

УДК 546.47

ПОЛИМЕРНЫЕ 2-ИОДОТЕРЕФТАЛАТЫ ЛАНТАНИДОВ: СИНТЕЗ И СТРУКТУРА

© 2024 г. М. А. Бондаренко^{а, *}, А. С. Загузин^а, П. А. Абрамов^а, В. П. Федин^а,
Д. А. Жеребцов^б, С. А. Адонин^{а, б, с}

^аИнститут неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН,
пр-т Академика Лаврентьева, 3, Новосибирск, 630090 Россия

^бЮжно-Уральский государственный университет,
пр-т Ленина, 76, Челябинск, 454080 Россия

^сИркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН,
ул. Фаворского, 1, Иркутск, 664033 Россия

*e-mail: bondarenko@niic.nsc

Поступила в редакцию 14.11.2023 г.

После доработки 19.12.2023 г.

Принята к публикации 28.12.2023 г.

Синтезированы новые гетеролигандные металлоорганические координационные полимеры на основе лантанидов и 2-иодтерефталат-анионов (2-I-BDC) $[\text{Sm}_2(2\text{-I-BDC})_3(\text{DMF})_2(\text{H}_2\text{O})_2] \cdot 6\text{DMF}$, $[\text{Sm}_2(2\text{-I-BDC})_3(\text{DMF})_{2.5}(\text{H}_2\text{O})_{1.5}] \cdot 0.5\text{DMF}$, $[\text{Eu}_2(2\text{-I-BDC})_3(\text{DMF})_4] \cdot 2\text{DMF}$ и $[\text{Yb}_2(2\text{-I-BDC})_3(\text{DMF})(\text{H}_2\text{O})_3] \cdot 4.25\text{DMF}$ и методом РСА определено их строение.

Ключевые слова: самарий, европий, иттербий, координационные полимеры, терефталаты

DOI: 10.31857/S0044457X24050069, **EDN:** YFKDJT

ВВЕДЕНИЕ

Металлоорганические координационные полимеры (МОКП) относятся к активно исследуемым классам соединений в неорганической химии, материаловедении и смежных областях на протяжении уже нескольких десятилетий [1–8]. Возможность направленного дизайна структур [9–12] и варьирования их свойств за счет выбора металлоцентра и органических лигандов открывает обширные перспективы получения функциональных материалов, обладающих управляемыми каталитическими [9, 13–15], сорбционными [4, 10, 16], оптическими [17–20], магнитными [21–23], сенсорными [24–26] и другими свойствами [27–31]. Относительная простота синтетических методик дополнительно стимулирует интерес к данной теме.

Важную роль играет выбор органических лигандов, поскольку это напрямую позволяет определять топологию МОКП, в том числе их пористость (если таковая имеет место). Так, используя лиганды различной структурной жесткости, можно варьировать размер и геометрию образующихся пор, изменять степень взаимопрорастания каркасов

[32–36], а также приводить к формированию МОКП разной размерности [33, 37–39]. Применение дополнительных N- или O-донорных лигандов является еще одним способом управления как кристаллической структурой, так и свойствами материалов [40, 41]. Однако помимо вышеописанных факторов важную роль играют нековалентные взаимодействия (преимущественно водородная связь, а также другие виды связи [42–47]), определяющие свойства МОКП (особенно сорбционные и фотофизические).

Производные ароматических карбоновых кислот относятся к классическим, наиболее часто используемым линкерным лигандам. Вместе с тем число работ, посвященных МОКП с 2-иодтерефталат-анионами, весьма незначительно. Ранее нами был получен и охарактеризован ряд Zn-содержащих МОКП на основе различных иодзамещенных кислот с изучением люминесцентных и сорбционных характеристик [48–50]. В настоящей работе мы сосредоточили внимание на попытках получения новых каркасов на основе Ln(III) и анионов 2-иодтерефталевой кислоты (2-I-BDC). В результате получены структурные данные для четырех новых

МОКП: $[\text{Sm}_2(2\text{-I-BDC})_3(\text{DMF})_2(\text{H}_2\text{O})_2] \cdot 6\text{DMF}$ (**1**), $[\text{Sm}_2(2\text{-I-BDC})_3(\text{DMF})_{2.5}(\text{H}_2\text{O})_{1.5}] \cdot 0.5\text{DMF}$ (**2**), $[\text{Eu}_2(2\text{-I-BDC})_3(\text{DMF})_4] \cdot 2\text{DMF}$ (**3**) и $[\text{Yb}_2(2\text{-I-BDC})_3(\text{DMF})(\text{H}_2\text{O})_3] \cdot 4.25\text{DMF}$ (**4**).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Материалы и методы. Все реактивы получали из коммерчески доступных источников и использовали без дополнительной обработки. 2-Иодтерефталевая кислота была получена по методике [51] (через диазотирование 3-аминотерефталевой кислоты с последующей реакцией с KI) с количественным выходом.

Синтез соединений 1–4. Навески 40.8 мг (0.11 ммоль) $\text{LnCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ($\text{Ln} = \text{Sm}$ (**1** и **2**), Eu (**3**)) и 32.1 мг (0.16 ммоль) $\text{H}_2\text{-ibdc}$ в 5.0 мл DMF помещали в стеклянную ампулу, которую запаивали и помещали в ультразвуковую ванну на 10–15 мин, после чего выдерживали при 120°C на протяжении 48 ч с последующим медленным охлаждением до комнатной температуры. В результате наблюдали

образование небольших бесцветных кристаллов (смеси **1** + **2** либо **3** соответственно).

Соединение **4** было получено по аналогичной методике при использовании 49.4 мг (0.11 ммоль) $\text{Yb}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Рентгеноструктурный анализ. Строение комплексов **1–4** установлено по стандартной методике на дифрактометре Bruker D8 Venture при 150 К с использованием MoK_α -излучения ($\lambda = 0.71073 \text{ \AA}$). Интенсивности отражений измерены методом ω - и ϕ -сканирования узких (0.5°) фреймов. Поглощение учтено эмпирически с использованием программы SADABS [52]. Структуры расшифрованы с помощью SHELXT [53] и уточнены полноматричным МНК в анизотропном для неводородных атомов приближении по алгоритму SHELXL 2019/3 [54] в программе ShelXle [55]. Кристаллографические данные и результаты уточнения структур приведены в табл. 1. Атомы водорода молекул воды не были локализованы. Во всех структурах присутствует сложное разупорядочение молекул DMF, справиться

Таблица 1. Детали рентгеноструктурных экспериментов для соединений 1–4

Параметр	1	2	3	4
Брутто-формула	$\text{C}_{32.50}\text{H}_{27.50}\text{I}_3\text{N}_3\text{O}_{17}\text{Sm}_2$	$\text{C}_{33}\text{H}_{27}\text{I}_3\text{N}_3\text{O}_{16.50}\text{Sm}_2$	$\text{C}_{42}\text{H}_{50}\text{Eu}_2\text{I}_3\text{N}_6\text{O}_{18}$	$\text{C}_{30.25}\text{H}_{23.25}\text{I}_3\text{N}_{2.25}\text{O}_{17.25}\text{Yb}_2$
M_r	1413.47	1410.97	1611.50	1421.04
Сингония, пр. гр.	Моноклиная, Pn	Моноклиная, Pn	Триклиная, $P\bar{1}$	Моноклиная, $P2_1/n$
$a, b, c, \text{ \AA}$	11.3098 (13), 11.5570 (13), 22.331 (3)	11.3058 (5), 11.5480 (5), 23.4453 (9)	11.2885 (5), 11.5406 (5), 13.3428 (6)	11.4945 (5), 22.5675 (9), 19.5377 (8)
α, β, γ , град	90, 95.750 (4), 90	90, 103.642 (1), 90	115.345 (2), 106.828 (1), 93.186 (2)	90, 95.290 (2), 90
$V, \text{ \AA}^3$	2904.2 (6)	2974.6 (2)	1470.93 (12)	5046.5 (4)
Z	2	2	1	4
μ , мм^{-1}	3.65	3.56	3.75	5.58
Размер кристалла, мм	$0.09 \times 0.06 \times 0.01$	$0.20 \times 0.10 \times 0.03$	$0.13 \times 0.13 \times 0.04$	$0.22 \times 0.22 \times 0.10$
T_{\min}, T_{\max}	0.550, 0.745	0.574, 0.746	0.577, 0.746	0.530, 0.747
N_{hkl} измеренных, независимых и $c [I > 2\sigma(I)]$	26974, 11750, 9255	46547, 16409, 12926	19196, 8219, 6697	68588, 19299, 14471
R_{int}	0.073	0.055	0.043	0.061
Область сканирования по θ , град	$\theta_{\max} = 26.4, \theta_{\min} = 2.5$	$\theta_{\max} = 29.6, \theta_{\min} = 1.8$	$\theta_{\max} = 29.6, \theta_{\min} = 1.9$	$\theta_{\max} = 33.3, \theta_{\min} = 2.0$
$(\sin\theta/\lambda)_{\max}, \text{ \AA}^{-1}$	0.626	0.695	0.695	0.772
Диапазон h, k, l	$h = -14 \rightarrow 14, k = -14 \rightarrow 14, l = -27 \rightarrow 27$	$h = -15 \rightarrow 15, k = -16 \rightarrow 16, l = -32 \rightarrow 32$	$h = -14 \rightarrow 15, k = -15 \rightarrow 16, l = -18 \rightarrow 18$	$h = -17 \rightarrow 17, k = -34 \rightarrow 34, l = -27 \rightarrow 30$
$R[F^2 > 2\sigma(F^2)], wR(F^2), S$	0.078, 0.209, 0.99	0.074, 0.202, 1.04	0.059, 0.168, 1.07	0.073, 0.164, 1.09
$\Delta_{\max}, \Delta_{\min}, e \text{ \AA}^{-3}$	3.18, -1.55	3.02, -3.70	3.50, -1.72	5.89, -3.73
Абсолютный структурный параметр	0.075 (18)	0.42 (4)	—	—

с которым удалось в случае соединений **1** и **4** только с помощью процедуры SQUEEZE [56] в программе PLATON [57]. Следует отметить наличие позиционного разупорядочения DMF/H₂O в терминальных позициях атомов лантаноидов, которое, по-видимому, присутствует во всех структурах. В случае комплекса **4** атомы иттербия разупорядочены по двум позициям с заселенностью 0.7/0.3, уточнение аналогичного разупорядочения для лигандного окружения не привело к стабильным результатам. Поэтому в таблице расстояний (табл. 2) приведены данные только для Yb1A–O и Yb2A–O. Вокруг атомов иттербия присутствует довольно большая остаточная электронная плотность (~10% от электронной плотности атома иттербия), которая не может быть описана в рамках ориентационного разупорядочения. Авторы связывают этот факт с неправильным учетом поглощения или сложным двойникованием кристалла.

Координаты атомов и другие параметры рентгеноструктурных экспериментов депонированы в Кембриджском банке структурных данных (№ 2296267-2296270) и доступны по запросу <https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/>.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Соединения **1–4** были получены методом сольвотермального синтеза, часто применяемого в химии МОКП. К сожалению, несмотря на многочисленные попытки, нам не удалось выделить чистые фазы **1–4**, хотя, согласно данным рентгенофазового анализа, они всегда присутствуют в продуктах и их образование сопровождается осаждением неидентифицируемых примесей.

Строение **1–4** было установлено методом РСА монокристаллов. Параметры элементарных ячеек соединений **1** и **2** (табл. 1) довольно близки (моноклинная сингония, пр. гр. *Pn*), а наблюдаемое различие углов моноклинности (95.750(4)° и 103.642(1)° соответственно) вызвано появлением дополнительного ориентационного разупорядочения лигандов 2-I-BDC (рис. 1). В связи с этим кардинально отличается число сольватных молекул DMF, найденное с использованием SQUEEZE. Основным строительным блоком этих кристаллических структур являются нейтральные димеры [Sm₂(2-I-BDC)₃(DMF)_x(H₂O)_{4-x}] (рис. 2б), в которых может находиться разное число координированных молекул воды и DMF. Атомы Sm³⁺ эквивалентны

Таблица 2. Избранные геометрические параметры (Å) для соединений **1–4**

1		2		3		4	
O1—Sm1 ⁱ	2.379 (18)	Sm1—O1	2.424 (17)	Eu1—O1	2.394 (5)	O2—Yb2A	2.292 (6)
O2—Sm2 ⁱ	2.381 (14)	Sm1—O2	2.523 (14)	Eu1—O2	2.462 (5)	O3—Yb2A	2.372 (5)
O3—Sm1	2.375 (14)	Sm1—O3	2.400 (13)	Eu1—O3	2.370 (5)	O4—Yb2A	2.336 (5)
O4—Sm2	2.378 (14)	Sm1—O8	2.387 (13)	Eu1—O4 ^v	2.379 (4)	O5—Yb1A	2.169 (7)
O5—Sm1	2.491 (14)	Sm1—O10 ^{iv}	2.359 (15)	Eu1—O5	2.379 (4)	O5—Yb2A	2.973 (6)
O6—Sm1	2.662 (14)	Sm1—O11	2.51 (4)	Eu1—O5 ^v	2.673 (4)	O6—Yb1A	2.945 (6)
O6—Sm2	2.392 (15)	Sm1—O12	2.630 (12)	Eu1—O6 ^v	2.488 (5)	O6—Yb2A	2.325 (6)
O7—Sm2 ⁱⁱ	2.457 (15)	Sm1—O15 ⁱⁱ	2.412 (13)	Eu1—O8 ^{vi}	2.497 (4)	O7—Yb1A	2.394 (6)
O8—Sm2 ⁱⁱ	2.474 (15)	Sm1—O16 ⁱⁱ	2.525 (12)	Eu1—O9 ^{vi}	2.434 (5)	O8—Yb1A	2.239 (5)
O9—Sm1 ⁱⁱⁱ	2.500 (14)	Sm2—O3	2.637 (12)			O9—Yb2A	2.278 (5)
O10—Sm1 ⁱⁱⁱ	2.464 (14)	Sm2—O4	2.484 (15)			O10—Yb2A	2.264 (6)
O11—Sm1	2.488 (18)	Sm2—O5	2.404 (16)			O11—Yb2A ^{iv}	2.350 (6)
O13—Sm1	2.399 (17)	Sm2—O6	2.39 (5)			O12—Yb2A ^{iv}	2.499 (5)
O14—Sm2	2.463 (19)	Sm2—O7	2.392 (13)			O13—Yb1A	2.345 (7)
O15—Sm2	2.49 (2)	Sm2—O9 ^{iv}	2.387 (13)			O14—Yb1A ⁱⁱ	2.375 (5)
O16—Sm2	2.503 (14)	Sm2—O12	2.386 (12)			O15—Yb1A ⁱⁱ	2.373 (6)
O17—Sm1	2.393 (15)	Sm2—O13 ⁱⁱⁱ	2.455 (13)			O16—Yb1A ^{vii}	2.444 (6)
O17—Sm2	2.672 (14)	Sm2—O14 ⁱⁱⁱ	2.508 (12)			O17—Yb1A ^{vii}	2.369 (5)
		Sm2—O18	2.45 (4)				

Примечание. Коды симметрии: ⁱ $x - 1, y, z$; ⁱⁱ $x, y + 1, z$; ⁱⁱⁱ $x, y - 1, z$; ^{iv} $x + 1, y, z$; ^v $-x + 1, -y, -z + 1$; ^{vi} $-x + 1, -y + 1, -z + 1$; ^{vii} $-x + 3/2, y - 1/2, -z + 3/2$.

и имеют КЧ = 9. В кристаллических структурах $[\text{Sm}_2(2\text{-I-BDC})_3(\text{DMF})_x(\text{H}_2\text{O})_{4-x}]$ связаны дикарбоксилатными лигандами в слой (рис. 1). При этом координированные молекулы воды и DMF направлены в межслоевое пространство.

Комплекс **3** кристаллизуется в триклинной сингонии, пр. гр. $P\bar{1}$. Однако основным строительным блоком кристаллической структуры является все тот же centrosymmetric димер $[\text{Eu}_2(2\text{-I-BDC})_3(\text{DMF})_4]$. Атомы Eu^{3+} эквивалентны и имеют КЧ = 9. Стоит отметить, что координированные молекулы DMF имеют 100%-ную занятость, что влияет на заполнение пространства между слоями в кристаллической упаковке.

Комплекс **4** кристаллизуется в триклинной сингонии, пр. гр. $P2_1/n$. Его структура представляет собой 2D-координационный полимер (рис. 1г), состоящий из нейтральных димеров $[\text{Yb}_2(2\text{-I-BDC})_3(\text{DMF})(\text{H}_2\text{O})_3]$. Атомы Yb^{3+} имеют КЧ = 9, но не являются эквивалентными. В координационной сфере атома Yb^{3+} первого типа находится одно координационное место, которое может занимать молекула воды или DMF, а в координационной сфере атома Yb^{3+} второго типа таких позиций три, одна из которых занята молекулой DMF на 100% (рис. 2а). Такое перераспределение лигандов приводит к формированию слоев, отличных от наблюдаемых в кристаллических структурах **1–3**

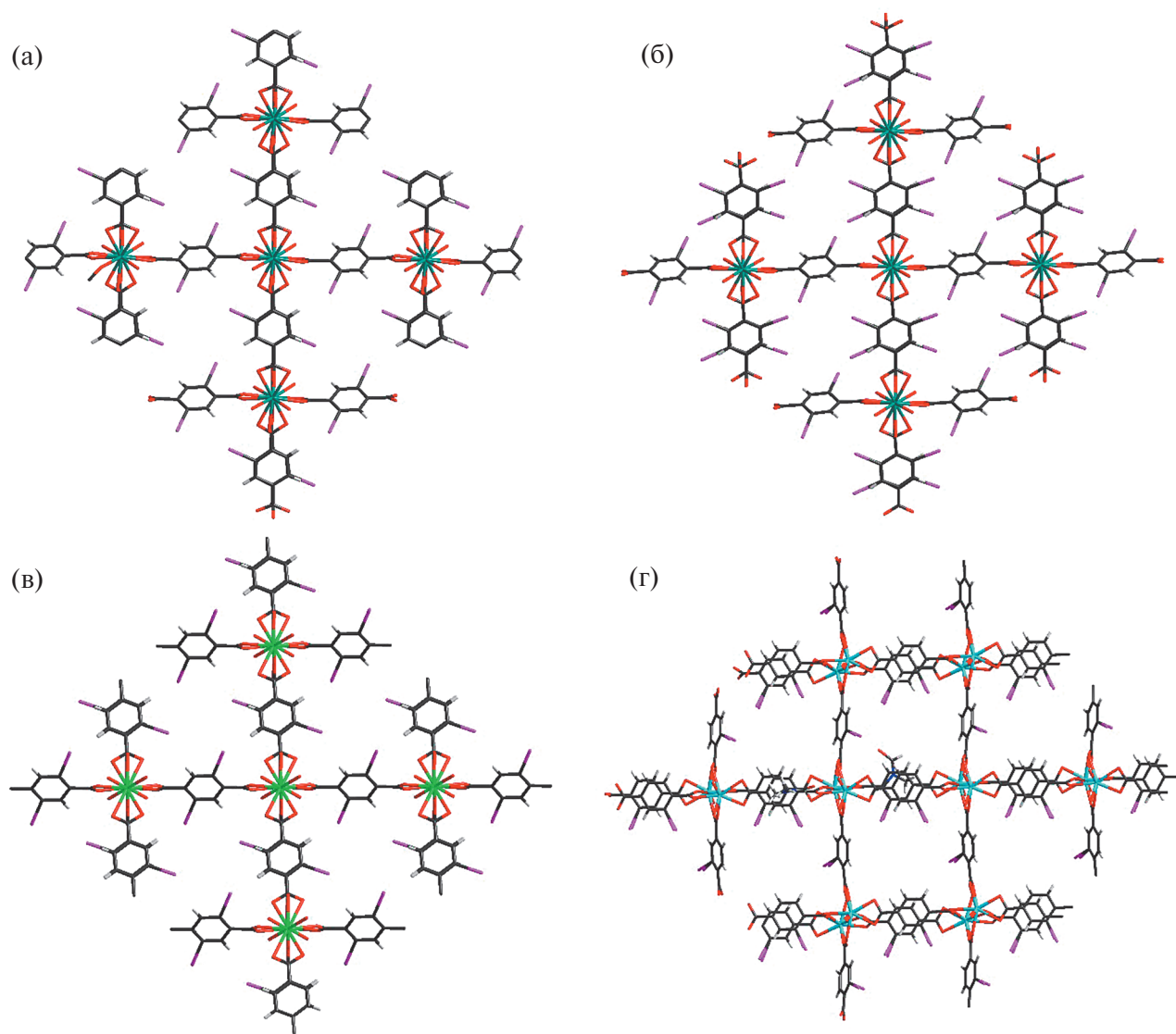


Рис. 1. Строение слоя в кристаллических структурах $[\text{Sm}_2(2\text{-I-BDC})_3(\text{DMF})_2(\text{H}_2\text{O})_2] \cdot 6\text{DMF}$ (а), $[\text{Sm}_2(2\text{-I-BDC})_3(\text{DMF})_{2.5}(\text{H}_2\text{O})_{1.5}] \cdot 0.5\text{DMF}$ (б), $[\text{Eu}_2(2\text{-I-BDC})_3(\text{DMF})_4] \cdot 2\text{DMF}$ (в) и $[\text{Yb}_2(2\text{-I-BDC})_3(\text{DMF})(\text{H}_2\text{O})_3] \cdot 4.25\text{DMF}$ (г). Цветовые обозначения атомов: изумрудный — Sm, салатовый — Eu, голубой — Yb, серый — C, белый — H, синий — N, красный — O, розовый — I.

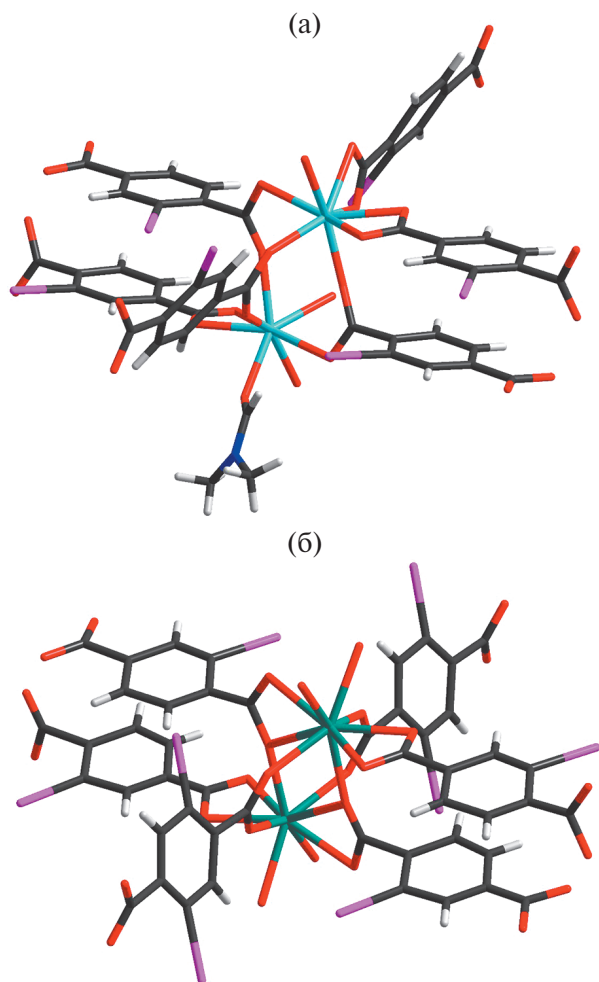


Рис. 2. Строение димеров $[\text{Yb}_2(2\text{-I-BDC})_3(\text{DMF})(\text{H}_2\text{O})_3]$ (а) и $[\text{Sm}_2(2\text{-I-BDC})_3(\text{DMF})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$ (б). Цветовые обозначения атомов: изумрудный — Sm, голубой — Yb, серый — С, белый — Н, синий — N, красный — О, розовый — I.

(рис. 1г). Скорее всего, этот эффект обусловлен снижением ионного радиуса лантаноида в ряду от Sm^{3+} (для КЧ = 9 он составляет 1.132 Å) до Yb^{3+} (для КЧ = 9 он равен 1.042 Å) (<http://abulafia.mt.ic.ac.uk/shannon/ptable.php>).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Получена серия лантаноидных МОКП на основе 2-иодтерефталевой кислоты. Во всех случаях каркасы двумерные; использование иодзамещенных лигандов не привело к формированию супрамолекулярных контактов типа галогенной связи между слоями. В отсутствие вспомогательных О-донорных лигандов дополнительные координационные места заняты молекулами растворителей — H_2O и DMF. Мы предполагаем, что серия

МОКП на основе Ln^{3+} и различных иодзамещенных лигандов будет расширяться и станет возможным выделение чистых фаз и их развернутое исследование.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект № 21-73-20019) и частично при поддержке Минобрнауки РФ (структурная характеристика образцов (121031700313–8), синтез лигандов (720000Ф.99.1.Б385AA13000)).

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Lutsenko I.A., Kiskin M.A., Nikolaevskii S.A. et al.* // ChemistrySelect. 2019. V. 4. № 48. P. 14261. <https://doi.org/10.1002/SLCT.201904585>
2. *Shmelev M.A., Gogoleva N.V., Sidorov A.A. et al.* // Inorg. Chim. Acta. 2021. V. 515. P. 120050. <https://doi.org/10.1016/J.ICA.2020.120050>
3. *Bazhina E.S., Aleksandrov G.G., Kiskin M.A. et al.* // Russ. J. Coord. Chem. 2020. V. 46. № 2. P. 89. <https://doi.org/10.1134/S1070328420020025>
4. *Lysova A.A., Samsonenko D.G., Dorovatovskii P.V. et al.* // J. Am. Chem. Soc. 2019. V. 141. № 43. P. 17260. <https://doi.org/10.1021/JACS.9B08322>
5. *Zalomaeva O.V., Chibiryaev A.M., Kovalenko K.A. et al.* // J. Catal. 2013. V. 298. P. 179. <https://doi.org/10.1016/J.JCAT.2012.11.029>
6. *Knebel A., Geppert B., Volgmann K. et al.* // Science (80—). 2017. V. 358. № 6361. P. 347. <https://doi.org/10.1126/science.aal2456>
7. *Gorbunova Y.G., Fedin V.P., Blatov V.A.* // Russ. Chem. Rev. 2022. V. 91. № 4. P. RCR5050. <https://doi.org/10.1070/RCR5050>
8. *Ponomareva V.G., Kovalenko K.A., Chupakhin A.P. et al.* // J. Am. Chem. Soc. 2012. V. 134. № 38. P. 15640. <https://doi.org/10.1021/ja305587n>
9. *Hossain A., Meera M.S., Mukhanova E.A. et al.* // Small. 2023. V. 19. № 26. P. 2300492. <https://doi.org/10.1002/smll.202300492>
10. *Lysova A.A., Samsonenko D.G., Kovalenko K.A. et al.* // Angew. Chem. Int. Ed. 2020. V. 59. № 46. P. 20561. <https://doi.org/10.1002/ANIE.202008132>
11. *Antipin I.S., Alfimov M.V., Arslanov V.V. et al.* // Russ. Chem. Rev. 2021. V. 90. № 8. P. 895. <https://doi.org/10.1070/rcr5011/xml>
12. *Ananikov V.P., Khokhlova E.A., Egorov M.P. et al.* // Mendeleev Commun. 2015. V. 25. № 2. P. 75. <https://doi.org/10.1016/j.mencom.2015.03.001>

13. Maksimchuk N.V., Kholdeeva O.A., Kovalenko K.A. et al. // *Isr. J. Chem.* 2011. V. 51. № 2. P. 281.
<https://doi.org/10.1002/IJCH.201000082>
14. Copéret C., Comas-Vives A., Conley M.P. et al. // *Chem. Rev.* 2016. V. 116. № 2. P. 323.
<https://doi.org/10.1021/ACS.chemrev.5b00373>
15. Chughtai A.H., Ahmad N., Younus H.A. et al. // *Chem. Soc. Rev.* 2015. V. 44. № 19. P. 6804.
<https://doi.org/10.1039/C4CS00395K>
16. Zhao S.Z., Yang Y., Lu R. et al. // *Colloids Surf., A: Physicochem. Eng. Asp.* 2023. V. 674. P. 131912.
<https://doi.org/10.1016/J.COLSURFA.2023.131912>
17. Hu Z., Deibert B.J., Li J. // *Chem. Soc. Rev.* 2014. V. 43. № 16. P. 5815.
<https://doi.org/10.1039/C4CS00010B>
18. Cui Y., Yue Y., Qian G. et al. // *Chem. Rev.* 2012. V. 112. № 2. P. 1126.
<https://doi.org/10.1021/CR200101DF>
19. Nikiforova S.E., Kubasov A.S., Son A.G. et al. // *Inorg. Chim. Acta.* 2023. V. 557. P. 121654.
<https://doi.org/10.1016/J.ICA.2023.121654>
20. Kulachenkov N.K., Orlioglo B., Vasilyev E.S. et al. // *Chem. Commun.* 2023. V. 59. № 66. P. 9964.
<https://doi.org/10.1039/D3CC02180G>
21. Reddy M.V., Subba Rao G.V., Chowdari B.V.R. // *Chem. Rev.* 2013. V. 113. № 7. P. 5364.
<https://doi.org/10.1021/CR3001884>
22. Cherevko A.I., Nikovskiy I.A., Nelyubina Y.V. et al. // *Polymers (Basel).* 2021. V. 13. № 22. P. 3881.
<https://doi.org/10.3390/POLYM13223881/S1>
23. Dubskikh V.A., Lysova A.A., Samsonenko D.G. et al. // *Russ. J. Coord. Chem.* 2021. V. 47. № 10. P. 664.
<https://doi.org/10.1134/S107032842110002X>
24. Zhou Q., Yang D., Huang X. et al. // *Spectrochim. Acta. Part A: Mol. Biomol. Spectrosc.* 2023. V. 303. P. 123241.
<https://doi.org/10.1016/J.SAA.2023.123241>
25. Ma Y., Leng Y., Huo D. et al. // *Food Chem.* 2023. V. 429. P. 136850.
<https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2023.136850>
26. Shabalina A.V., Sharko D.O., Glazyrin Y.E. et al. // *Sensors.* 2021. V. 21. № 23. P. 7851.
<https://doi.org/10.3390/S21237851/S1>
27. Nasalevich M.A., Becker R., Ramos-Fernandez E.V. et al. // *Energy Environ. Sci.* 2014. V. 8. № 1. P. 364.
<https://doi.org/10.1039/C4EE02853H>
28. Poryvaev A.S., Larionov K.P., Albrekht Y.N. et al. // *Phys. Chem. Chem. Phys.* 2023. V. 25. № 20. P. 13846.
<https://doi.org/10.1039/D3CP01063E>
29. Guselnikova O., Elashnikov R., Švorčík V. et al. // *Sens. Actuators B: Chem.* 2023. V. 394. P. 134332.
<https://doi.org/10.1016/J.SNB.2023.134332>
30. Cheng L., Zuo L., Yan S. et al. // *Desalination.* 2023. V. 565. P. 116832.
<https://doi.org/10.1016/J.DESAL.2023.116832>
31. Kreno L.E., Leong K., Farha O.K. et al. // *Chem. Rev.* 2012. V. 112. № 2. P. 1105.
<https://doi.org/10.1021/CR200324T>
32. Yin X., Zhang X. // *Mater. Chem. Front.* 2020. V. 4. № 10. P. 3057.
<https://doi.org/10.1039/D0QM00352B>
33. Li S., Wang T., Tang D. et al. // *Adv. Sci.* 2022. V. 9. № 30. P. 2203712.
<https://doi.org/10.1002/ADVS.202203712>
34. Wan J., Liu D., Xiao H. et al. // *Chem. Commun.* 2020. V. 56. № 31. P. 4316.
<https://doi.org/10.1039/D0CC00700E>
35. Jayaramulu K., Masa J., Morales D.M. et al. // *Adv. Sci.* 2018. V. 5. № 11. P. 1801029.
<https://doi.org/10.1002/ADVS.201801029>
36. Kim M., Cahill J.F., Fei H. et al. // *J. Am. Chem. Soc.* 2012. V. 134. № 43. P. 18082.
<https://doi.org/10.1021/JA3079219>
37. Ban Y., Yang W. // *Acc. Chem. Res.* 2022. V. 55. № 21. P. 3162.
<https://doi.org/10.1021/ACS.ACCOUNTS.2C00434>
38. Makiura R., Motoyama S., Umemura Y. et al. // *Nat. Mater.* 2010. V. 9. № 7. P. 565.
<https://doi.org/10.1038/nmat2769>
39. Li Y.-S., Liang F.-Y., Bux H. et al. // *Angew. Chem. Int. Ed.* 2010. V. 49. № 3. P. 548.
<https://doi.org/10.1002/ANIE.200905645>
40. Demakov P.A., Ryadun A.A., Fedin V.P. // *Inorganics.* 2022. V. 10. № 10. P. 163.
<https://doi.org/10.3390/INORGANICS10100163/S1>
41. Abasheeva K.D., Demakov P.A., Dybtsev D.N. et al. // *J. Struct. Chem.* 2022. V. 63. № 8. P. 1349.
<https://doi.org/10.1134/S0022476622080169>
42. Sahoo S.C., Kundu T., Banerjee R. // *J. Am. Chem. Soc.* 2011. V. 133. № 44. P. 17950.
<https://doi.org/10.1021/JA2078637>
43. Hartlieb K.J., Holcroft J.M., Moghadam P.Z. et al. // *J. Am. Chem. Soc.* 2016. V. 138. № 7. P. 2292.
<https://doi.org/10.1021/JACS.5B12860>
44. Liefbrig J., Jeannin O., Fourmigué M. // *J. Am. Chem. Soc.* 2013. V. 135. № 16. P. 6200.
<https://doi.org/10.1021/JA400740V>
45. Tulchinsky Y., Hendon C.H., Lomachenko K.A. et al. // *J. Am. Chem. Soc.* 2017. V. 139. № 16. P. 5992.
<https://doi.org/10.1021/JACS.7B02161>
46. Yao R.X., Cui X., Jia X.X. et al. // *Inorg. Chem.* 2016. V. 55. № 18. P. 9270.
<https://doi.org/10.1021/acs.inorgchem.6b01312>
47. Matemb Ma Ntep T.J., Gramm V.K., Ruschewitz U. et al. // *Chem. Commun.* 2022. V. 58. № 64. P. 8900.
<https://doi.org/10.1039/D2CC02665A>
48. Zaguzin A.S., Mahmoudi G., Zubkov F.I. et al. // *Russ. J. Coord. Chem.* 2023. V. 49. № 7. P. 414.
<https://doi.org/10.1134/S1070328423700616>

49. Zaguzin A.S., Sukhikh T.S., Sakhapov I.F. et al. // *Molecules*. 2022. V. 27. № 4. P. 1305.
<https://doi.org/10.3390/MOLECULES27041305>
50. Zaguzin A.S., Sukhikh T., Sokolov M.N. et al. // *Inorganics*. 2023. V. 11. № 5. P. 192.
<https://doi.org/10.3390/INORGANICS11050192/S1>
51. Christine T., Tabey A., Cornilleau T. et al. // *Tetrahedron*. 2019. V. 75. № 52. P. 130765.
<https://doi.org/10.1016/J.TET.2019.130765>
52. Sheldrick G.M. SADABS, Program for Area Detector Adsorption Correction. Institute for Inorganic Chemistry, University of Gottingen, Germany. 1996.
53. Sheldrick G.M. // *Acta Crystallogr. Sect. A*. 2015. V. 71. № 1. P. 3.
<https://doi.org/10.1107/S2053273314026370>
54. Sheldrick G.M. // *Acta Crystallogr. Sect. C*. 2015. V. 71. № 1. P. 3.
<https://doi.org/10.1107/S2053229614024218>
55. Hübschle C.B., Sheldrick G.M., Dittrich B. // *J. Appl. Crystallogr.* 2011. V. 44. № 6. P. 1281.
<https://doi.org/10.1107/S0021889811043202>
56. Spek A.L. // *Acta Crystallogr. Sect. C: Struct. Chem.* 2015. V. 71. № 1. P. 9.
<https://doi.org/10.1107/S2053229614024929>
57. Spek A.L. // *Acta Crystallogr.* 2009. V. 65. P. 148.
<https://doi.org/10.1107/S090744490804362X>

POLYMERIC LANTHANIDE 2-IODOTEREPHTHALATES: SYNTHESIS AND STRUCTURE

M. A. Bondarenko^{a, *}, A. S. Zaguzin^a, P. A. Abramov^a, V. P. Fedin^a,
D. A. Zhrebtsov^b, S. A. Adonin^{a,b,c}

^a*Nikolaev Institute of Inorganic Chemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
Novosibirsk, 630090 Russia*

^b*South Ural State University,
Chelyabinsk, 454080 Russia*

^c*Favorsky Institute of Chemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
Irkutsk, 664033 Russia*

*e-mail: bondarenko@niic.nsc

Four new heteroligand metal-organic coordination polymers based on lanthanides and 2-iodoterephthalate anions (2-I-BDC) were synthesized — [Sm₂(2-I-BDC)₃(DMF)₂(H₂O)₂]·6DMF (**1**), [Sm₂(2-I-BDC)₃(DMF)_{2.5}(H₂O)_{1.5}]·0.5DMF (**2**), [Eu₂(2-I-BDC)₃(DMF)₄]·2DMF (**3**) and [Yb₂(2-I-BDC)₃(DMF)(H₂O)₃]·4.25DMF (**4**), the structure of which was determined by X-ray diffraction.

Keywords: samarium, europium, ytterbium, coordination polymers, terephthalates