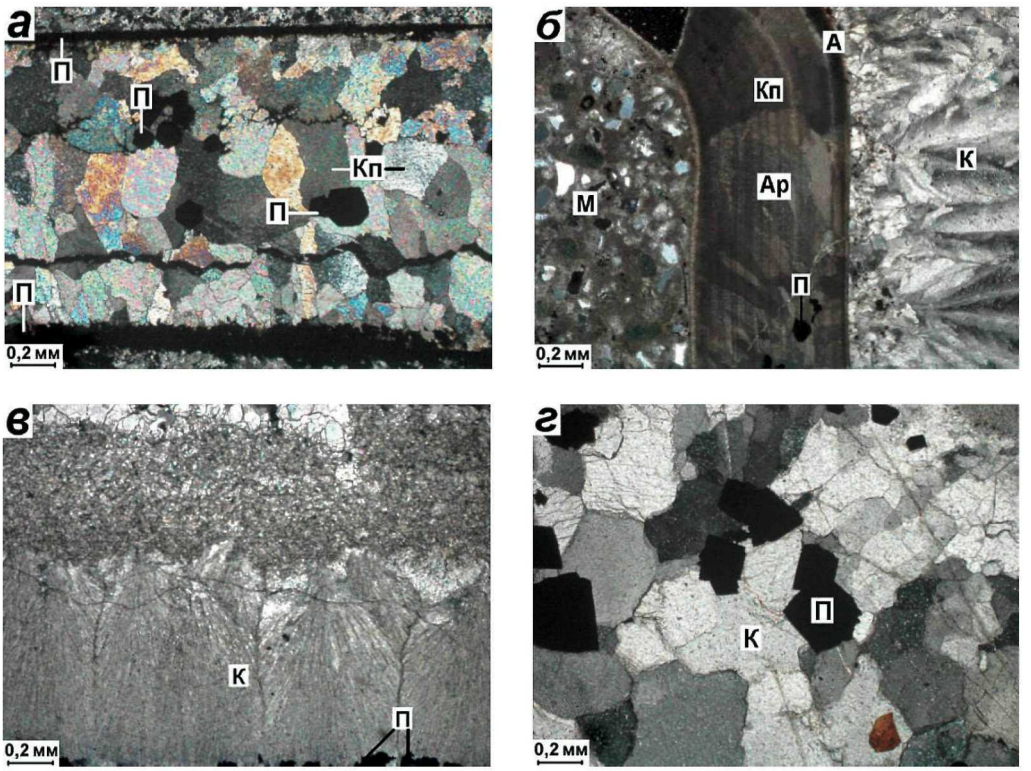

Рис. 3. Прозрачные шлифы фрагментов аммонита, (с анализатором): *а–б* — стенки аммонитов в различной степени замещённые кальцитом и апатитом с примыкающими слоями кальцита; *в–г* — камеры, выполненные кальцитом различного размера и структуры. Ар — арагонит, Кп — кальцит, выполняющий стенки и перегородки, К — кальцит, выполняющий камеры, А — апатит, П — пирит, М — мергель

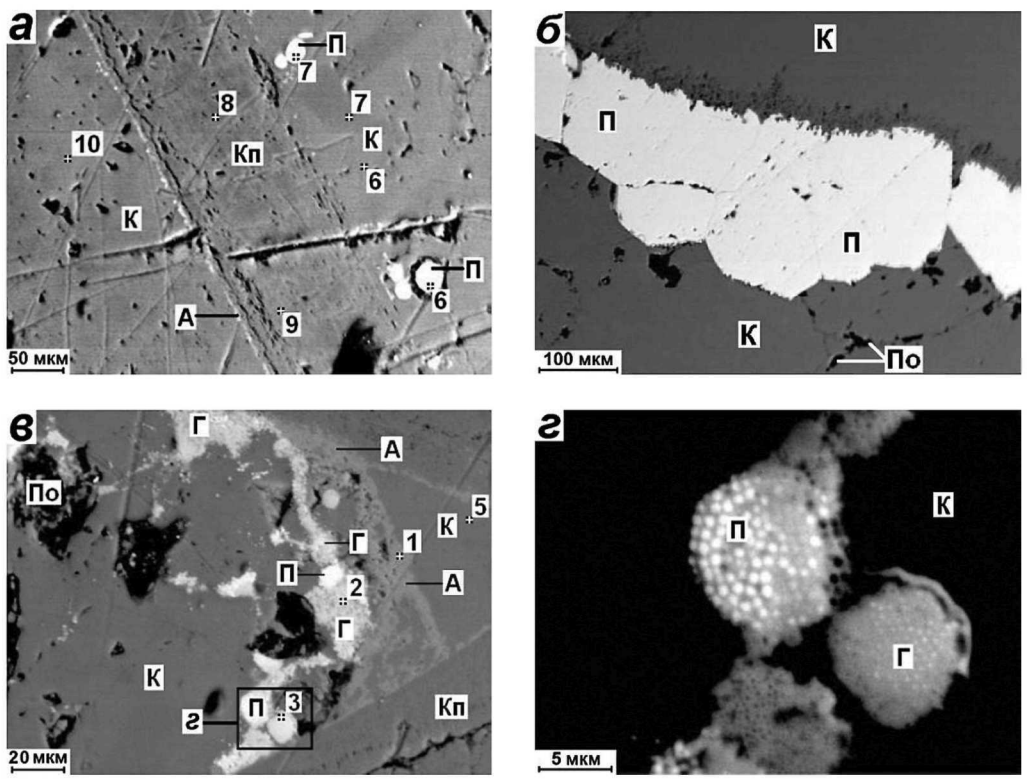

Рис. 4. Перегородка аммонита с примыкающими слоями кальцита (*а*); прожилок пирита в кальците (*б*); кальцит с включениями пирита, апатита, оксида Fe (*в*); включения глобулярного пирита и оксида Fe в кальците (*г*). Микрозонд, ОРЭ. К — кальцит, выполняющий камеру, Кп — кальцит, выполняющий перегородку, П — пирит, А — апатит, По — поры, Г — оксиды Fe, г — участок детализации, 1–6 — номера спектров

Стенки и перегородки аммонитов практически утратили исходные арагонитовые слои, которые замещены преимущественно кальцитом с сохранением их контуров (рис. 3, *а*). Кристаллы кальцита разноориентированы, угловатой формы, размером 0,1×0,3 мм. В кальците присутствуют кристаллы пирита размером от 0,05 до 0,25 мм. Пирит образует тонкие 0,05—0,15 мм прожилки по контактам стенки раковины. Кристаллы в прожилках тонкодисперсные, кристаллографические формы не выражены. Пирит также развивается по микротрещинам в виде дендритов. Совместно с пиритом присутствует и дисперсный апатит.

Стенки и перегородки в ОРЭ имеют неоднородное строение и большое количество мелких пор — 1—10 мкм, которые преимущественно выполнены кальцитом (рис. 4, *а*). Кальцит имеет нечётко выраженную пятнистую окраску, обусловленную неоднородностью химического состава. Данными РСМА фиксируются зоны с низкими содержаниями Mg, Mn, Fe и относительно высокими содержаниями (мас. %) Sr — до 0,26 и Na — до 24, при повышенных количествах Ca — до 38,28, указывающих на присутствие арагонита. В зонах контактов развиваются включения апатита, пирита, проходят тонкие 1—2 мкм микротрещины, которые пересекают перегородку и стенку раковины. Включения пирита округлой формы с нечёткими контурами размером 1—20 мкм. Включения апатита также округлой формы с нечёткими контурами размером 1—3 мкм (рис. 4, *а*).

Ряд перегородок и стенок раковин выполнен преимущественно разнозернистым кальцитом с сохранением и фрагментов исходного арагонита (рис. 3, *б*). В центральных частях таких стенок кальцит более крупный, размером до 0,5 мм, изометричной формы, разноориентированный, что отражается в мозаичном угасании. В краевых частях размер кристаллов кальцита не превышает 0,2 мм. С ним ассоциируют и дисперсные выделения апатита. Апатит развивается также и в микротрещинках центральных частей стенки. В стенке присутствуют кристаллы пирита размером до 0,3 мм. При их срастании образуются протяженные до 1,5 мм выделения, приуроченные к трещинкам. Отдельные участки стенки раковины, частично замещённые дисперсным кальцитом и апатитом, сохраняют исходную слоистую структуру арагонита (рис. 3, *б*). Неразрушенные фрагменты стенки аммонита состоят из пластинчатого арагонита с характерной слоистой структурой. Кристаллы шириной 3—5 мкм и толщиной менее 1 мкм (рис. 5, *а*). Кальцит, выполняющий неразрушенные камеры, преимущественно коричневого цвета различных оттенков, реже серый, серовато-белый, светло-жёлтый и бесцветный. Прозрачность кальцита также находится в широком диапазоне. Полупрозрачные участки характерны для бесцветного и коричневого кальцита, расположенного в центральных частях камер. Слои кальцита, примыкающие к стенкам и перегородкам камер, непрозрачные. На границе слоёв часто наблюдаются выделения тонкозернистого пирита, имеющего на полированной поверхности металлический блеск. Совместно с пиритом присутствуют чёрные включения апатита и оксидов железа. Для аммонитов включения пирита не характерны, в редких случаях они образуют тонкие прожилки. Текстура кальцита, выполняющего камеры, блочно-мозаичная, зонально-слоистая, обусловленная его различной окраской. В разрушенных камерах, выполненных обломками перегородок, мергелем и разноокрашенным кальцитом, наблюдается брекчиевая текстура.

Кальцит плотный, раскалывается с образованием неровного и раковистого излома. В слоях, образованных крупными кристаллами, наблюдается спайность. Блеск стеклянный, матовый. Кальцит легко полируется до зеркального блеска. Плотность кальцита колеблется от 2,6 до 2,8 г/см^3. Микротвёрдость бесцветного просвечивающего кальцита составляет 190 кг/мм^2, светло-жёлтого, просвечивающего — 227 кг/мм^2, светло-коричневого, непрозрачного — 225 кг/мм^2. Микротвёрдость кальцита возрастает с увеличением размера кристаллов и уменьшением количества пор. Люминесценция основной массы кальцита не наблю-

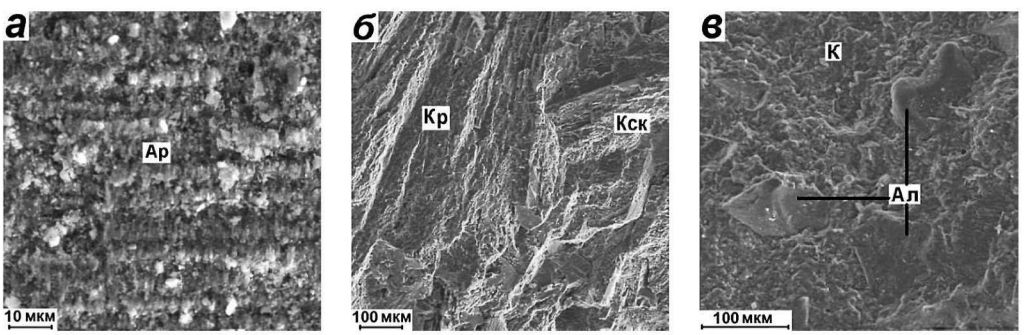

Рис. 5. Структура стенки аммонита с фрагментом, сохраняющим арагонитовые пластинчатые слои (Ар) (*а*); структура радиальнолучистого (Кр) и средне-крупнокристаллического (Кск) кальцита, выполняющего камеру аммонита (*б*); структура мергеля, образованного кальцитом (К) с включениями алюмосиликатов (Ал) (*в*), РЭМ

дается. Люминесцируют зелёным цветом непрозрачные слои коричневого цвета, примыкающие к стенкам и перегородкам раковины. Многие камеры раковин выполнены кальцитом неполностью. В результате образуются жеоды. На стенках жеод формируются щёточки кристаллов кальцита копьевидной формы, размером до 3 мм по длинной оси.

Кальцит, выполняющий камеру, образует слои различной структуры. К стенке раковины примыкает узкий — около 0,3 мм, слой мелкозернистого — 0,05—0,1 мм, кальцита изометричной и слабо удлиненной форм. В этом слое в большом количестве присутствуют дисперсные и мелкозернистые выделения пирита. При удалении от стенки раковины размер кристаллов кальцита увеличивается. Они приобретают длиннопризматическую форму и размер до 2 мм (рис. 3, *б*). Кристаллы плотносросшиеся, хорошо проявлена спайность (рис. 5, *б*). Для кристаллов характерны субпараллельная ориентировка, волнистое угасание, большое количество пор и микровключений. Присутствуют слои, в которых кристаллы кальцита имеют сильно удлиненную форму и размер до 1 мм по длинной оси (рис. 3, *б*, 5, *б*). Строение кристаллов часто напоминает строение пера, когда от центральной оси под углом отходят мелкие кристаллики. Характерна близкая ориентировка кристаллов, плотное их срастание и веерное угасание. По микротрещинкам развивается дисперсный пирит, образуя дендровидные выделения. В образце кальцит светло-коричневого цвета, просвечивающий.

Распространены слои кальцита шириной около 1,6 мм (рис. 3, *в*), состоящие из двух частей. Одна из них шириной около 0,5 мм образована мелкозернистыми изометричными кристаллами, другая шириной 1 мм — тонкопризматическими, игольчатыми, последние образуют блоки размером до 1 мм сноповидных агрегатов с веерным угасанием. По контакту с последующим слоем расположены цепочки мелких 0,05—0,2 мм кристаллов пирита, многие из которых имеют квадратную форму. В образце слой светло-серого цвета, непрозрачный.

В центральных частях камер распространены слои с крупнопризматическим до 0,5 мм кальцитом (рис. 3, *г*). Кристаллы длиннопризматической и изометричной форм, во многом связанных с положением к плоскости шлифа. Кристаллы с близкой ориентировкой образуют крупные, до 2—3 мм блоки с ровным угасанием. В кальците наблюдается большое число кристаллов пирита размером до 0,5 мм. Многие имеют чётко выраженную квадратную форму. При срастании кристаллов образуются выделения пирита размером до 2 мм. Дисперсные выделения пирита образуют тонкие цепочки на контактах слоёв. В образце кальцит бесцветный, светло-коричневого, светло- серого цвета с желтоватым оттенком, с полупрозрачными и просвечивающими зонами.

Бесцветный полупрозрачный и просвечивающий кальцит, выполняющий камеру, в ОРЭ имеет однородное строение, с неравномерным распределением мелких — 5—20 мкм пор (рис. 4, *а*, *б*). Фрагменты с большим числом пор имеют низкую прозрачность. Часть пор выполнена поздним кальцитом. В нём фиксируются более низкие содержания элементов-примесей. На границе с зоной фиксируются мелкие — 10—60 мкм включения пирита, образующие узкую, на размер кристаллов, цепочку (рис. 4, *б*). Кристаллы имеют сложную форму, связанную с их образованием на кончиках кристаллов кальцита, а также с частичной их эродированностью.

В приконтактовой со стенкой аммонита зоне в кальците, выполняющем камеру, фиксируются включения пирита и оксидов Fe. Включения размером около 1 мкм при слиянии образуют более крупные выделения, приуроченные к порам и микротрещинам (рис. 4, *в*). Выделения округлой формы размером до 10 мкм, сложной изометричной — до 25 мкм. Характерны протяжённые лентообразные выделения шириной до 5 мкм. При больших увеличениях наблюдается слабораскристаллизованная масса сложного химического состава, из которой начинает кристаллизовываться глобулярный пирит размером 0,3—0,8 мкм (рис. 4, *г*). Образование таких выделений происходит, вероятно, с участием бактерий. По контакту со стенкой аммонита развиваются тонкодисперсные выделения апатита, проявленные в ОРЭ более светлой, чем кальцит окраской (рис. 4, *а*, *в*). Выделения апатита формируются часто совместно с пиритом.

Мергель представляет плотную породу серого цвета, различных оттенков с мелкой чёрной вкрапленностью. Полированная поверхность мергеля на многих участках тонкопористая. Зеркальная поверхность при полировке, как правило, не достигается. Поверхность скола неровная мелкораковистая. По микротрещинам развивается ожелезнение. Плотность мергеля определяется преимущественно его карбонатным составом и составляет 2,6—2,7 г/см^3. Микротвёрдость в среднем — 181 кг/мм^2. Люминесценция мергеля не наблюдается. Камеры, выполненные мергелем, в аммонитах интерьерного и ювелирного качества по возможности удаляется.

Мергель состоит из включений размером 0,05—0,15 мм, сцементированных дисперсным кальцитом (рис. 3, *б*, 5, *в*). Кальцит, образующий цемент, размером 5—15 мкм изометричной формы (рис. 5, *в*). Включения угловатой и округлой форм, представленные кварцем и алюмосиликатами, преимущественно глауконитом. В мергеле фиксируются в небольшом количестве кристаллики пирита размером 0,01—0,1 мм. Апатит частично замещает алюмосиликаты.

Кальцит из элементов-примесей содержит в среднем (мас. %): Mg 0,62, Mn 0,31 и Fe 1,26 при значительных колебаниях значений в отдельных спектрах (таблица). Значимых различий в содержаниях элементов-примесей в кальците, выполняющем различные структурные элементы раковин, не наблюдается. Не установлено и различий в содержаниях элементов-примесей различно окрашенного кальцита, что обусловлено его относительно узкой цветовой гаммой.

Химический состав кальцита в аммонитах по данным РСМА

Содержание элемента, мас. %				
Mg	Mn	Fe	Ca	O
0,06—1,37 0,62	0,10—0,81 0,31	0,20—2,26 1,26	34,04—38,43 35,99	14,82-16,27 15,56

Примечание. Над чертой — минимальные и максимальные значения, под чертой — средние по 107 спектрам.

В апатите из элементов-примесей фиксируются в среднем (мас. %): Na 0,62, Mg 0,15, Fe 0,36, S 0,54 и Sr 0,73. Содержания S и частично Fe связаны с микровключениями пирита, с которыми апатит часто ассоциирует. По химическому составу апатит относится к гидроксиапатиту. В пирите из элементов-примесей фиксируются устойчивые содержания As, составляющие в среднем 0,28 мас. %.

Выводы

Аммониты Республики Адыгея состоят преимущественно из кальцита с включениями кварца, глауконита, каолинита, арагонита, пирита, апатита и гематита. Прозрачность кальцита определяются структурными особенностями кристаллов и минеральными включениями. Аммониты имеют широкий диапазон размеров. Крупные раковины могут использоваться в ландшафтном дизайне, в оформлении помещений. По декоративности и технологическим характеристикам аммониты могут использоваться и в качестве ювелирно-поделочного материала. Сбор конкреций с аммонитами осуществляется в руслах рек, береговых обнажениях, что не требует капитальных вложений, не нарушает экологию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Быстров И.Г., Петроченков Д.А., Барабошкин Е.Ю. Нижнемеловые ювелирно-поделочные аммониты Республики Дагестан // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2018. Т. 12. № 1. С. 39—49.
2. Воробьев И.Е. Поиски ископаемых на Северо-Западе Кавказа. Краснодар: Краснодарское отделение Росгео, 2014. 300 с.
3. Друщиц В.В., Михайлова И.А. Биостратиграфия нижнего мела Северного Кавказа. М.: Изд-во МГУ, 1966. 190 с.
4. Егонян В.Г. Предкавказье // Стратиграфия СССР. Меловая система. М.: Недра, 1986. С. 165—170.
5. Мордвилко Т.А. Нижнемеловые отложения Северного Кавказа и Предкавказья. Т. 2. Л.: Изд-во АН СССР. 1962. 296 с.
6. 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.
7. Петроченков Д.А. Минеральный состав и структурные особенности ювелирных аммонитов Костромской области // Изв. вузов. Геология и разведка. 2017. № 2. С. 22—27.
8. Bockwinkel J., Becker R.T., Ebbighausen V. Late Givetian ammonoids from Hassi Nebech (Tafilalt Basin, Anti-Atlas, southern Morocco) // Fossil Record. 2013. V. 16(1). Pp. 5—65.
9. Mychaluk K. Update on ammolite production from Southern Alberta, Canada // Gems & Gemology. 2009. Vol. 45 N 3. P. 192—196.
10. Walaszczyk I., Kennedy W.J., Dembicz K., Gale A.S., Praszlier T., Rasoamiaramanana A.H., Randrianaly H. 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. Pp. 79—132.
11. Zakharov Y.D., Tanabe K., Shigeta Y., Safronov P.P., Smyshlyaeva O.P., Dril S.T. Early Albian marine environments in Madagascar: An integrated approach based on oxygen, carbon and strontium isotopic data // Cretaceous Research, 2016. Vol. 58. Pp. 29—41.

REFERENCES

1. Bystrov I.G., Petrochenkov D.A., Baraboshkin E.Yu. *Lower cretaceous jewelery-ornamental ammonites of the Republic of Dagestan.* Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences, 2018, vol. 12, no. 1, Makhachkala, pp. 39—49. (In Russian).
2. Vorobev I.E. *Fossil Searches in the North-West Caucasus.* Krasnodar, 2014, 300 p. (In Russian).
3. Druzhchits V.V., Mikhailova I.A. *Biostratigraphy of the Lower Cretaceous of the Northern Caucasus.* Moscow, MGU Publ., 1966, 190 p. (In Russian)
4. Yegonyan V.G. *Ciscaucasia. Stratigraphy of the USSR. Cretaceous system.* Moscow. Nedra Publ., 1986, pp. 165—170. (In Russian).
5. Mordvilko T.A. *Lower Cretaceous deposits of the North Caucasus and Ciscaucasia.* Vol. 2. Leningrad, AS USSR Publ., 1962, 296 p. (In Russian).
6. Petrochenkov D.A., Bykhovsky L.Z. Jewellery/ornamental ammonites: problems of valuation and production prospects. *Mineral resources of Russia. Economics and Management*, 2018, no. 4, pp. 15—22. (In Russian).
7. Petrochenkov D.A. Mineral composition and struktural features of jeweler ammonites from Kostroma region. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy.Geologiya i razvedka* — [*Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration*], 2017, vol. 2, pp. 22—27. (In Russian).
8. Bockwinkel J., Becker R.T., Ebbighausen V. Late Givetian ammonoids from Hassi Nebech (Tafilalt Basin, Anti-Atlas, southern Morocco). *Fossil Record*, 2013, V. 16(1), pp. 5—65.
9. Mychaluk K. Update on ammolite production from Southern Alberta, Canada. *Gems & Gemology*, 2009, vol. 45, no 3, pp. 192—196.
10. Walaszczyk I., Kennedy W.J., Dembicz K., Gale A.S., Praszlier T., Rasoamiaramanana A.H., Randrianaly H. 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, pp. 79—132.
11. Zakharov Y.D., Tanabe K., Shigeta Y., Safronov P.P., Smyshlyaeva O.P., Dril S.T. Early Albian marine environments in Madagascar: An integrated approach based on oxygen, carbon and strontium isotopic data. *Cretaceous Research*, 2016, vol. 58, pp. 29—41.