

СИНТЕЗ И СТРОЕНИЕ *o*-МЕТИЛБЕНЗОАТОВ ЕВРОПИЯ(III)

© 2021 г. И. В. Калиновская^{a,*}, А. Н. Задорожная^b, Ю. О. Привар^a

^a Институт химии Дальневосточного отделения Российской академии наук,
пр. 100-летия Владивостока 159, Владивосток, 690022 Россия

^b Тихоокеанский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения России,
Владивосток, 690002 Россия

*e-mail: kalinovskaya@ich.dvo.ru

Поступило в Редакцию 20 октября 2020 г.

После доработки 8 декабря 2020 г.

Принято к печати 15 декабря 2020 г.

Получены разнолигандные комплексные соединения европия(III) с *o*-метилбензойной кислотой и нейтральными N- и P-органическими соединениями, охарактеризованные методами химического анализа, термогравиметрии и ИК спектроскопии. При термоллизе комплексных соединений отрыв молекулы нейтрального лиганда происходит в одну стадию с эндотермическим эффектом, соединения устойчивы до 240°. По данным ИК спектроскопии, в разнолигандных *o*-метилбензоатах европия(III) реализуется бидентатно-мостиковая координация аниона кислоты к центральному иону европия(III).

Ключевые слова: метилбензоаты европия(III), термическая устойчивость, *o*-метилбензойная кислота

DOI: 10.31857/S0044460X21020074

Координационные соединения лантанидов с карбоновыми кислотами, обладающие интенсивной люминесценцией и высокой фотоустойчивостью, привлекают внимание исследователей в научном и практическом плане. К люминесцирующим карбоксилатам редкоземельных элементов относятся координационные соединения с метилбензойными кислотами. Возможность различной координации кислотного остатка к редкоземельному иону позволяет получить ряд координационных соединений, существенно различающихся по физико-химическим и спектрально-люминесцентным свойствам.

Для интенсификации люминесценции редкоземельного иона используются нейтральные азот- и фосфорорганические соединения (антенный эффект) [1]. Благодаря их высоким донорным свойствам, комплексообразующей способности и протяженной сопряженной системе увеличивается термо- и фотостабильность разнолигандных комплексных соединений и существенно повыша-

ется квантовый выход люминесценции [2]. Комплексные соединения лантанидов с карбоновыми кислотами успешно используются для получения функциональных оптических материалов для оптоэлектроники, сенсорики, медицины, сельского хозяйства [1–9].

Сведения о синтезе и физико-химических свойствах разнолигандных соединений редкоземельных элементов с *o*-метилбензойной кислотой ограничены. Описан синтез разнолигандных комплексных соединений европия(III) и тербия(III) с *o*-метилбензойной кислотой и 1,10-фенантролином [3, 10], приведен механизм термического разложения комплексного соединения $[\text{Eu}_2(o\text{-mba})_6(\text{phen})_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ [3]. Большинство известных разнолигандных комплексных соединений редкоземельных элементов – димеры, в которых реализуется как бидентатная, так и мостиковая координация кислотных остатков [10–12], гидрат метилбензоата европия(III) представлен бесконечной полимерной цепью $[\text{Eu}(\text{mba})_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]_n$ [13].

Таблица 1. Данные элементного анализа комплексных соединений европия(III)

Соединение	Найдено, %				Формула	Вычислено, %			
	C	H	N	Eu		C	H	N	Eu
[Eu(<i>o</i> -mba) ₃ ·2H ₂ O] _n	48.65	4.38	—	25.34	C ₂₄ H ₂₅ EuO ₈	48.57	4.22	—	25.63
[Eu(<i>o</i> -mba) ₃ ·phen] ₂	58.37	4.02	3.76	20.83	C ₇₂ H ₅₈ Eu ₂ N ₄ O ₁₂	58.62	3.93	3.80	20.62
[Eu(<i>o</i> -mba) ₃ ·dipy] ₂	57.47	4.26	3.74	21.47	C ₆₈ H ₅₈ Eu ₂ N ₄ O ₁₂	57.22	4.07	3.93	21.32
[Eu(<i>o</i> -mba) ₃ ·bt] ₂ ·2H ₂ O	53.47	3.57	6.05	22.73	C ₆₀ H ₅₀ Eu ₂ N ₆ O ₁₂	53.33	3.70	6.22	22.52
[Eu(<i>o</i> -mba) ₃ ·dmfa] ₂	51.54	4.61	2.51	24.18	C ₅₄ H ₅₆ Eu ₂ N ₂ O ₁₄	51.43	4.44	2.22	24.13
[Eu(<i>o</i> -mba) ₃ ·tppo] ₂	60.41	4.54	—	18.38	C ₈₄ H ₇₂ Eu ₂ O ₁₄ P ₂	60.36	4.31	—	18.20
[Eu(<i>o</i> -mba) ₃ ·hmpa] ₂ ·H ₂ O	48.62	5.57	5.86	20.74	C ₆₀ H ₈₀ Eu ₂ N ₆ O ₁₅ P ₂	48.32	5.37	5.64	20.40
[Eu(<i>o</i> -mba) ₃ ·dphg] ₂	57.64	4.71	5.83	20.18	C ₆₂ H ₅₄ Eu ₂ N ₆ O ₁₂	57.80	4.40	5.50	19.80

Нами получены разнолигандные комплексные соединения европия(III) с *o*-метилбензойной кислотой [Eu(*o*-mba)₃·D]₂·xH₂O и [Eu(*o*-mba)₃·2H₂O]_n, где *o*-mba – анион *o*-метилбензойной кислоты, D – 1,10-фенантролин (phen), 2,2'-дипиридил (dipy), диметилформамид (dmfa), дифенилгуанидин (dphg), трифенилфосфиноксид (tppo) (*x* = 0); гексаметилфосфотриамид (hmpa) (*x* = 1), бензотриазол (bt) (*x* = 2), изучены их термические свойства и строение на основании данных ИК спектроскопии. Сведения об элементном составе полученных соединений представлены в табл. 1.

Полученные разнолигандные комплексные соединения европия(III) не разлагаются при длительном хранении. Дифрактометрическим порошковым методом определены их кристаллографические параметры. Рентгенографическое исследование разнолигандных комплексных соединений европия(III) подтвердило их индивидуальность (табл. 2). Фазовый анализ свидетельствует об отсутствии линий исходных веществ и примесей, соединения [Eu(*o*-mba)₃·bt]₂·2H₂O и [Eu(*o*-mba)₃·dmf]₂ – рентгеноаморфные.

Для получения функциональных оптических материалов, применяемых в медицине, сельском хозяйстве, необходимо использовать термоустойчивые комплексы редкоземельных элементов. В связи с этим нами исследован термолиз полученных разнолигандных комплексных соединений европия(III) в интервале температур 25–700°C (табл. 3). Характер термического разложения полу-

ченных соединений не однотипен, их термическое разложение происходит сложно и сопровождается рядом эндо- и экзотермических эффектов (см. рисунок).

При термическом разложении соединений [Eu(*o*-mba)₃·2H₂O]_n, [Eu(*o*-mba)₃·bt]₂·2H₂O и [Eu(*o*-mba)₃·hmpa]₂·H₂O в интервале температур 90–221°C происходит отщепление связанных молекул воды. Этому процессу на кривых ДТГ и ДТА соответствует эндотермический эффект. В диапазоне 150–250°C происходит отрыв молекул нейтральных лигандов (табл. 3). В интервале температур 150–245°C на термограмме комплексного соединения [Eu(*o*-mba)₃·dphg]₂ наблюдается отщепление дифенилгуанидина. При термолизе комплекса [Eu(*o*-mba)₃·dipy]₂ отрыв 2,2'-дипиридила наблюдается при 150–220°C. При 200°C начинается декарбоксилирование соединений [3]. Соединение [Eu(*o*-mba)₃·dphg]₂ в ряду исследуемых соединений с *o*-метилбензойной кислотой термически наиболее устойчиво.

При термолизе полученных нами комплексных соединений европия(III) окончание отщепления нейтрального лиганда совпадает с разложением органической части молекулы, поэтому невозможно получить безводное димерное комплексное соединение [Eu(*o*-mba)₃]₂. Интенсивная деструкция синтезированных разнолигандных метилбензоатов европия(III), сопровождающаяся образованием оксида европия(III), происходит в интервале температур 360–500°C с экзотермическим эффектом.

Таблица 2. Рентгенометрические данные соединений европия(III) с *o*-метилбензойной кислотой и азотсодержащими нейтральными лигандами

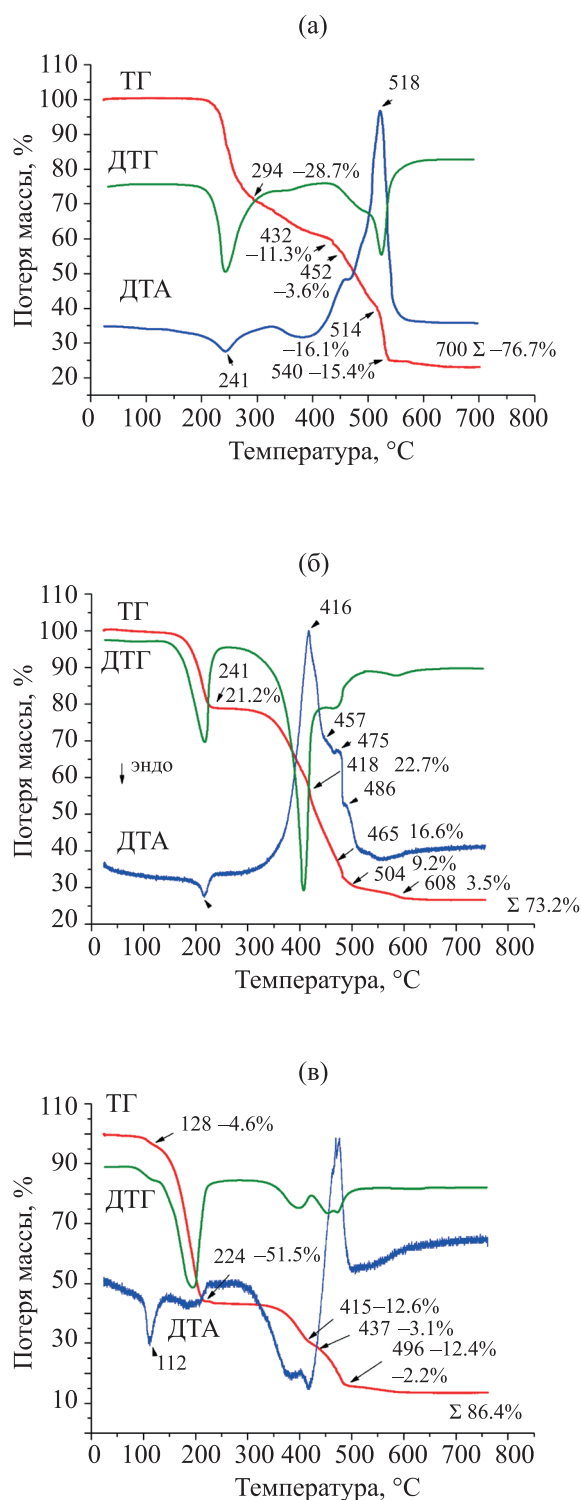
[Eu(<i>o</i> -mba) ₃ ·2H ₂ O] _n		[Eu(<i>o</i> -mba) ₃ ·phen] ₂		[Eu(<i>o</i> -mba) ₃ ·dipy] ₂		[Eu(<i>o</i> -mba) ₃ ·hmpa] ₂ ·H ₂ O		[Eu(<i>o</i> -mba) ₃ ·bt] ₂ ·2H ₂ O		[Eu(<i>o</i> -mba) ₃ ·tppo] ₂		[Eu(<i>o</i> -mba) ₃ ·dphg] ₂	
<i>d</i> , Å	<i>I</i> / <i>I</i> ₀	<i>d</i> , Å	<i>I</i> / <i>I</i> ₀	<i>d</i> , Å	<i>I</i> / <i>I</i> ₀	<i>d</i> , Å	<i>I</i> / <i>I</i> ₀	<i>d</i> , Å	<i>I</i> / <i>I</i> ₀	<i>d</i> , Å	<i>I</i> / <i>I</i> ₀	<i>d</i> , Å	<i>I</i> / <i>I</i> ₀
11.7	98.0	12.8	9.8	11.8	100	11.6	79.6	11.42	7.9	13.7	46.0	12.6	100.0
11.3	100	10.9	100	10.4	6.6	10.9	100.0	10.52	6.6	12.9	59.8	10.40	20.84
8.3	2.7	10.1	6.1	9.7	9.9	8.8	6.8	8.26	3.3	11.7	10.7	9.62	13.54
7.5	2.5	9.2	6.2	8.8	4.2	8.3	7.8	6.51	25.0	9.0	5.9	8.56	20.7
6.7	20.4	8.2	6.1	7.9	19.8	8.1	6.9	6.31	23.7	7.3	14.7	8.31	17.3
6.5	7.1	7.8	6.1	7.6	4.6	7.5	4.9	5.9	32.9	7.0	10.7	6.32	17.3
5.9	23.0	7.4	9.6	6.7	2.5	7.2	3.9	5.74	5.9	6.4	12.7	5.74	24.6
5.7	17.4	7.1	8.7	6.0	6.6	5.8	4.9	5.40	16.4	5.1	23.5	5.54	18.7
5.2	6.2	6.4	5.2	5.5	29.8	5.4	7.8	5.24	22.4	4.7	26.5	5.27	15.1
4.9	4.4	5.9	14.8	5.1	4.1	5.3	6.9	5.03	23.0	4.6	13.7	5.22	13.6
4.7	4.4	5.4	6.1	5.0	4.1	4.8	4.9	4.81	49.3	4.3	26.5	4.92	32.4
4.6	4.4	5.1	4.3	4.8	6.6	4.4	3.9	4.52	19.7	4.2	13.7	4.53	15.1
4.4	16.8	4.8	3.5	4.3	5.0	4.1	4.9	4.38	22.4	4.1	20.6	3.95	13.2
4.2	11.5	4.4	3.5	4.1	4.1	4.0	5.9	4.06	4.6	4.0	40.2	3.72	15.6
4.1	4.4	4.2	3.5	3.7	8.3	3.8	7.8	3.95	14.5	3.8	13.7	3.26	13.7
3.9	4.4	4.1	3.5	3.6	3.5	3.7	6.9	3.86	7.9	3.7	13.7		
3.8	4.4	3.6	5.2	3.5	3.5	3.5	5.9	3.76	100.0	3.6	12.4		
3.7	4.4	3.5	3.5	3.4	9.0			3.64	7.9	3.5	15.7		
3.5	4.4	3.3	3.5	3.3	10.0			3.56	25.7	3.3	19.6		
3.2	5.3	3.2	3.5	3.2	2.5			3.46	16.4	3.2	14.7		
2.9	2.7	3.1	3.5	2.8	2.5			3.41	21.7	2.8	100.0		
2.4	3.5	2.6	2.6	2.7	2.5			3.30	5.3	2.6	7.8		
2.3	3.5	2.5	2.6	2.6	2.5			3.18	25.7	2.3	9.8		
2.1	4.4	2.3	3.5	2.5	2.5			3.08	10.5	1.4	53.4		
				2.4	5.0			2.88	8.6				
				2.3	4.1			2.65	3.9				
								2.57	14.5				
								2.46	9.2				
								2.40	32.9				
								2.29	21.1				
								2.21	5.9				
								2.13	13.2				
								1.94	8.6				
								1.77	3.9				
								1.51	4.6				
								1.29	3.9				

Способ координации аниона *o*-метилбензойной кислоты к иону европия(III) установлен методом ИК спектроскопии. Отнесение важнейших полос в ИК спектрах *o*-метилбензоатов европия(III) (табл. 4) сделано на основании литературных данных [14, 15]. Интенсивные полосы в области 1580–1630, 1490–1550 см^{-1} можно отнести к валентным колебаниям $\nu_{\text{as}}(\text{COO}^-)$ аниона и $\nu(\text{C}=\text{C})$ бензольного кольца. Поглощение $\nu_{\text{s}}(\text{COO}^-)$ находится в области 1400–1410 см^{-1} [15, 16]. Разность частот $\Delta\nu = \nu_{\text{as}}(\text{COO}^-) - \nu_{\text{s}}(\text{COO}^-) = 180 \text{ см}^{-1}$ соответствует бидентатно-мостиковой координации карбоксильной группы к редкоземельному иону [14]. Поглощение меньшей интенсивности при 1602, 1556 см^{-1} в ИК спектрах комплексных соединений обусловлено валентными колебаниями связей $\text{C}=\text{C}$ и $\text{C}=\text{N}$ азотсодержащего нейтрального лиганда. В области 3100–3500 см^{-1} в спектрах соединений наблюдается размытая полоса, обусловленная валентными колебаниями воды [16]. Колебания $\text{Ln}-\text{N}$, $\text{Ln}-\text{O}$ в *o*-метилбензоатах европия лежат ниже 400 см^{-1} [7, 16].

Полоса при 3380 см^{-1} в ИК спектре индивидуального дифенилгуанидина отнесена к валентным колебаниям групп NH [14]. При комплексообразовании происходит понижение волнового числа колебаний на 5 см^{-1} , что указывает на координацию дифенилгуанидина к атому европия через группы NH .

На координацию 1,10-фенантролина, 2,2'-дипиридила с атомом европия в комплексных соединениях указывает смещение полос поглощения лигандов в сторону больших волновых чисел. В ИК спектре $[\text{Eu}(\text{o-mba})_3 \cdot 2\text{phen}]_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ полосы поглощения 1,10-фенантролина (400, 620, 1560 и 1590 см^{-1}) смещаются в сторону больших волновых чисел на 7–11 см^{-1} , а полосы внеплоскостных деформационных колебаний кольцевых атомов водорода индивидуального 1,10-фенантролина (735 и 855 см^{-1}) заметно расщепляются [16].

Для комплексных соединений европия(III) с нейтральными фосфорорганическими соединениями в ИК спектрах наблюдаются существенные отличия. О координации фосфорорганического лиганда свидетельствует появление характеристических полос поглощения $\nu(\text{P}=\text{O})$ в области 1160 см^{-1} , отсутствующих в ИК спектре гидрата



Термограммы *o*-метилбензоатов европия(III) $[\text{Eu}(\text{o-mba})_3 \cdot \text{dphg}]$ (а), $[\text{Eu}(\text{o-mba})_3 \cdot \text{dipy}]_2$ (б), $[\text{Eu}(\text{o-mba})_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]_n$ (в).

Таблица 3. Данные термогравиметрического анализа комплексных соединений европия(III) с *o*-метилбензойной кислотой и нейтральными лигандами

Соединение	Параметр	1-я стадия	2-я стадия	3-я стадия
[Eu(<i>o</i> -mba) ₃ ·dphg] ₂	<i>T</i> , °C	241	432–452	514–550
	Δm , %	27.6	15.0	31.1
[Eu(<i>o</i> -mba) ₃ ·2H ₂ O] _n	<i>T</i> , °C	112	224–232	415–437
	Δm , %	6.00	51.5	15.8
[Eu(<i>o</i> -mba) ₃ ·dipy] ₂	<i>T</i> , °C	214–241	416–420	465–475
	Δm , %	21.8	22.7	16.6
[Eu(<i>o</i> -mba) ₃ ·bt] ₂ ·2H ₂ O	<i>T</i> , °C	90–154	230–310	–
	Δm , %	5.9	74.52	–
[Eu(<i>o</i> -mba) ₃ ·dmfa]	<i>T</i> , °C	230	380–455	–
	Δm , %	10.9	60.0	–
[Eu(<i>o</i> -mba) ₃ ·hmpa] ₂ ·H ₂ O	<i>T</i> , °C	221	315	430–472
	Δm , %	3.0	16.1	54.6
[Eu(<i>o</i> -mba) ₃ ·tppo] ₂	<i>T</i> , °C	234	430–447	482–505
	Δm , %	33.9	16.7	33.9
[Eu(<i>o</i> -mba) ₃ ·phen] ₂	<i>T</i> , °C	220	421–425	470–476
	Δm , %	25.4	20.1	37.5

европия(III) с *o*-метилбензойной кислотой. Полосы $\nu(\text{P}=\text{O})$ смещены в сторону меньших волновых чисел на 35 см⁻¹ по сравнению с их положением в спектрах несвязанных фосфорорганических соединений [$\nu(\text{P}=\text{O})$ 1195–1210 см⁻¹], что свидетельствует о координации фосфорорганических лигандов через атом фосфорильного кислорода [16].

Таким образом, нами синтезированы разнолигандные термоустойчивые (до 250°C) комплексы европия(III) с *o*-метилбензойной кислотой, азот- и фосфорорганическими нейтральными соединениями, в которых реализуется бидентатно-мостиковая координация аниона *o*-метилбензойной кислоты. При термоллизе комплексов отрыв молекулы нейтрального лиганда происходит в одну стадию с эндотермическим эффектом.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Для синтеза разнолигандных комплексных соединений европия(III) [Eu(*o*-mba)₃·D]₂·*x*H₂O и

[Eu(*o*-mba)₃·2H₂O]_n использовали шестиводный нитрат европия(III), *o*-метилбензойную кислоту, азот- и фосфорорганические нейтральные соединения (D) [1,10-фенантролин (phen), 2,2'-дипиридил (dipy), диметилформамид (dmfa), дифенилгуанидин (dphg), трифенилфосфиноксид (tppo), гексаметилфосфотриамид (hmpa), бензотриазол (bt)] марки Ч.

Элементный анализ выполняли на анализаторе Euro EA 3000. Воду определяли титрованием по Фишеру. Количество европия устанавливали весовым методом, прокаливая навеску вещества до постоянной массы оксида европия. Термогравиметрическое исследование проводили с использованием дериватографа Q-1000 в открытом платиновом тигле на воздухе. Вещество сравнения – прокаленный оксид алюминия, скорость нагревания 5 град/мин. ИК спектры регистрировали на приборе TENSOR-27 BRUKER в области 4000–350 см⁻¹ в таблетках с KBr.

Таблица 4. Важнейшие колебательные частоты (см⁻¹) в ИК спектрах *o*-метилбензоатов европия(III)

<i>o</i> -mba	[Eu(<i>o</i> -mba) ₃ ·2H ₂ O] _n	[Eu(<i>o</i> -mba) ₃ ·phen] ₂	[Eu(<i>o</i> -mba) ₃ ·dipy] ₂	[Eu(<i>o</i> -mba) ₃ ·dphg] ₂	[Eu(<i>o</i> -mba) ₃ ·tppo] ₂	Отнесение
–	3300	–	–	–	–	ν(H ₂ O)
2984	2995	–	3305	–	3060	ν(CH)
2968	2950	2953	–	2980	2950	ν _{as} (CH ₃)
2930	2900	2924	–	–	–	ν _s (CH ₃)
1670	–	–	–	–	1680	ν(C=O)
1590	1575	1591	1625	1630	1580	ν _{as} (COO)
			1580	1590		
1560	1485	1546	1550	1530	1475	ν(C=C)
1490			1496	1490		
1455	1425	1463	1462	–	1460	δ _{as} (CH ₃)
	1450		1436		1440	
1400	1410	1402	1400	–	1410	ν _s (COO)
1325	–	1377	1377	1380	1375	δ _s (CH ₃)
1315	1300	1178	1292	1230	1260	δ(CH) _{пл}
1273	1150	1141	1242	1150	1150	
1215	1100	1003	1178	1040	1070	
1173	1050		1149			
1075			1099			
–	–	1590	1556	–	–	ν(C=C) + ν(C=N)
		1602	1604			
910	–	–	–	–	–	δ(OH)
740	750	855	840	740	767	δ(CH) _{непл}
650	660	767	761	690	745	
		639	738	650	650	
–	–	–	–	–	1160	ν(P=O)
–	–	–	–	3380	–	ν(NH)

Общая методика синтеза разнолигандных комплексов. К раствору 3 ммоль NaOH в минимальном количестве воды добавляли 3 ммоль *o*-метилбензойной кислоты. К полученной смеси добавляли 1 ммоль Eu(NO₃)₃·6H₂O, растворенного в 10–15 мл H₂O и раствор 2 ммоль нейтрального лиганда в 15–20 мл 96%-ного этилового спирта. pH реакционной смеси доводили до 6–7 10%-ным раствором аммиака. Смесь выдерживали при комнатной температуре до образования осадка. Осадок отфильтровывали, промывали водой и сушили

на воздухе. Выход 75–83%. Полученные комплексные соединения европия(III) мало растворимы в полярных растворителях, нерастворимы в воде.

ФОНДОВАЯ ПОДДЕРЖКА

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки в рамках государственного задания (тема № 0265-2014-0001).

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Binnemans K. // Rare-earth beta-diketonates. Handbook on the Physics and Chemistry of Rare Earths. 2005. Vol. 35. P. 107. doi 10.1016/S0168-1273(05)35003-3
2. Bunzli J.-C.G., Eliseeva S.V. // Chem. Sci. 2013. Vol. 4. N 5. P. 1913. doi 10.1039/C3SC22126A
3. Zhang J., Wang R., Yang H., Zhang X., Bai J. // Chin. J. Anal. Chem. 2003. Vol. 31. N 4. P. 472.
4. Hasegawa Y., Nakanishi T. // RSC. Adv. 2015. Vol. 5. P. 338. doi 10.1039/C4RA09255D
5. Kataoka H., Kitano T., Takizawa T., Hirai Y., Nakanishi T., Hasegawa Y. // J. Alloys Compd. 2014. Vol. 601. P. 293. doi 10.1016/j.jallcom.2014.01.165
6. Zhang J., Wang R., Bai J., and Wang S. // J. Rare Earths. 2002. Vol. 20. N 5. P. 449.
7. Utochnikova V., Kovalenko A., Burlov A., Marciniak L., Ananyev I., Kalyakina A., Kurchavov N., Kuzmina N. // Dalton Trans. 2015. Vol. 44. P. 12660. doi 10.1039/C5DT01161B
8. Калиновская И.В., Задорожная А.Н., Карасев В.Е. // Тихоокеанский мед. ж. 2012. Т. 47. № 1. С. 114.
9. Калиновская И.В., Карасев В.Е., Пяткина А.Н. // ЖНХ. 1999. Т. 44. № 3. С. 432; Kalinovskaya I.V., Karasev V.E., Pyatkina A.N. // Russ. J. Inorg. Chem. 1999. Vol. 44. N 3. P.380.
10. Zhang J., Wang R., Liu H.-M. // J. Therm. Anal. Cal. 2001. Vol. 66. P. 431. doi 10.1023/A:1013186600293
11. Jin L.-P., Wang R.-F., Wang M.-Z. // Chem. J. Chin. Univ. 1993. Vol. 14. N 9. P. 1195.
12. Калиновская И.В., Задорожная А.Н., Карасев В.Е. // ЖФХ. 2008. Т. 82. № 12. С. 2392; Kalinovskaya I.V., Zadorozhnaya A.N., Karasev V.E. // Russ. J. Phys. Chem. 2008. Vol. 82. N 12. P. 2156. doi 10.1134/S0036024408120327
13. Lam A.W.H., Wong W.T., Gao S., Wen G.H., Zhang X.X. // Eur. J. Inorg. Chem. 2003. N 1. P. 149. doi 10.1002/ejic.200390021
14. Накамото К. Инфракрасные спектры неорганических и координационных соединений. М.: Мир, 1966. 412с.
15. Zolin V., Puntus L., Kudryashova V.V., Tsaryuk V., Legendziewicz J., Gawryszewska P., Szostak R. // J. Alloys Compd. 2002. Vol. 341. P. 376. doi 10.1016/S0925-8388(02)00041-5
16. Zolin V.F. // J. Alloys Compd. 2004. Vol. 380. N 1–2. P. 101. doi 10.1016/j.jallcom.2004.03.006

Synthesis and Structure of Europium(III) *o*-Methylbenzoates

I. V. Kalinovskaya^{a,*}, A. N. Zadorozhnaya^b, and Yu. O. Privar^a

^a Institute of Chemistry, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Science, Vladivostok, 690022 Russia

^b Pacific State Medical University of the Ministry of Health of Russia, Vladivostok, 690002 Russia

*e-mail: kalinovskaya@ich.dvo.ru

Received October 20, 2020; revised December 8, 2020; accepted December 15, 2020

Complexes of europium(III) *o*-methylbenzoate with neutral ligands were obtained. The obtained complexes were characterized by chemical analysis, thermogravimetry, and IR spectroscopy. It was shown that during the thermolysis of complex compounds, the detachment of the neutral ligand molecule occurred in one stage with endothermic effect, the complex compounds were stable up to 240°C. By IR spectroscopy it was found that bidentate-bridging coordination of the acid anion to the central europium(III) ion occurred in mixed-ligand *o*-methylbenzoates.

Keywords: europium(III) methylbenzoates, thermal stability, *o*-methylbenzoic acid