

МИНЕРАЛЬНЫЕ И СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЮВЕЛИРНОГО ДЕРЕВЯНИСТОГО ОЛОВА

Д.А. ПЕТРОЧЕНКОВ

*Российский государственный геологоразведочный университет
117997, Россия, Москва, Миклухо-Маклая, 23; e-mail: p-d-a@mail.ru*

Изучены минеральный состав и геммологические характеристики ювелирных разновидностей деревянистого олова месторождений Джалиндинское (Хабаровский край), Тыноокен (Восточная Чукотка) и Доминион Крик (Канада). По данным рентгенографического анализа деревянистое олово состоит преимущественно из касситерита (76—98 мас.%), в виде примеси отмечены кварц, микроклин и рентгеноаморфная фаза. Электронно-зондовыми исследованиями в деревянистом олове установлены микровключения: джалиндит, прайзингерит, акантит, самородный висмут, монацит и гематит. Цветовая зональность деревянистого олова определяется минеральным составом, концентрацией элементов-примесей (Fe, As) и микровключениями гематита в касситерите. Ювелирные разновидности деревянистого олова связаны преимущественно с риолитовым, редко с силикатным и сульфидным промышленными типами месторождений олова.

Ключевые слова: деревянистое олово; касситерит; ювелирные камни; геммологические характеристики.

MINERAL AND STRUCTURAL FEATURES OF JEWELRY WOOD TIN

D.A. PETROCHENKOV

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

A mineral composition and gemological descriptions of the jewelry varieties of the wood tin of deposits Dzhaldindinskoe (Khabarovskiy kraj), Tynooken (East Chukotka) and Dominion Krik (Canada) have been explored. According to the data of radio-graphical analysis, wood tin consists mainly of cassiterite (76—98 mas.%). As admixtures, quartz, microcline and roentgenoamorphous phase have been found. Microinclusions of dzhaldindite, preisingerite, acanthite, native bismuth, monazite and hematite have been found in wood tin by electronic-probe investigations. Color zonality of wood tin is defined by mineral composition, concentration of elements-admixtures (Fe, As) and microinclusions of hematite in cassiterite. Jewelry varieties of the wood tin are mainly connected with rhyolite, rarely with silicate and sulphide industrial types of tin deposits.

Key words: wood tin; cassiterite; jewelry stones; gemological descriptions.

В оловорудных месторождениях встречаются скрытокристаллические радиально-лучистые почковидные агрегаты касситерита (рис. 1), получившие название «деревянистое олово» [3]. На ряде месторождений наблюдаются выделения деревянистого олова размером более 3 см с чередованием разноокрашенных слоев касситерита с почковидной текстурой. Такие разновидности деревянистого олова по декоративным характеристикам, а также достаточно высокой твердости и алмазному блеску не уступают многим популярным ювелирным камням. Стоимость деревянистого олова ювелирного качества в кусках размером 1,5—7,5 см колеблется от 18 до 123 дол. за кг [2]. Деревянистое олово однородной чёрной и тёмно-коричневой окраски ювелирного интереса не представляет.

Изучение минералогических коллекций музеев Москвы и Санкт-Петербурга, а также литературных материалов показало, что деревянистое олово связано преимущественно с риолитовым промышленным типом редкометалльно-вольфрам-оловянной формации [5]. Месторождения широко распространены в Мексике (Гуанохуато) [4, 10] и США (Тэйлор-Крик, Пак Рэт) [4, 9]. В России примерами этого типа месторождений являются Джалиндинское (Хабаровский край), Суворовское и Кремнистое (Магаданская область). Деревянистое олово встречается также в силикатном (Хрустальное, Приморье; Корнуэлл, Англия) [4, 8] и сульфидном (Хета, Магаданская область; Оруро и Потоси, Боливия) [4] промышленных типах железнисто-полиметалльно-оловянной формации [5].

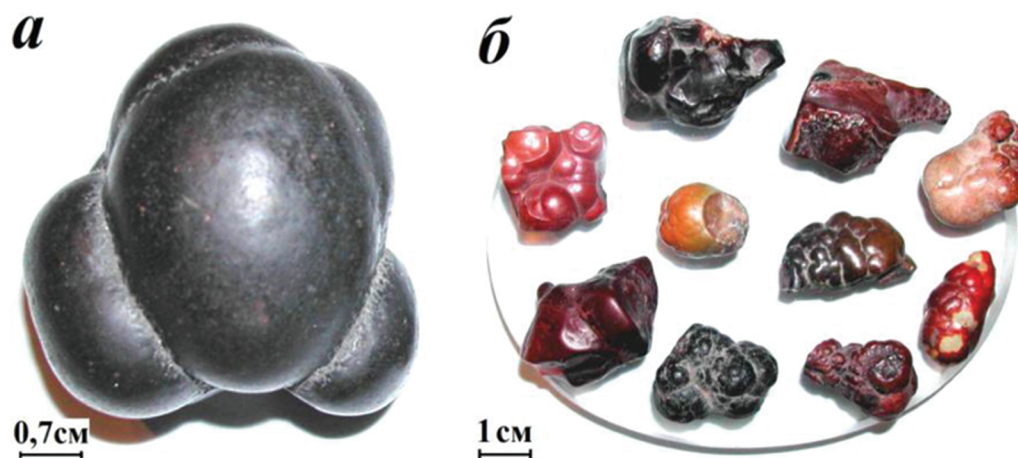


Рис. 1. Образцы деревянистого олова месторождений Гуаанохуато, Мексика (а), Марагус, Боливия (б); образцы хранятся в Минералогическом музее им. А.Е. Ферсмана РАН под номером 1747 (а) и 39959 (б)

При разрушении коренных месторождений формируются россыпи, из которых добывается основной объём деревянистого олова. В настоящее время деревянистое олово в качестве ювелирного материала малоизвестно [6]. Автором изучены геммологические характеристики деревянистого олова оловорудного месторождения Джалиндинское (Хабаровский край), россыпей Тыноокен (Восточная Чукотка) и Доминион Крик (Канада).

Методы исследования

Комплекс исследований деревянистого олова проведён в ФГУП «ВИМС»: определение минерального и химического составов, микротвердости, электронно-зондовые и электронно-микроскопические исследования.

Минеральный состав определялся рентгенографическим количественным фазовым анализом (РКФА) на установке «Х°Retro PRO» И.С. Наумовой. Электронно-микроскопическое изучение образцов проводилось В.В. Ружицким на растровом электронном микроскопе (РЭМ) «Tesla BS-301», оснащённом рентгеновским спектрометром с дисперсией по энергии, позволяющим определить элементный состав от Mg до U. Электронно-зондовые (ЭЗ) исследования выполнены (Н.И. Чистяковой) на микроанализаторе «Superprobe-8100» с энергодисперсионной приставкой «Inca», что позволило установить химический состав по данным локального рентгеноспектрального анализа (ЛРСА), проанализировав образцы в обратнорассеянных электронах (ОРЭ). Содержание кислорода рассчитано по стехиометрии. Микротвердость определялась Н.Н. Кривошёковым на микротвердометре «ПНТ-3» с нагрузкой весом 100 г и выдержкой 20 с. Автором на кафедре геммологии МГРИ-РГГРУ выявлен цвет видимой люминесценции под ультрафиолетовой лампой «MULTISPEC System Eickhorst»

с 254 и 365 нм, описаны прозрачные шлифы под микроскопом «Полам Р-112» и определена плотность гидростатическим методом.

Геммологические характеристики деревянистого олова

По данным РКФА деревянистое олово состоит преимущественно из касситерита, содержание которого колеблется от 76 до 98 мас. % (табл. 1). Деревянистое олово россыпей Тыноокен и Доминион Крик полностью раскристаллизовано, а месторождения Джалиндинское содержит рентгеноаморфную фазу (7 мас. %), которая может быть связана как с аморфной формой касситерита, так и с опалом. Помимо касситерита в деревянистом олове установлены кварц (от 1 до 17 мас. %) и микроклин (1 мас. %), (табл. 1). Кварц в деревянистом олове Джалиндинского месторождения выполняет радиальные и концентрические трещинки, образует участки срастания с касситеритом, электронно-зондовыми исследованиями установлены микровключения джалиндита, прайзингерита, акантита, самородного висмута, монацита, гематита [1, 7]. В деревянистом олове россыпей Тыноокен и Доминион Крик кварц и микроклин образуют микровключения в касситерите (табл. 1).

Строение деревянистого олова обусловлено чередованием разноокрашенных слоев касситерита с полосчатой или почковидной текстурой (рис. 2). Наиболее часто встречаются слои серой, светлой и тёмно-коричневой, чёрной, реже присутствуют слои оранжевой, розовой и красной окрасок. Ширина слоёв варьирует от 0,1 до 5 мм. Широкие слои состоят из более узких, различающихся по интенсивности окраски. Размер выделений деревянистого олова, пригодного для изготовления кабошонов, составляет 10–50 мм, редко 90 мм.

Таблица 1

Усреднённый минеральный состав деревянистого олова месторождений Джалиндинское, Тыноокен и Доминион Крик

Месторождение	Характеристика деревянистого олова	Основные минералы и их содержания, мас. %	Микровключения
Джалиндинское	Чередование белых, светло-серых, чёрных, редко красных зон; сферолитовая текстура	Касситерит, 76; кварц, 17; рентгеноаморфная фаза, 7	Джалиндит, прайзингерит, акантит, самородный висмут, монацит
Тыноокен	Чередование светло- и тёмно-коричневых, чёрных зон; сферолитовая и полосчатая текстуры	Касситерит, 97; кварц, 2; микроклин, 1	Микроклин
Доминион Крик	Чередование тёмно- и светло-коричневых, реже красных зон, сферолитовая текстура	Касситерит, 98; кварц, 1; микроклин, 1	Микроклин, гематит

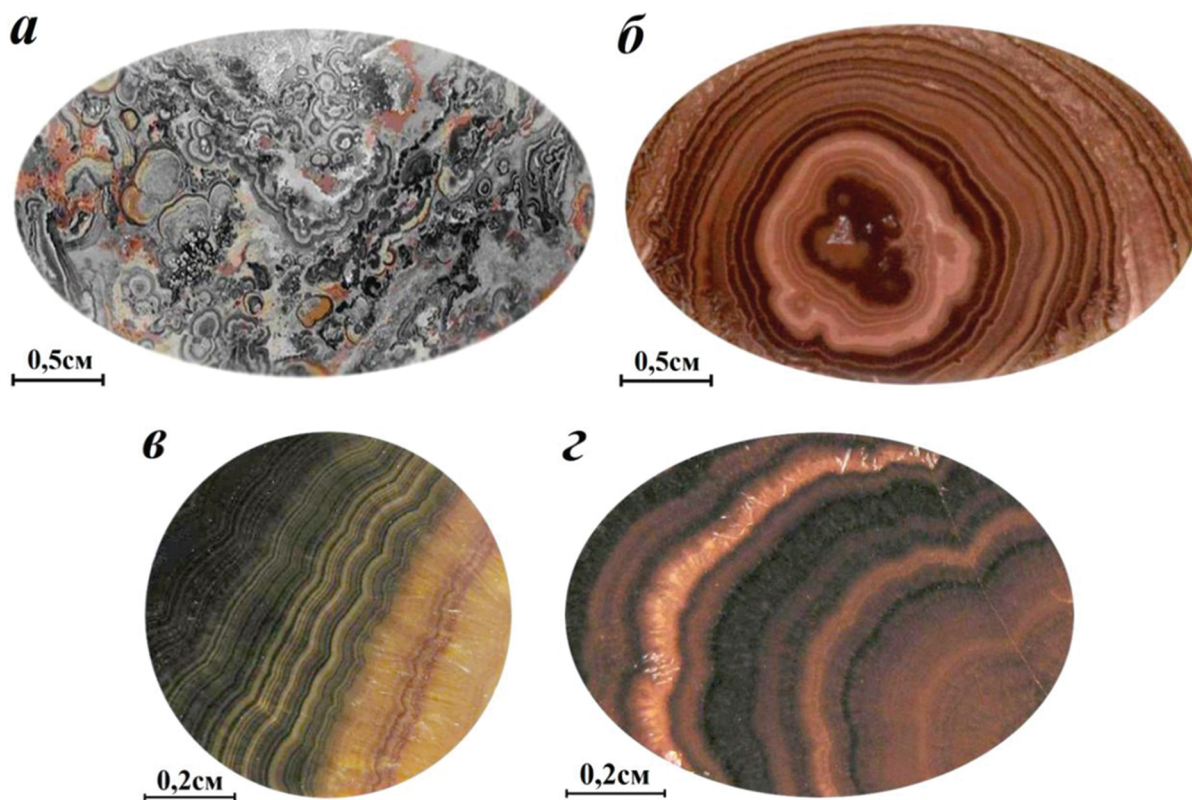


Рис. 2. Кабошоны из деревянистого олова месторождений Джалиндинское (а), Доминион Крик (б) и Тыноокен (в, г) с полосчатой (в) и сферолитовой (а, б, г) текстурой

Ниже приведены результаты детальных минералогических исследований деревянистого олова россыпи Тыноокен. Золотоносная аллювиальная россыпь Тыноокен расположена в Иультинском районе Восточной Чукотки. Источником касситерита россыпи являлись оловянные рудопроявления риолитовой формации. Касситерит, включая его разновидность деревянистое олово, являлся попутным компонентом, который выбрасывался в отвал. Деревянистое олово представлено мелкими галечками от 10 до 19 г. Автором изучены образцы деревянистого олова с полосчатой и полосчато-сферолитовой текстурами (рис. 3, а).

Деревянистое олово плотное, непрозрачное, непросвечивающее в краях, раскалывается с трудом. Излом неровный, раковистый. Плотность деревянистого олова от 6,28 до 6,56 г/см³, среднее 6,37 г/см³, что значительно ниже теоретической для кристаллов касситерита — 7,01 г/см³ [3]. Более низкая плотность деревянистого олова связана, видимо, с большим числом пор. Блеск естественных поверхностей деревянистого олова стеклянный, часто матовый, обусловленный неровностью и шероховатостью. Блеск хорошо полированных поверхностей — алмазный. Люминесценция при 245 и 365 нм не наблюдается. Микротвердость различных об-

разцов и зон существенно различается: от 683 до 1722 кГс/мм². Она возрастает с увеличением степени структурной однородности кристаллов касситерита и уменьшением числа микропор.

В образце деревянистого олова выделяется четыре участка, различающиеся по цвету и струк-

турным особенностям кристаллов касситерита (рис. 3). Участок 1, шириной 3,2 мм, светло-коричневой и коричневой окраски, соответствует начальной стадии кристаллизации касситерита в образце. Участок 2, шириной 2,4 мм, характеризуется чередованием широких тёмно-серых и

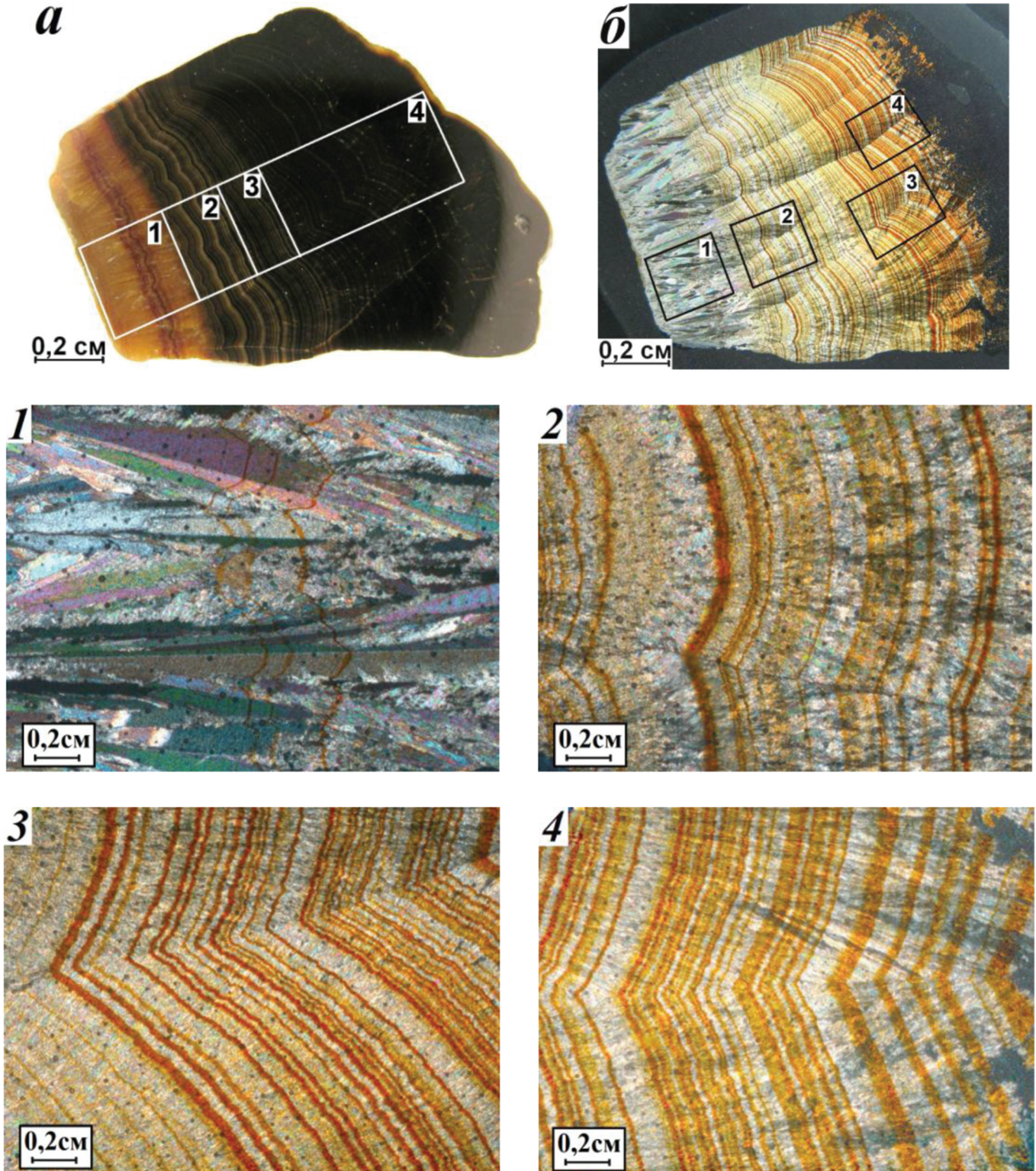


Рис. 3. Аншлиф (а), прозрачный шлиф (б) деревянистого олова россыпи Тыноокен и фрагменты детализации прозрачного шлифа (1–4): 1 — начальная, 2, 3 — средняя, 4 — завершающая стадии кристаллизации; с анализатором

узких светло-серых зон, переходящих в чередование нечётко выраженных серых и тёмно-серых зон. Участок 3 шириной 1,6 мм тёмно-серого цвета со слабо проявленной полосчатой зональностью. Внешняя часть образца (участок 4), шириной 6 мм однородного чёрного цвета, соответствует завершающей стадии кристаллизации касситерита в образце.

Участок 1 образован длиннопризматическими, плотносросшимися параллельно ориентированными кристаллами касситерита, размером до 2 мм по длинной оси (рис. 3, 1). Характерна копьевидная форма кристаллов. Между крупными кристаллами часто расположены агрегаты мелких (0,1–0,2 мм) разноориентированных кристалликов. Краевая часть участка выполнена мелкими (0,1–0,3 мм) кристаллами, образующими сноповидные или сферолитовые агрегаты. К центральной части участка приурочено несколько узких параллельных красновато-коричневых полос — зон роста, пересекающих кристаллы касситерита.

В ОРЭ отчётливо проявлены различные цветовые оттенки в кристаллах касситерита, (рис. 4, а). Зоны роста, шириной 1–3 мкм, имеют прерывистый, часто расплывчатый контур и более тёмную окраску (рис. 4, б). При детализации в кристаллах касситерита наблюдаются тёмные с расплывчатыми контурами пятна размером 2–3 мкм и узкие шириной около 1 мкм протяжённые светлые полосы, ориентированные по удлинению кристаллов (рис. 4, в). Выявлено большое число пор различной формы, размером от 1 до 150 мкм. Пores расположены преимущественно по контактам кристаллов касситерита.

Средняя часть образца — участок 2, образована также удлинёнными призматическими плотносросшимися кристаллами касситерита (0,1–0,3 мм по длинной оси) с одинаковой ориентировкой. Размер кристаллов уменьшается к центральной части образца. Участок состоит из чередования бесцветных и цветных зон (рис. 3, 2). Бесцветные зоны шириной до 0,3 мм, цветные зоны отличаются по оттенкам: красновато-коричневые — шириной 0,03–0,06 мм с чёткими контактами, светло-коричневые (0,06–0,3 мм) с расплывчатыми контактами.

В ОРЭ отчётливо проявлены зоны роста, выраженные тёмными ломаными полосами шириной 2–4 мкм, а также различно окрашенные участки касситерита (рис. 4, в). Более поздние слои участка 2 характеризуются также чередованием серых и тёмно-серых зон, но менее чётко выраженными (рис. 4, г). Их ширина колеблется от 0,08 до 0,3 мм, а размер кристаллов уменьшается до 0,06 мм по длинной оси. Размер и форма кристаллов в различных по цвету зонах близки. В участке 2 фиксируется большое число пор, размером 1–10 мкм (рис. 4, г).

В участке 3 при микроскопическом изучении выделены: слабо выраженная зональность, цветовая однородность и меньший (0,005–0,02) размер кристаллов (рис. 3, 3, левая сторона фотографии). В ОРЭ отчётливо проявлены широкие — 0,04–0,1 мм тёмные и узкие 0,007–0,02 мм светлые зоны. Границы зон нечёткие. Форма и ориентировка кристаллов в ОРЭ не проявлены. В пределах участка наблюдается большое число пор размером 1–10 мкм (рис. 4, д).

Участок 4 завершающего этапа кристаллизации, в образце однородного чёрного цвета (рис. 3, а), а в шлифе отчетливо проявлено чередование красновато-коричневых и бесцветных зон (рис. 3, 4). Ширина красновато-коричневых и бесцветных зон колеблется от 0,01 до 0,15 мм. Контакты зон чёткие, неровные. Размер кристаллов касситерита по сравнению с участками 1–3 увеличен. Кристаллы образуют сноповидные агрегаты с веерным угасанием игольчатой и копьевидной форм (0,05–0,1 мм по длинной оси). В свою очередь агрегаты формируют более крупные блоки размером 1,5–3 мм. Различий в строении кристаллов красновато-коричневых и бесцветных зон не наблюдается. Часто кристаллы без видимых изменений расположены в двух зонах. В ОРЭ в кристаллах выделяются светлые и тёмные микрозоны и большое число пор размером 1–5 мкм (рис. 4, е).

Электронно-микроскопические исследования позволили детализировать морфологические особенности кристаллов касситерита и минеральный состав деревянистого олова россыпи Тыноокен. Зона, выполненная мелкокристаллическим касситеритом, имеет чётко выраженный контур и относительно небольшое число пор. Кристаллы касситерита размером до 150 мкм, копьевидной формы, с хорошо видимой штриховкой, ориентированы поперёк зоны. Их размер уменьшается в направлении внутренней части образца (рис. 5, а). В зоне мелкокристаллического касситерита фиксируются включения микроклина. В ОРЭ микроклин более тёмного цвета таблитчатой формы, размером до 60 мкм (рис. 5, в). Зона тонкокристаллического касситерита нечётко выражена. Кристаллы изометричной таблитчатой формы, разноориентированные, плотно сросшиеся, размером 2–5 мкм (рис. 5, б).

Зона, выполненная мельчайшими ориентированными кристаллами касситерита, с нечётко выраженными контурами. Кристаллы плотно сросшиеся, призматической формы, размером около 10 мкм по длинной оси. В этой зоне на отдельных участках присутствует большое число микропор (рис. 5, в). Зона скрытокристаллического касситерита образована плотно сросшимися таблитчатыми с неровными краями кристаллами. Размер кристаллов колеблется от 2 до 10 мкм (рис. 5, г). Зона скрытокристаллическо-колломорфного касситерита состоит из агрегата изометричных, слабо

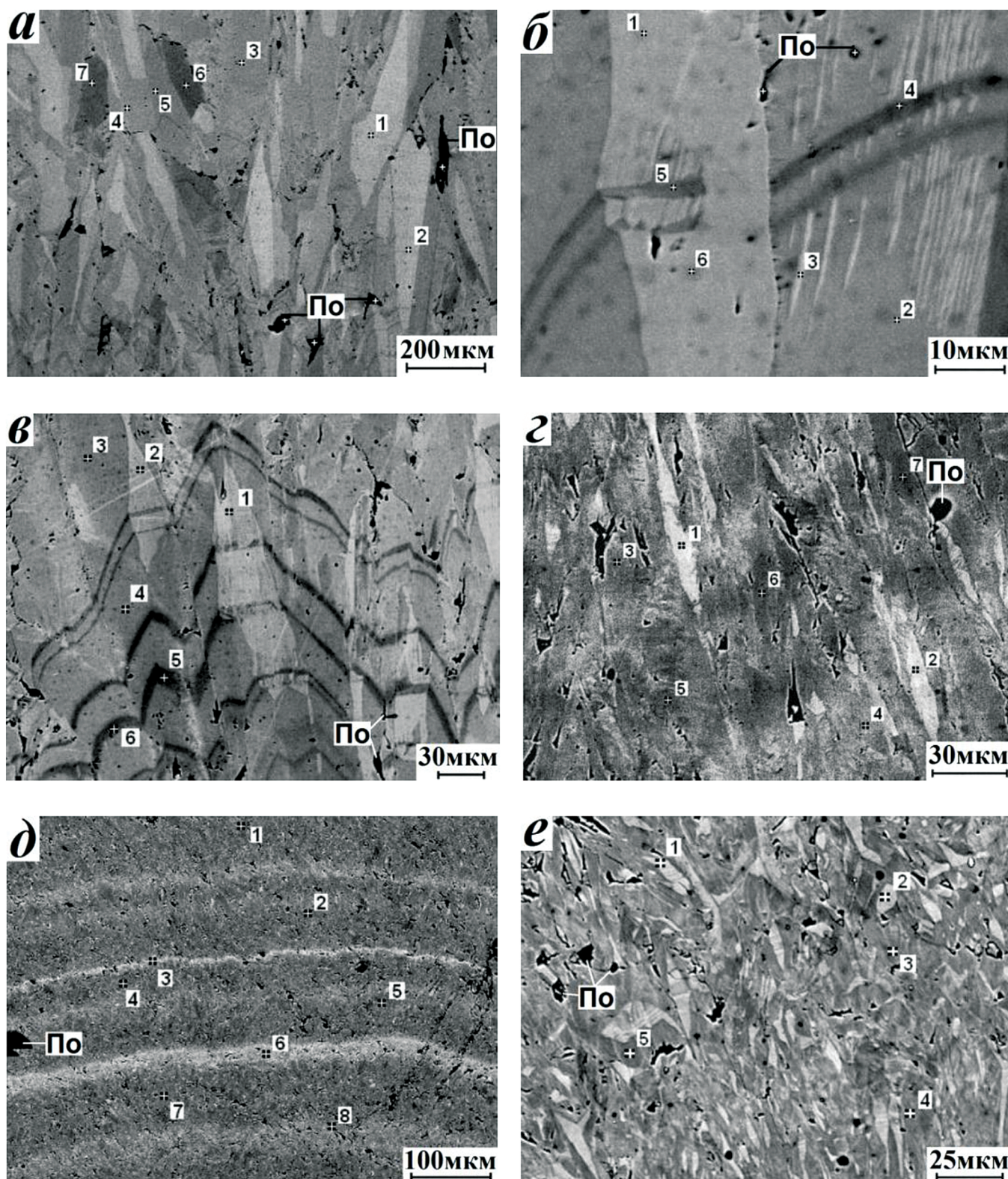


Рис. 4. Фрагменты деревянистого олова (рис. 3), 1–4 в ОРЭ. ЭЗ. Фрагменты: 1 – а, б; 2 – в, г; 3 – д; 4 – е; По – поры; 1–8 – номера спектров

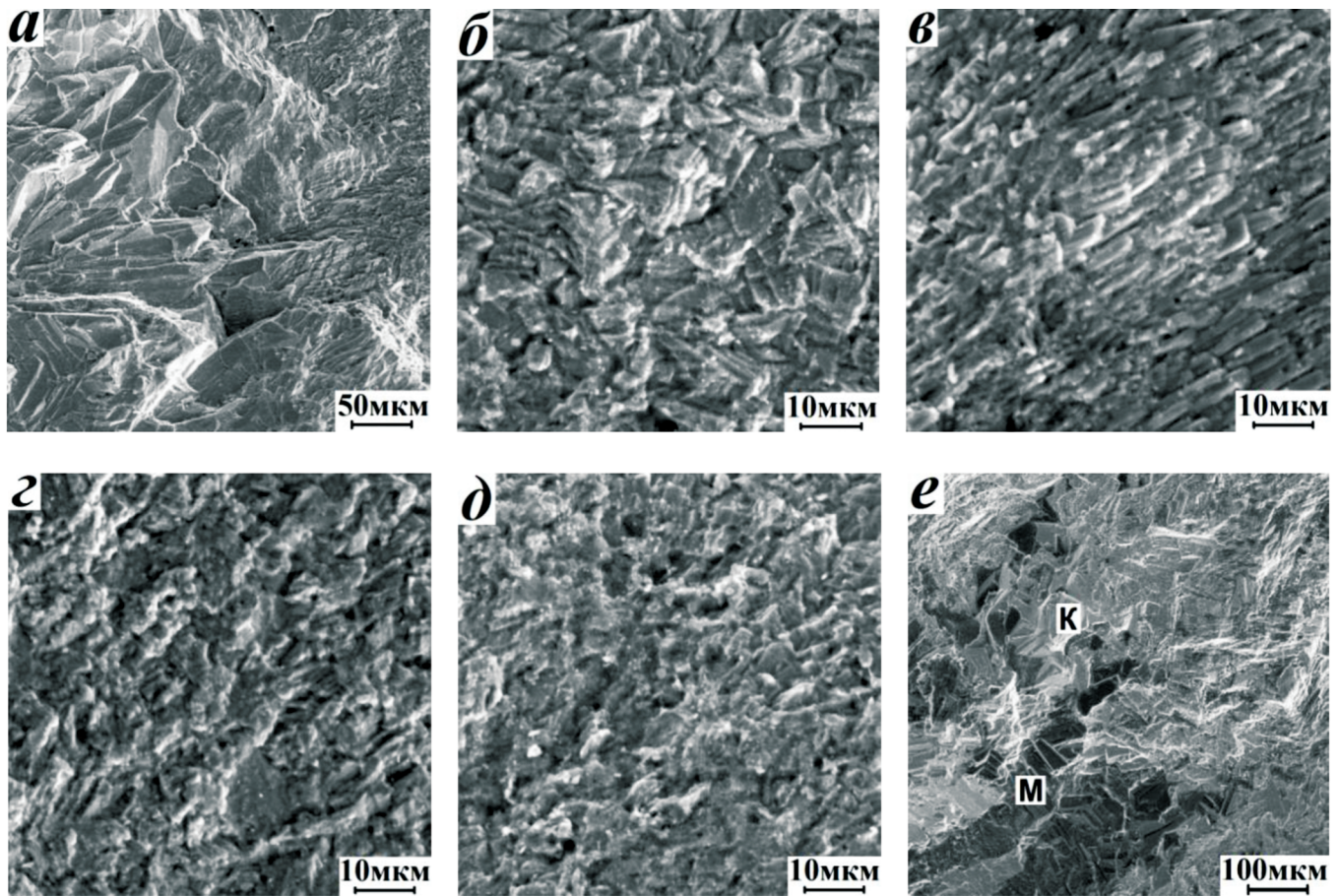


Рис. 5. Морфология кристаллов касситерита в ОПЭ: РЭМ: *а* — мелкокристаллическая, *б, в* — различные формы тонкокристаллической, *г* — скрытокристаллическая, *д* — скрытокристаллическо-коллоидная; *е* — включения микроклина (М) в мелкокристаллическом касситерите

вытянутых кристаллов и округлых коллоидных выделений (от 0,5 до 3 мкм) (рис. 5, *д*).

По данным ЛРСА в касситерите фиксируются устойчивые содержания элементов-примесей Si, Cl, Zn, Fe, As. Различно окрашенные в ОПЭ зоны и фрагменты кристаллов отличаются по содержанию Fe, As, Sn. Наблюдаются изменения в содержаниях этих элементов и в различных по времени кристаллизации участках (табл. 2).

Тёмно-серые в ОПЭ зоны содержат более высокие количества Fe, As и соответственно более низкие содержания Sn, чем светло-серые зоны. На участке 1 содержание Fe в касситерите возрастает от 0,15 до 1,07 мас. %, As — от 0,21 до 2,56 мас. %, а Sn снижается от 78,71 до 73,37 мас. %. На участке 2 содержание Fe возрастает от 1,48 до 3,08 мас. %, As — от 1,22 до 3,15 мас. %, а Sn снижается от 74,76 до 69,81 мас. %. В зонах роста кристаллов (рис. 4, *в, г*) фиксируются высокие концентрации Fe (от 2,62 до 3,34 мас. %) и As (от 2,07 до 3,05 мас. %).

Участок 3, сложенный мелкими кристаллами касситерита с относительно однородной окраской, как в шлифе, так и в ОПЭ, содержит Fe от 4,06 до

4,56 мас. %. Колебания содержаний As более существенны — от 0,65 до 2,39 мас. %, а в различно окрашенных зонах количество олова изменяются от 70,64 до 68,48 мас. %. На этом участке фиксируются устойчивые содержания Ca — от 0,10 до 0,58 мас. % независимо от цвета зоны. На участке 4, завершающем этапе кристаллизации, содержания Fe в различно окрашенных зонах касситерита изменяются от 3,70 до 4,30 мас. %, As — от 0,66 до 2,83 мас. %, а Sn — от 75,31 до 69,89 мас. % (табл. 2).

Содержания Si и Cl находятся на низком уровне, близком к чувствительности метода. Закономерности в распределении этих элементов не наблюдается. Содержания O колеблются в незначительном диапазоне. Концентрация Zn изменяется от 0 до 1,84 мас. %. В тёмно-серых зонах кристаллов касситерита участков 1 и 2 фиксируются повышенные содержания Zn (от 0,16 до 1,84 мас. %) относительно светло-серых зон (табл. 2).

Таким образом, в деревянистом олове россыпи Тыноокен размер кристаллов в различных по времени кристаллизации зонах существенно отличается. Тёмные зоны в ОПЭ и красновато-коричне-

Таблица 2

Химический состав касситерита россыпи Тыноокен по данным ЛРСА

Номер участка	Цвет кристалла в ОРЭ	Содержание элемента, мас. %						
		Si	Cl	Fe	Zn	As	Sn	O
1	Светло-серый (8)	0,00-0,15 0,07	0,00-0,06 0,02	0,08-0,28 0,15	0,00-0,46 0,15	0,00-1,08 0,21	76,17-80,62 78,71	21,34-21,91 21,58
	Серый (11)	0,00-0,26 0,13	0,00-0,28 0,16	0,18-0,68 0,26	0,03-1,41 1,16	0,06-2,62 1,93	74,03-76,53 75,16	20,94-22,45 21,87
	Тёмно-серый (8)	0,00-0,19 0,14	0,08-0,28 0,18	0,24-3,34 1,07	0,21-1,84 1,23	2,07-3,05 2,56	70,50-75,77 73,37	21,66-22,52 21,99
2	Светло-серый (9)	0,07-0,24 0,14	0,00-0,33 0,11	0,12-3,08 1,49	0,05-0,56 0,30	0,23-3,61 1,22	70,49-80,38 74,76	21,04-22,05 21,55
	Серый (10)	0,12-0,29 0,21	0,00-0,51 0,22	0,14-2,96 1,45	0,27-1,79 0,85	1,49-3,52 2,46	69,88-75,51 72,55	21,29-22,69 21,84
	Тёмно-серый (15)	0,09-0,31 0,20	0,00-0,32 0,22	0,98-4,24 3,08	0,16-0,88 0,37	1,61-3,61 3,15	66,98-73,90 69,81	21,48-22,57 21,87
3	Светло-серый (3)	0,23-0,37 0,29	0,03-0,15 0,09	3,81-4,47 4,06	0,00-0,13 0,04	0,38-1,07 0,65	68,05-72,30 70,64	21,09-21,88 21,30
	Серый (10)	0,16-0,33 0,26	0,14-0,37 0,25	3,59-4,75 4,40	0,00-0,47 0,18	0,87-3,55 2,39	67,20-69,94 68,48	21,05-22,12 21,49
	Тёмно-серый (3)	0,21-0,25 0,23	0,28-0,35 0,32	4,05-5,06 4,57	0,12-0,20 0,16	1,12-3,54 2,32	67,76-68,12 67,94	21,40-21,74 21,57
4	Светло-серый (2)	0,18-0,21 0,20	0,06-0,07 0,07	3,58-3,81 3,70	0,00-0,30 0,15	0,64-0,68 0,66	75,09-75,58 75,31	21,88-22,13 22,01
	Серый (3)	0,35-0,38 0,36	0,21-0,23 0,22	4,22-4,35 4,30	0,06-0,32 0,20	2,40-3,07 2,83	69,35-70,82 69,89	22,04-22,07 22,05

Примечание. Над чертой максимальное и минимальное содержание, под чертой — среднее; в скобках — число спектров.

вые в шлифе, особенно зоны роста, характеризуются высокими содержаниями Fe, As и более низкими Sn. В участках заключительного этапа кристаллизации фиксируются более высокие содержания Fe. Высокие содержания Fe, фиксируемые в зонах красного цвета, указывают на присутствие микровключений гематита. Можно предположить, что красные тона касситерита являются вторичными и связаны с концентрацией Fe и его окислением в результате циркуляции растворов по микротрещинкам в деревянистом олове. Микровключения гематита зафиксированы нами в деревянистом олове россыпи Доминион Крик (табл. 1). Отметим присутствие в деревянистом олове большого числа пор, что требует при изготовлении кабошонов предварительной пропитки материала специальными смолами.

Заключение

Ювелирные разновидности деревянистого олова связаны преимущественно с риолитовым промышленным типом редкометалльно-вольфрамо-оловянной формации, встречаются в силикатном и сульфидном промышленных типах железисто-полиметалльно-оловянной формации. Деревянистое олово состоит преимущественно из кристаллического касситерита. В нём присутствуют кварц, микроклин и рентгеноаморфная фаза. Электронно-зондовыми исследованиями установлены микров-

ключения джалиндита, прайзингерита, акантита, самородного висмута, монацита и гематита.

Деревянистое олово россыпи Тыноокен имеет полосчатую, полосчато-сферолитовую и сферолитовую текстуры и широкий диапазон оттенков окраски. Слои деревянистого олова образованы касситеритом от крупно- до скрытокристаллического, присутствует незначительное количество колломорфного касситерита. В касситерите фиксируются устойчивые содержания элементов-примесей: Si, Cl, Zn, Fe, As, в отдельных зонах — Ca.

Различные по цвету зоны отличаются по содержаниям Fe, As, Sn. В красновато-коричневых зонах установлены высокие количества Fe, As и пониженные — Sn. В отдельных образцах деревянистого олова отмечается увеличение содержания Fe в участках заключительного этапа кристаллизации. Цветовая зональность деревянистого олова определяется минеральным составом, концентрацией элементов-примесей, микровключениями гематита в касситерите.

Разнообразная окраска и текстурные особенности слоёв касситерита создают неповторимые контрастные узоры в кабошонах из деревянистого олова, а достаточно высокая твердость и алмазный блеск повышают привлекательность изделий. Материал ювелирного качества может отбираться попутно при отработке месторождений олова, что позволяет существенно снизить его себестоимость и повысить рентабельность месторождений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бетехтин А.Г., Генкин А.Д., Филимонов А.А. и др. Структурно-текстурные особенности эндогенных руд. М.: Недра, 1964. 598 с.
 2. Буканов В.В. Цветные камни. Геммологический словарь. СПб, 2001. 208 с.
 3. Геология оловорудных месторождений СССР / Под ред. С.Ф. Лугова, Т. 1. Геологические основы прогноза, поисков и оценки оловорудных месторождений. М.: Недра, 1986. 332 с.
 4. Макеев Б.В., Политов В.К. Оловорудные месторождения зарубежных стран // Итоги науки и техники. ВИНТИ. Сер. Рудные месторождения. М., 1991. Т. 23. 192 с.
 5. Павловский А.Б. Минерально-сырьевая база мира и России: состояние, освоение и перспективы развития. Олово // Минеральное сырье: Серия геолого-экономическая, № 27. М.: ВИМС, 2008. 96 с.
 6. Петроченков Д.А. Деревянистое олово — нетрадиционный вид ювелирно-поделочного камня // Сб. докладов X Международной конференции «Новые идеи в науках о Земле». Т. 1. М., 2011. С. 158.
 7. Петроченков Д.А., Чистякова Н.И. Особенности минерального состава деревянистого олова месторождения Джалиндинское (Россия) // Новые данные о минералах. Вып. 46. М., 2011. С. 55–60.
 8. Щеглов А.Д. Загадки Корнуолла. // Геол. рудн. месторождений. 1992. Т. 34, №5. С. 80–97.
 9. Duffield W.A., Reed B.I., Richter D.H. Origin of rhyolite-hosted tin mineralization: evidence from the Taylor Creek rhyolite, New Mexico // Econ. Geol. 1990. V. 85. P. 392–398.
 10. Foshag F., Fries C. Tin deposits of the Republic of Mexico // U.S. Geol. Surv. Bull. 935—C. 1942. P. 101–176.
-