

Д.А. Петроченков

МЕСТОРОЖДЕНИЕ ЮВЕЛИРНЫХ АММОНИТОВ МОДИРОВАЛА, МАДАГАСКАР

Аннотация. На мировом рынке широко представлены интерьерные и ювелирные аммониты из месторождения Модировала, Мадагаскар. Разработка месторождения ведется шурфами, примитивными орудиями труда, без предварительной разведки. Продуктивный пласт расположен на глубине до 20 м и связан с отложениями альбского яруса нижнего мела. Мощность пласта около 0,5 м. Он прослежен полосой 500 м на протяжении 15 км. Продуктивный пласт — плотный мергель, состоящий из кальцита, сидерита, арагонита. В небольшом количестве присутствуют апатит, каолинит, кварц, гетит, хлорит, гидрослюда и пирит. Из аксессуарных минералов установлены ильменит, циркон, а также органическое вещество. Мергель насыщен мелкими минерализованными раковинами размером 0,05—1,5 мм. Раковины форсифий сохранили преимущественно исходный арагонитовый состав. Формирование продуктивного пласта связано с массовой гибелью форсифий и концентрацией их раковин в относительно глубоководных условиях. Минерализация раковин в процессе диагенеза морского осадка проходила при низкотемпературном режиме с повышенным содержанием железа. Опыт добычи и переработки аммонитов в Мадагаскаре может быть полезен в РФ, обладающей значительными ресурсами уникального по декоративности и технологическим характеристикам аналогичного вида ювелирно-поделочного сырья.

Ключевые слова: ювелирно-поделочное сырье, аммонит, наутилус, меловые отложения, мергель, арагонит, Мадагаскар.

DOI: 10.25018/0236-1493-2018-7-0-160-168

Введение

На мировом рынке широко представлены коллекционные и интерьерные аммониты. В последние десятилетия высоким спросом стали пользоваться также ювелирные и сувенирные изделия из аммонитов. В ряде стран, например Марокко [3], Мадагаскар аммониты являются важным элементом экспорта. Популярен в мире канадский ископаемый перламутр — аммолит, получаемый из стенок аммонитов [12]. Значительный объем аммонитов, изделий из них поступает на российский и мировой рынки из ряда областей РФ [2, 4]. Попутно с аммонитами добываются и другие виды ювелирно-поделочного сырья: септарии, спектропирит, сенгилит, окаменелое дерево [1]. Тем не менее, в РФ аммониты

не рассматриваются в качестве ювелирно-поделочного материала, не ведется учет их запасов [5].

Для аммонитов Мадагаскара характерны высокая сохранность раковин, включая перламутровый слой, широкий диапазон размеров и цветовых оттенков, а также доступные цены. Аммониты небольших размеров в значительных объемах используются для изготовления ювелирных изделий, крупные — в интерьере и ландшафтном дизайне.

Месторождения аммонитов расположены в трех провинциях западной части острова Махаджанга (Mahajanga), Морондава (Morondava) и Толиара (Toilara). В провинции Махаджанга известно два месторождения Модировала (Modirovala) и Ататао (Atatao). В последнем по-

путно с аммонитами добывают и септарии.

Стратиграфия Мадагаскара изучена крайне слабо, особенно относительно привязки к месторождениям аммонитов. Все районы добычи аммонитов расположены в пределах мезозойского геосинклинального прогиба с карбонатно-терригенными породами триаса, юры и мела. Магматические породы представлены вулканическим комплексом: базальтами, диабазами, трахитами.

Основной объем добываемых в стране аммонитов ювелирного и интерьерного качества связан с месторождением Модировала. В статье приведены данные о методах отработки и стратиграфии месторождения Модировала, собранные автором в период посещения в 2014 г. Мадагаскара, а также результаты детальных минералогических исследований продуктивных отложений.

Методы исследования

Комплекс исследований отложений месторождения Модировала проведен на кафедре геммологии МГРИ-РГГРУ, в ФГУП «ВИМС» и ИГЕМ РАН. Он включал описание прозрачных шлифов, количественное определение химического состава, электронно-зондовые исследования.

Количественное определение химического состава отложений выполнено методом рентгеновского флуоресцентного анализа (РФА). Минеральный состав определяется рентгенографическим количественным фазовым анализом (РКФА) на установке «X° RetroPRO». Электронно-зондовые исследования проведены на микроанализаторе «Superprobe-8100», укомплектованным энерго-дисперсионной приставкой «Insa», позволяющие определить содержание элементов методом локального рентгеноспектрального анализа (ЛРСА), провести анализ образцов в обратно-рассеянных электронах (ОРЭ) и характеристическом рентгенов-

ском излучении (ХРИ). Описание прозрачных шлифов проведено под микроскопом «Полам Р-112».

Методы эксплуатации месторождения

Месторождение аммонитов Модировала расположено в западной части Мадагаскара (районный центр Махаджанга) недалеко от одноименного населенного пункта. Месторождение эксплуатируется с 1999 г. и к 2014 г. протяженность его достигла 15 км, при ширине около 500 м. Разведка месторождения, а тем более подсчет запасов не проводились. Не проводится и эксплуатационная разведка.

Эксплуатация месторождения осуществляется шурфами (рис. 1, а, см. Приложение 1, с. 177). Размер шурфов от 1×1,5 до 1,5×2 м, часто округлой формы. Проходка ручная при помощи скребков и лопат. Шурф проходят до продуктивного пласта, расположенного на глубине до 20 м. Отработка пласта осуществляется рассечками на 10–15 м, иногда до 30 м (рис. 1 б, см. Приложение 1, с. 177). Породу поднимают при помощи ворота. Крепление шурфов и рассечек практически не осуществляют. С появлением опасности обрушения стенок и кровли эксплуатация шурфа заканчивается и закладывается новый шурф.

Бригада состоит из 5–10 чел. В месяц из одного шурфа добывают до 1,5 т породы с аммонитами. На месторождении одновременно эксплуатируются 10–20 шурфов и работает около 150 человек — местные жители. Работы ведутся круглый год. Поднятую из шурфа породу с аммонитами предварительно сортируют, выделяя по качеству три сорта (рис. 2, а, см. Приложение 1, с. 177). Коммерческий интерес представляют только минерализованные раковины аммонитов и наutilusов. Последних на порядок меньше. Добытый материал про-

дают на месторождении представителям камнеперерабатывающих мастерских, большинство из которых расположены в столице.

В мастерских аммониты очищают от породы, распиливают, полируют. Основной объем аммонитов месторождения Модировала используется в ювелирных изделиях как в виде продольных распилов, так и целых раковин с полированной поверхностью (рис. 2, б, в, см. Приложение 1, с. 177). Более крупные аммониты и основное количество наutilusов используются в качестве коллекционных и интерьерных образцов. Они также могут распиливаться вдоль на две половинки или оставаться целыми с полированной поверхностью. Обработанные раковины продают на внутреннем рынке и зарубеж. Вывоз необработанных аммонитов из страны запрещен.

Характеристика отложений

Изучение коллекции аммонитов, профессором Е.Ю. Барабошкиным (геологический факультет МГУ) позволили выделить род *Cleoniceras* и отнести отложения месторождения Модировала к альбскому ярусу нижнего мела. В верхней части раздела — рыхлые пролювиальные отложения красновато-коричневого цвета, представленные галькой, гравием, преимущественно кварцевого состава с примесью песка и глины. Мощность слоя около 10 см. Этот слой

может отсутствовать или увеличиваться по мощности в небольших логах. Он образован в результате перемива нижележащего слоя.

Ниже расположена переотложенная кора выветривания, представленная неплотным суглинком красновато-коричневого и коричневатого-красного цвета мощностью 3—4 м. По данным РКФА она состоит из, мас. %: кварца — 82, каолинита — 9, гематита — 5 и гетита — 4. Повышенные содержания TiO_2 — 1,15 мас. % указывают на присутствие минералов группы ильменита, характерных для морских отложений. Из элементов-примесей с содержанием в интервале 0,01—0,1 мас. % фиксируется Zr — связанный с аксессуарным минералом цирконом, и V — который может входить в структуру минералов мергеля (таблица). В интервале содержаний 0,0001—0,001 мас. % фиксируются: Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Rb, Sr, Ba, Y, Nb и As.

Ниже залегает слой плотного мергеля серого цвета с небольшим количеством аммонитов. Мощность слоя достигает 20 м. По данным РКФА он состоит преимущественно из, мас. %: кальцита — 49, сидерита — 28, присутствует арагонит — 2, образующий стенки и перегородки раковин. Минералы исходного донного морского осадка и продукты их изменения представлены, мас. %: кварцем — 2, каолинитом — 10, хлоритом — 2, гидрослюдами — 3. К новообра-

Содержание элементов-примесей в отложениях месторождения Модировала по данным РФА

Content of impurity elements in the Modiroval deposit by the data of X-ray phase analysis

№* образца	Содержание элемента, мг/кг ($\cdot 10^{-4}$ мас. %)															
	Cr	V	Co	Ni	Cu	Zn	Rb	Sr	Zr	Ba	U	Th	Y	Nb	Pb	As
Мм-1	90	223	32	96	82	48	15	13	235	96	<3	4	25	10	<10	11
Мм-2	214	366	25	70	35	140	25	521	115	102	<3	15	59	15	62	38
Мм-3	245	475	20	70	38	157	29	422	158	77	<3	22	24	17	97	41

* Мм-1 — суглинок красновато-коричневого цвета; Мм-2 — мергель серого цвета с редкими аммонитами; Мм-3 — продуктивный слой, мергель серого цвета с большим количеством аммонитов.

зованным минералам, возникшим при биохимических процессах в ходе диагнеза морского осадка, относятся, мас. %: апатит — 3, гематит — 1. Из элементов-примесей, с содержанием 0,01—0,1 мас. %, фиксируются V, Zn, Ba, Sr — входящие в структуру различных минералов мергеля и Zr, Cr связанные с цирконом, хромитом, устойчивыми в экзогенных условиях (таблица). В интервале 0,0001—0,001 мас. % фиксируются: Co, Ni, Cu, Rb, Th, Y, Nb, Pb и As.

Продуктивный пласт с аммонитами, наутилусами, гастроподами, белемнитами и другими видами фоссилий имеет мощность около 0,5 м. Он представлен плотным мергелем серого цвета, аналогичным вышележащему слою (рис. 2, а, см. Приложение 1, с. 177). Аммониты расположены в мергеле разноориентированно и распределены достаточно равномерно. Диаметр аммонитов колеблется от 1 до 20 см. Основное количество — диаметром 1—7 см — наиболее востребованный размер для ювелирных украшений. Наутилусы — диаметром от 2 до 10 см.

По данным РКФА продуктивный пласт мергеля состоит преимущественно из, мас. %: кальцита — 44, сидерита — 25, арагонита — 10, апатита — 1, каолинита — 9; присутствуют: кварц — 3, гетит — 1, хлорит — 2, гидрослюда — 4 и пирит — менее 1. Из элементов-примесей в интервале 0,01—0,1 мас. % фиксируются: Cr, V, Zn, Sr, Zr, а в интервале 0,001—0,01 мас. % — Co, Ni, Cu, Rb, Ba, Th, Y, Nb, Pb и As (таблица). Продуктивный пласт мергеля по минеральному и химическому составу аналогичен вышележащему слою. Небольшие отличия связаны с более высоким содержанием арагонита, обусловленным большей насыщенностью раковинами фоссилий. Присутствует гетит и пирит при отсутствии гематита, что указывает на меньшую окисленность минералов, обусловленную более

глубоким положением пласта. Отметим относительно повышенные содержания радиоактивных элементов Th и канцерогенных — Pb, As.

Изучение прозрачных шлифов и электронно-зондовые исследования позволили уточнить минеральный состав и структурные особенности продуктивного пласта мергеля. Мергель состоит из фрагментов стенок крупных раковин, большого количества овальных минерализованных раковин фоссилий размером 0,05—1,5 мм в тонкодисперсном цементе (рис. 3, см. Приложение 1, с. 178). По данным ХРИ отчетливо выделяются известковистый состав стенок раковин, сидерит-силикатный состав цемента, а также включения кварца, пирита и железотитанового минерала (рис. 4, б).

Стенки крупных раковин шириной 0,2—1 мм сохранили преимущественно исходный арагонитовый состав. В крупном фрагменте хорошо видна параллельно-диагональная структура (рис. 3, б, см. Приложение 1, с. 178). Наблюдается частичное разрушение стенок с образованием пор, микротрещин и замещение арагонита сидеритом и кальцитом (рис. 4, а, б). По данным ЛРСА в арагоните фиксируются из элементов-примесей низкие содержания, мас. %: Sr — до 0,15 и Na — до 0,33, а в зонах разрушения стенок — Fe — до 0,20 и Mg — до 0,18.

Минерализованные мелкие раковины фоссилий состоят из арагонита, выполняющего их стенки. Кальцит и сидерит выполняют центральные части раковин и замещают частично или полностью арагонит (рис. 3, б, в, 4, а, б). В отдельных раковинных присутствует вторичный гипергенный кварц размером до 0,3 мм (рис. 3, б, см. Приложение 1, с. 178), алюмосиликаты и апатит дисперсной размерности (рис. 4, а).

Цемент мергеля — дисперсный полиминеральный агрегат. В нем установлены: кальцит, сидерит, алюмосиликаты,

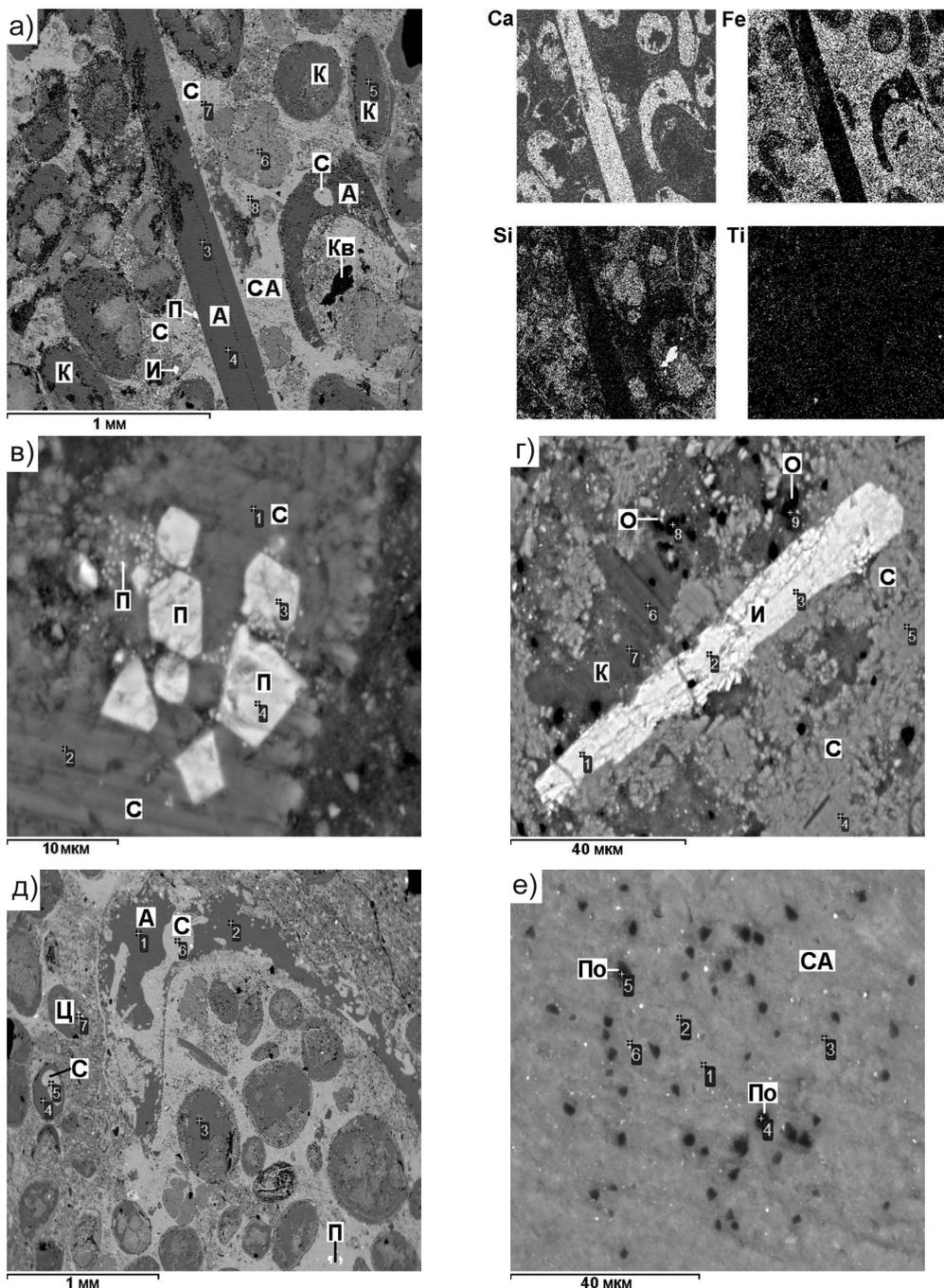


Рис. 4. Фрагмент продуктивного пласта мергеля в ОРЭ (а, в-е) и ХРИ (б). А – арагонит, С – сидерит, К – кальцит, СА – дисперсная смесь сидерита и алюмосиликатов, Кв – кварц, П – пирит, И – ильменит, О – органическое вещество, Ц – циркон, По – поры, 1–9 – номер спектра

Fig. 4. Productive marl stratum fragment in the analysis by backscattered electrons (a, c-f) and characteristic X-ray radiation (b). A—aragonite, S—siderite; C—calcite; SA—siderite and aluminum silicate dispersion mixture; Q—quartz; P—pyrite; I—ilmenite; O—organic; Z—zircon; Pr—pores; 1–9—spectrum numbers

кварц, пирит, гетит, ильменит, циркон, органическое вещество (рис. 4).

В кальците из элементов-примесей фиксируются: Mg, Fe, Mn, содержания которых находятся в широком диапазоне, что указывает на различный химизм его образования. Содержания элементов колеблется, мас. %: Mg — от 0,00 до 1,19, Mn — от 0,00 до 0,69 и Fe — от 0,00 до 4,29. На отдельных участках, выполненных преимущественно кальцитом, в спектрах фиксируются содержания, мас. %: Al — до 1,49, Si — до 2,46, K — до 0,20, Na — до 0,33 и P — до 0,82, указывающие на присутствие микровключений сидерита, алюмосиликатов, апатита.

Сидерит выполняет включения и более крупные фрагменты в стенках раковин, является составной частью цемента. По данным ЛРСА из элементов-примесей, которые могут входить в его структуру, фиксируются содержания, мас. %: Mg — от 2,55 до 3,23, Ca — от 4,45 до 5,61 и Mn — от 0,00 до 0,28. Так же, как и в кальците, в отдельных спектрах фиксируются содержания, мас. %: Al — до 1,81, Si — до 2,57, Na — до 0,23 и P — до 0,11, указывающие на присутствие микровключений алюмосиликатов и апатита, установленных РКФА. Сидерит по отношению к кальциту является более поздним минералом.

Многие фрагменты цемента мергеля представляют смесь дисперсных выделений сидерита и алюмосиликатов. В ОРЭ при большом увеличении они имеют пятнистую серую окраску различных тонов с большим количеством пор размером 1—4 мкм (рис. 4, е). По данным ЛРСА в таких фрагментах фиксируется большое количество элементов, подчеркивающих полиминеральный состав.

Включения кварца размером от 0,01 до 0,5 мм окатанной и угловатой формы, связаны с первичным морским осадком (рис. 4, а). Пирит представлен обособ-

ленными скоплениями глобул размером менее 1 мкм и кристаллами изометрической формы с четко выраженными гранями размером 2—10 мкм (рис. 4, в). По данным ЛРСА в пирите фиксируются только содержания S и Fe. Пирит является наиболее поздним минералом этапа диагенеза морского осадка. Гетит, фиксируемый РКФА, связан с окислением пирита, часто сохраняет форму его кристаллов.

Включение ильменита, фиксируемое ЛРСА, размером 14×100 мкм (рис. 4, г) содержит, мас. %: Ti — до 28,95, Fe — до 39,56, Nb — до 0,13, Mg — до 0,45, Ca — до 0,39, Mn — до 0,89, O — до 31,10. Преимущественно размер ильменита около 1 мкм. Размер включений циркона не превышает 20 мкм (рис. 4, д). В нем фиксируются содержания, мас. %: Si — 14,97, Zr — 49,45, Hf — 1,72 и O — 34,71. Ильменит и циркон являются характерными минералами морских отложений. Включение органического вещества, зафиксированное в мергеле, размером 3—7 мкм (рис. 4, г). По данным ЛРСА оно содержит: Mg, Al, Si, P, Ca, Ti, Fe, Sr, O, что указывает на присутствие и других минеральных микровключений.

Проведенное комплексное изучение отложений месторождения Модировала, позволяет сделать вывод, что формирование продуктивного пласта связано с массовой гибелью форсидий и концентрации их раковин в относительно глубоководных условиях. Минерализация раковин в процессе диагенеза морского осадка происходила при низкотемпературном режиме с повышенным содержанием железа.

Выводы

На мировом рынке широко представлены интерьерные и ювелирные аммониты из месторождения Модировала, Мадагаскар. Разработка месторождения ведется шурфами примитивными ору-

диями труда, без предварительной разведки. Продуктивный пласт мощностью около 0,5 м расположен на глубине до 20 м и связан с отложениями альбского яруса нижнего мела. Он прослежен полосой 500 м на протяжении 15 км.

Разрез отложений месторождения состоит из рыхлого слоя пролювия, мощностью около 10 см, переотложенной коры выветривания — 3–4 м, мергеля с редкими раковинами фоссилий — до 15 м. Продуктивный пласт — плотный мергель по минеральному и химическому составу аналогичный вышележащему слою, насыщенный раковинами аммонитов, наутилусов, гастропод, белемнитов и других видов фоссилий.

Аммониты расположены в мергеле разноориентированно и распределены достаточно равномерно. Диаметр аммо-

нитов колеблется от 1 до 20 см, наутилусов — от 2 до 10 см.

Продуктивный пласт мергеля состоит из кальцита, сидерита, арагонита. В небольшом количестве присутствуют апатит, каолинит, кварц, гетит, хлорит, гидрослюда и пирит. Из аксессуарных минералов установлены ильменит, циркон, а также органическое вещество. Мергель насыщен мелкими минерализованными раковинами фоссилий размером 0,05–1,5 мм. Стенки раковин преимущественно сохранили исходный арагонитовый состав. Опыт добычи и переработки аммонитов в Мадагаскаре может быть полезен в РФ, обладающей значительными ресурсами уникального по декоративности и технологическим характеристикам аналогичного вида ювелирно-поделочного сырья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буканов В. В. Цветные камни и коллекционные минералы. — СПб., 2014. — 416 с.
2. Петроченков Д. А. Камнесамоцветное сырье Ульяновской области // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2006. — № 5. — С. 319–323.
3. Петроченков Д. А. Геммологические аспекты верхнедевонских ювелирно-поделочных аммонитов Марокко / Доклады XII Международной научно-практической конференции «Новые идеи в науках о Земле». Т. I. — М.: МГРИ-РГРРУ, 2015. — С. 321–322.
4. Петроченков Д. А. Минеральный состав и структурные особенности ювелирных аммонитов Костромской области // Известия вузов. Геология и разведка. — 2017. — № 2. — С. 22–27.
5. Полянин В. С., Полянина Т. А., Дусманов Е. Н. и др. Минерально-сырьевая база цветных камней России: перспективы ее освоения и развития // Разведка и охрана недр. — 2015. — № 9. — С. 66–76.
6. Collignon M. Atlas des fossiles caracteristiques de Madagascar. Fascicle IV (Argovien-Rauracien). Service Geologique, Tananarive pl. XLVII-XCV. 1959—234 p.
7. Collignon M. Atlas des fossils caracteristiques de Madagascar. Fascicle III (Oxfordien). Service Geologique, Tananarive, pl. XXXIV-XLVI. 1959—123 p.
8. Collignon M. Atlas des fossiles caracteristiques de Madagascar. Fascicle V (Kimmeridgien). Service Geologique. Tananarive, pl. XCVI-CXXXIII. 1959—137 p.
9. Grulke W. Heteromorph: The Rarest Fossil Ammonites: Nature at its Most Bizarre 2014—224 p.
10. Kennedy W. J., Walaszczyk I., Gate A. S., Dembicz K., Praszquier T. Lower and Middle Cenomanian ammonites from Morondava Basin, Madagascar // *Asta Geologica Polonica* 2013. Vol. 63 (4). pp. 625—655.
11. Klinger H. C., Kennedy W. J., Grulke W. E. New and little-known Nostoceratidae and Diplomoceratidae (Cephalopoda, Ammonoidea) from Madagascar // *African Natural History* 2007. Vol. 3. pp. 89—115.
12. Mychaluk K. Update on ammolite production from Southern Alberta, Canada // *Gems & Gemology*. 2009. Vol. 45 no 3 pp. 192—196.
13. Walaszczyk I., Marciniowski R., Praszquier T., Dembicz K., Bienkowska M. Biogeographical and stratigraphical significance of the latest Turonian and Early Coniacian inoceramid/ammonite

succession of the Manasoa section on the Onilahy River, south-west Madagascar // *Cretaceous Research*, 2004. Vol. 25, pp. 543–576.

14. 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.

15. Zakharov Y. D., Tanabe K., Shigeta Y., Safronov P. P., Smyshlyayeva 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. 

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Петроченков Дмитрий Александрович — кандидат геолого-минералогических наук, доцент, e-mail: p-d-a@mail.ru, Российский государственный геологоразведочный университет МГРИ-РГГРУ.

ISSN 0236-1493. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2018. No. 7, pp. 160–168.

Jewelry-quality Modiroval ammonite, Madagascar

Petrochenkov D.A., Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Assistant Professor, e-mail: p-d-a@mail.ru, Russian State Geological Prospecting University named after Sergo Ordzhonikidze (MGRI-RSGPU), 117997, Moscow, Russia.

Abstract. The world market enjoys an expansive range of the interior- and jewelry-quality ammonite extracted at the Modiroval deposit in Madagascar. Mining is carried out through pit-holes, with primitive tools and without preliminary exploration. The productive stratum occurs at a depth down to 20 m and belongs to the Albian stage. It is traced as a strip of 500 m for the space of 15 km. The productive stratum is dense marl composed of calcite, siderite and aragonite. Small quantities of apatite, kaolinite, quartz, goethite, chlorite, hydromica and pyrite are present. Out of accessory minerals, ilmenite, zircon and organic matter are identified. Marl is rich with fine mineralized pockets 0.05–1.5 mm in size. The fossil shells preserve mostly initial aragonite composition. Formation of the productive stratum is connected with the massive mortality of fossil shells and their concentration deep under the sea. Mineralization of fossil shells during diagenesis of marine sediments took place under low temperatures and high content of iron. Madagascar experience of ammonite extraction and processing can be of use in Russia which holds considerable reserves of this jewelry- and ornamental-quality material with the unique decorative and process characteristics.

Key words: jewelry- and ornamental-quality raw material, ammonite, nautilus, Cretaceous deposits, marl, aragonite, Madagascar.

DOI: 10.25018/0236-1493-2018-7-0-160-168

REFERENCES

1. Bukanov V. V. *Tsvetnye kamni i kollektzionnye mineraly* [Цветные камни и коллекционные минералы], Saint-Petersburg, 2014, 416 p.
2. Petrochenkov D. A. Kamnesamotsvetnoe syr'e Ulyanovskoy oblasti [Semi-precious stone mineral reserves in the Ulyanovsk Region]. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2006, no 5, pp. 319–323. [In Russ].
3. Petrochenkov D. A. Gemmologicheskie aspekty verkhnedevonskikh yuvelirno-podelochnykh ammonitov Marokko [Gemmology of the Upper Devonian jewelry- and ornamental-quality Morocco ammonite]. *Doklady XII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Novye idei v naukakh o Zemle»*. Vol. I, Moscow, MGRI-RGRRU, 2015, pp. 321–322. [In Russ].
4. Petrochenkov D. A. Mineral'nyy sostav i strukturnye osobennosti yuvelirnykh ammonitov Kostromskoy oblasti [Mineral composition and structure of jewelry-quality ammonite in the Kostroma Region]. *Izvestiya vuzov. Geologiya i razvedka*. 2017, no 2, pp. 22–27. [In Russ].

5. Polyaniin V.S., Polyaniina T.A., Dusmanov E.N. Mineral'no-syr'evaya baza tsvetnykh kamney Rossii: perspektivy ee osvoeniya i razvitiya [Russia's reserves of semi-precious stones: Development and expansion prospects]. *Razvedka i okhrana nedr.* 2015, no 9, pp. 66–76. [In Russ].
6. Collignon M. *Atlas des fossiles caracteristiques de Madagascar. Fascicle IV (Argovien-Rauracien)*. Service Geologique, Tananarive pl. XLVII-XCV. 1959–234 p.
7. Collignon M. *Atlas des fossiles caracteristiques de Madagascar. Fascicle III (Oxfordien)*. Service Geologique, Tananarive, pl. XXXIV-XLVI. 1959–123 p.
8. Collignon M. *Atlas des fossiles caracteristiques de Madagascar. Fascicle V (Kimmeridgien)*. Service Geologique. Tananarive, pl. XCVI-CXXXIII. 1959–137 p.
9. Grulke W. *Heteromorph: The Rarest Fossil Ammonites: Nature at its Most Bizarre* 2014–224 p.
10. Kennedy W.J., Walaszczuk I., Gate A.S., Dembiczk K., Praszkiec T. Lower and Middle Cenomanian ammonites from Morondava Basin, Madagascar. *Asta Geologica Polonica* 2013. Vol. 63 (4). pp. 625–655.
11. Klinger H.C., Kennedy W.J., Grulke W.E. New and little-known Nostoceratidae and Diplomoceratidae (Cephalopoda, Ammonoidea) from Madagascar. *African Natural History* 2007. Vol. 3. pp. 89–115.
12. Mychaluk K. Update on ammonite production from Southern Alberta, Canada. *Gems & Gemology*. 2009. Vol. 45 no 3 pp. 192–196.
13. Walaszczuk I., Marciniowski R., Praszkiec T., Dembiczk K., Bienkowska M. Biogeographical and stratigraphical significance of the latest Turonian and Early Coniacian inoceramid/ammonite succession of the Manasoa section on the Onilahy River, south-west Madagascar. *Cretaceous Research*, 2004. Vol. 25, pp. 543–576.
14. Walaszczuk I., Kennedy W.J., Dembiczk K., Gale A.S., Praszkiec T., Rasoamiamanana A.H., Randriana 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.
15. 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.



РУКОПИСИ, ДЕПОНИРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «ГОРНАЯ КНИГА»

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ШНЕКО-РОТОРНОГО МЕТАТЕЛЯ
ДЛЯ ШТАБЕЛИРОВАНИЯ ФРЕЗЕРНОГО ТОРФА**

(№ 1129/07-18, 1130/07-18 от 27.04.2018 г.; 7 с.)

*Михайлов Александр Викторович*¹ — доктор технических наук, профессор,

*Джафаров Камал Азимович*¹ — аспирант, e-mail: lezgy05@mail.ru,

¹ Санкт-Петербургский горный университет.

Рассмотрена задача, направленная на решение вопроса штабелирования торфяного сырья и выбора универсального, многофункционального уборочного оборудования, предназначенного для производства торфяного сырья. Щеточный метатель устанавливается на фронтальный погрузчик Амкодор 342Р в горизонтальном положении над поверхностью торфяной залежи.

Ключевые слова: уборка, фрезерный торф, щеточный метатель, торфяное сырье.

**JUSTIFICATION OF WRENCH-ROTARY METHANE PARAMETERS
FOR FITTING MILL STRAPS**

Mikhailov A.V., Doctor of Technical Sciences, Professor,

Dzhabarov K.A., Graduate Student, e-mail: lezgy05@mail.ru,

¹ Saint Petersburg Mining University, 199106, Saint-Petersburg, Russia.

The article deals with the problem aimed at solving the stacking of peat raw materials and selecting a universal, multifunctional, harvesting equipment intended for the production of peat raw materials. The brush thrower is installed on the front loader Amkodor 342P in a horizontal position above the surface of the peat deposit.

Key words: harvesting, milling peat, brush thrower, peat raw materials.