

СИНТЕЗ И СПЕКТРАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ОКТАЗАМЕЩЕННЫХ ФТАЛОЦИАНИНОВ С ОСТАТКАМИ 2,4,5-ТРИХЛОРФЕНОЛА

© 2022 г. С. А. Знойко^{а,*}, Т. В. Кустова^а, А. П. Елизарова^а

^а Научно-исследовательский институт макрогетероциклических соединений,
Ивановской государственной химико-технологической университет, пр. Шереметевский 7, Иваново, 153000 Россия
*e-mail: znoykosa@yandex.ru

Поступило в редакцию 28 июля 2022 г.

После доработки 12 сентября 2022 г.

Принято к печати 22 сентября 2022 г.

Нитрильным методом нагреванием 4,5-ди(2,4,5-трихлорфенокси)фталонитрила с ацетатами магния и цинка, а также хлоридами алюминия и эрбия при 200–240°C осуществлен синтез металлокомплексов соответствующих замещенных фталоцианинов с магнием, цинком, алюминием и эрбием. Исследована способность полученных металлофталоцианинов растворяться в концентрированной серной кислоте, диметилформамиде и хлороформе. Обнаружено влияние металла-комплексобразователя на положение Q-полосы синтезированных соединений.

Ключевые слова: 2,4,5-трихлорфенол, фталонитрил, фталоцианин, электронные спектры поглощения

DOI: 10.31857/S0044460X22120186, **EDN:** MWHSFM

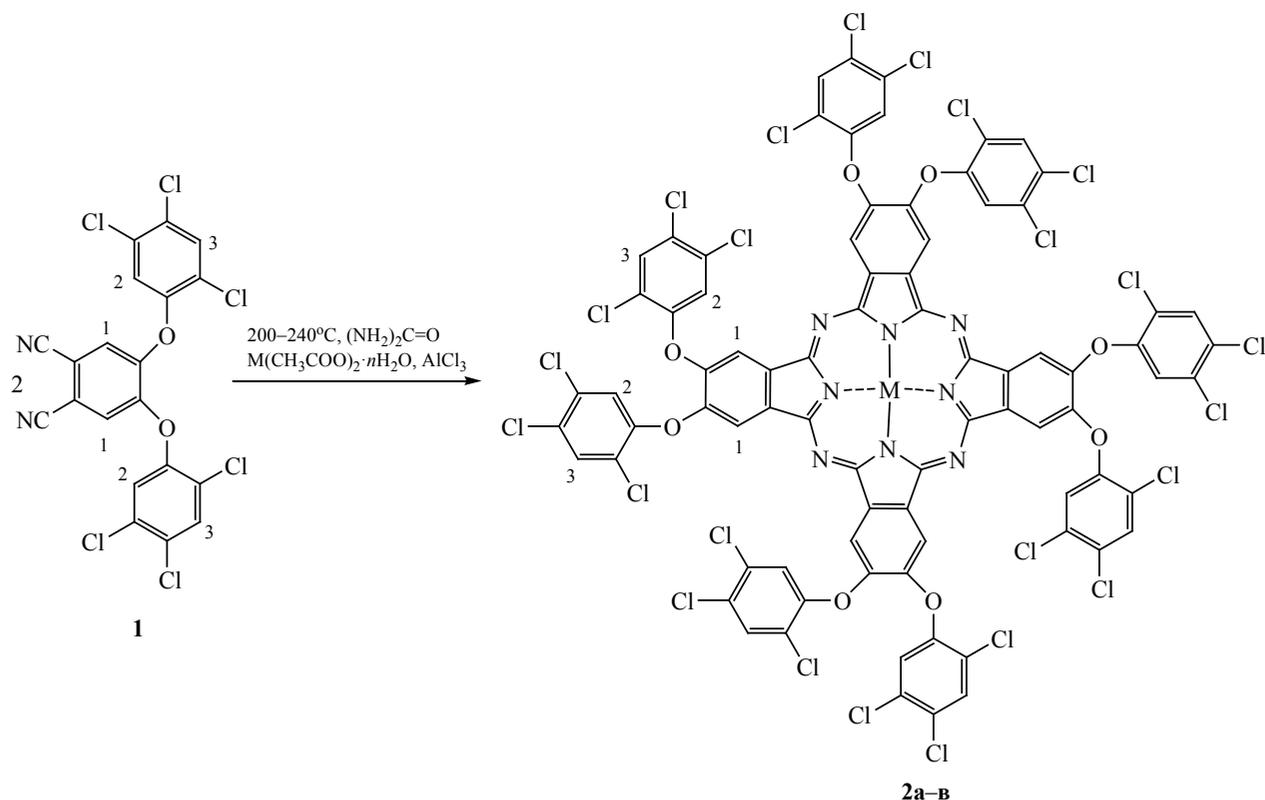
Производные фталоцианина, содержащие на периферии атомы галогенов, отличаются такими ценными свойствами, как низкая склонность к агрегации, высокую термостабильность [1, 2], светостойкость [3, 4] и высокие коэффициенты экстинкции [3, 5, 6], проявляют полупроводниковые свойства [7]. Галогенопроизводные фталоцианина, в которых атомы галогенов присутствуют непосредственно в бензольных кольцах фталоцианиновой молекулы, проявляют низкую растворимость в легколетучих органических растворителях [2], тогда как соединения, содержащие атомы галогена в феноксигруппах лишены этого недостатка [8, 9]. При этом наличие объемного арилоксизаместителя на периферии фталоцианиновой молекулы одновременно предотвращает агрегацию, которая вредна для технологического применения этих соединений. Кроме того, следует отметить, что синтез именно высокосимметричных производных, т. е. октафеноксизамещенных фталоцианинов [10–13], также обладающих целым комплек-

сом полезных свойств, позволяет предотвратить образование смеси рандомеров.

Производные фталоцианина, содержащие периферийные галогенофеноксизаместители [14, 15], привлекательны в качестве фотосенсибилизаторов [16], сенсоров [14], оптических барьеров [17], эффективность и степень защиты которых повышаются за счет межкомбинационных переходов, возникающих из-за эффекта тяжелого атома (галогена), а также могут быть использованы в качестве красителей для рабочей поверхности CD-R [1], жидкокристаллических материалов [11, 12].

Настоящая работа посвящена установлению влияния природы металла-комплексобразователя и периферийного окружения на физико-химические свойства октазамещенных фталоцианинов. Выбор металлов обусловлен тем, что наличие в макроциклическом ядре фталоцианиновой молекулы атомов магния, цинка или алюминия придает производным фталоцианина выраженные люми-

Схема 1.



M = Mg (а), $n = 4$; M = Zn (б), $n = 2$; AlCl (в), $n = 0$.

несцентные свойства. Кроме того, введение атома алюминия приводит к дополнительному смещению Q-полосы в область больших длин волн [3], введение же атома эрбия, обладающего значительным ионным радиусом и высоким координационным числом, позволяет получать металлокомплексы со фталоцианинами сэндвичевого строения, что представляет интерес с точки зрения получения новых материалов различного назначения.

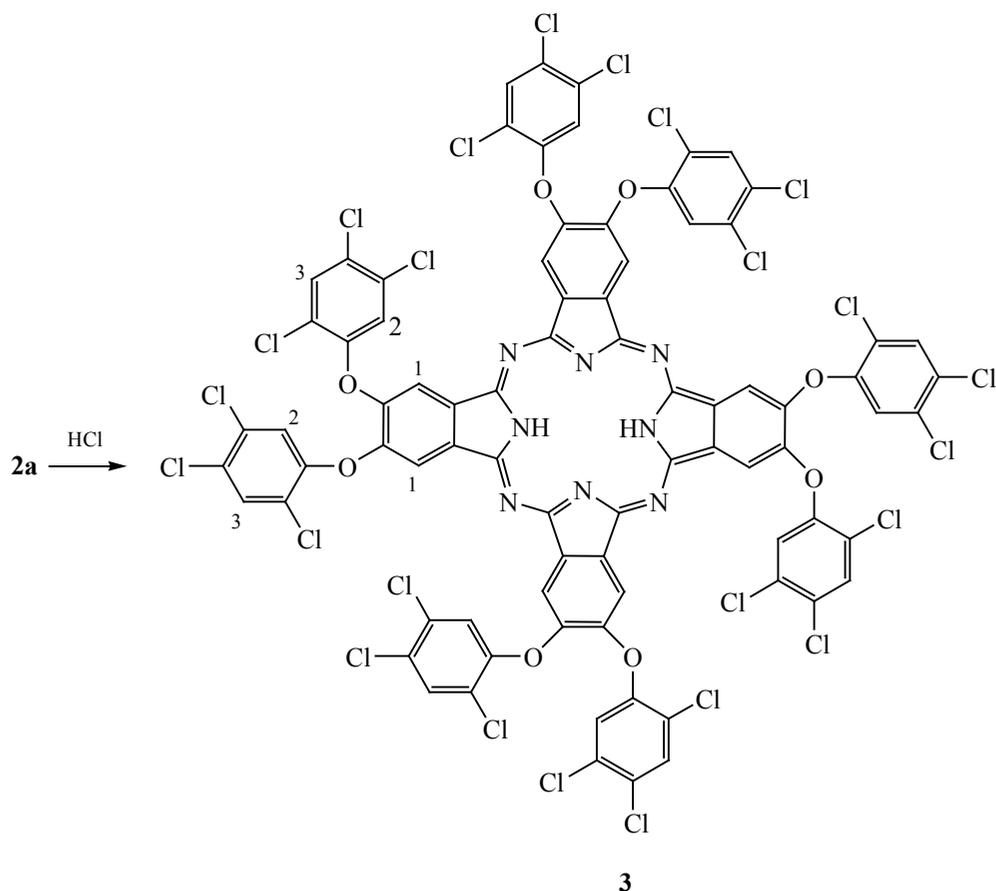
В этой связи представлялось интересным синтезировать окта-4,5-(2,4,5-трихлорфенокси)фталоцианин и его новые металлокомплексы с целью установления влияния числа 2,4,5-трихлорфенокси групп на периферии фталоцианинового макрокольца на спектральные свойства. На первом этапе нуклеофильным замещением атома брома и нитрогруппы на два фрагмента 2,4,5-трихлорфенола был получен ди-4,5-(2,4,5-трихлорфенокси)фталонитрил [2]. При этом следует отметить, что получить данное соединение из 4,5-дихлорфтало-

нитрила, являющегося наиболее широко используемым прекурсором для синтеза 4,5-замещенных фталонитрилов [10–13] оказалось нецелесообразным из-за очень низкого выхода целевого соединения **1** и образования большого количества осмола.

Соединение **1** было охарактеризовано данными элементного анализа, ЯМР ^1H и ИК спектроскопии. В спектре ЯМР ^1H фталонитрила **1** присутствует синглетный сигнал при 7.65 м. д., относящийся к протонам бензольного кольца молекулы фталонитрила, а также два синглета протонов феноксильных заместителей в положениях 2 и 3 при 7.16 и 7.28 м. д.. В ИК спектре указанного соединения присутствуют полосы валентных колебаний заместителей при 760 (C–Cl), 1226 (Ar–O–Ar) и 2245 cm^{-1} (C≡N).

Синтез металлокомплексов окта-4,5-(2,4,5-трихлорфенокси)фталоцианина с магнием, цинком, алюминием и эрбием осуществляли нитрильным методом путем взаимодействия пред-

Схема 2.



варительно полученного 4,5-ди(2,4,5-трихлорфенокси)фталонитрила **1** с ацетатами и хлоридами соответствующих металлов при 200–240°C (схема 1).

Соединения **2а–в** обладают повышенной термической устойчивостью. Так, фталоцианин цинка **2б** начинает разлагаться при температуре, превышающей 370°C.

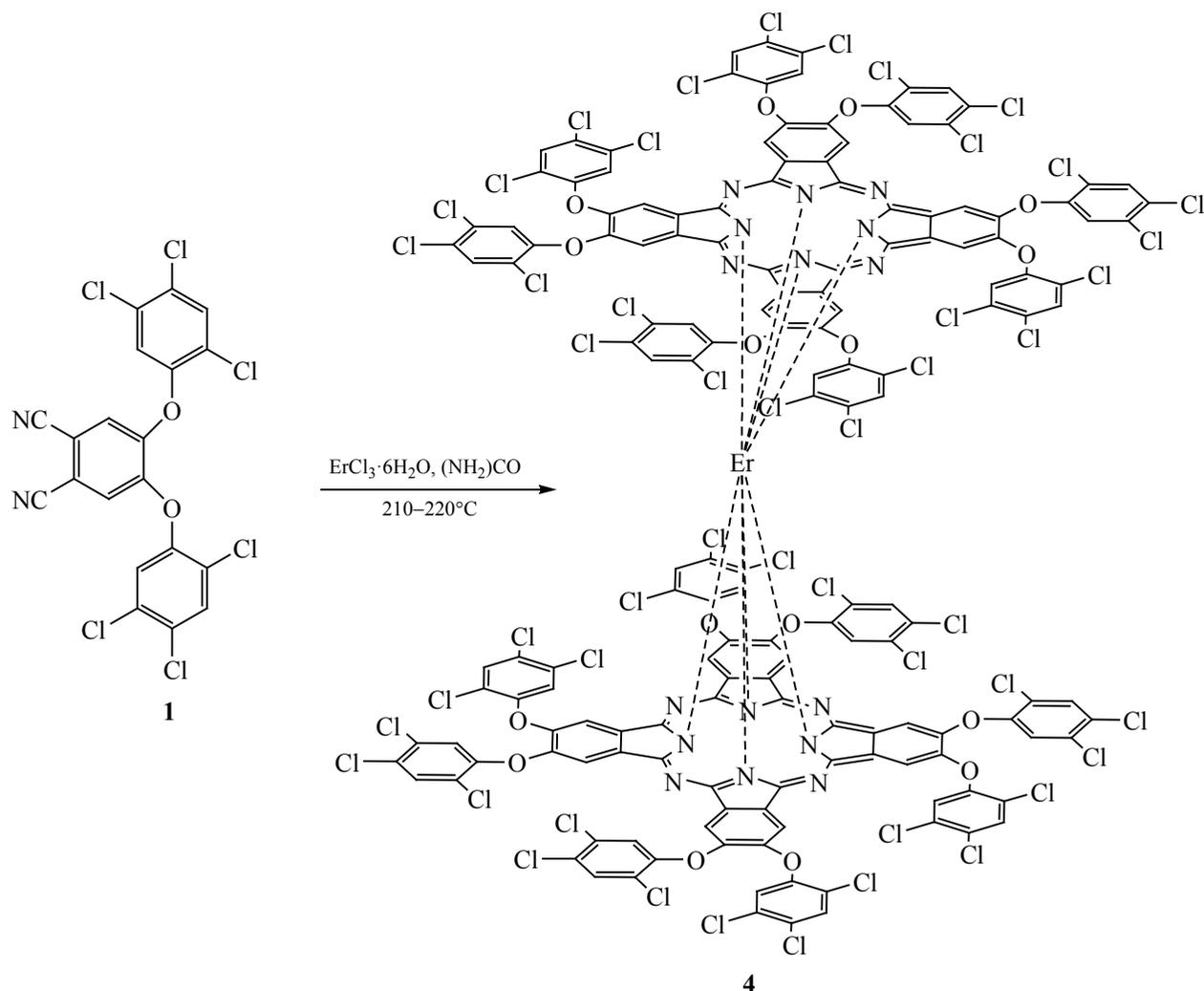
Далее деметаллированием металлокомплекса с магнием **2а** путем обработки его концентрированной соляной кислотой синтезировали безметалльный окта-4,5-(2,4,5-трихлорфенокси)фталоцианин **3** (схема 2). Сплавление фталонитрила **1** с безводным хлоридом эрбия привело к образованию металлокомплекса сэндвичевой структуры **4** (схема 3).

Идентификацию полученных соединений проводили с привлечением данных элементного анализа, ЯМР ^1H , электронной и ИК спектроскопии,

а также масс-спектрометрии MALDI-TOF. Перед проведением элементного анализа образцы исследуемых соединений подвергали термообработке при 100°C в течение 2 ч. В масс-спектрах соединений обнаружены сигналы молекулярных ионов, соответствующие молекулярной массе целевых соединений.

Спектры ЯМР ^1H соединений **2а** и **3** схожи со спектром соединения-предшественника **1**. В них также наблюдаются 3 синглетных сигнала. В наиболее слабом поле расположен сигнал протонов бензольных колец фталоцианиновой молекулы. При анализе ИК спектров металлокомплексов окта-4,5-(2,4,5-трихлорфенокси)фталоцианина обнаружено, что как и в исходном фталонитриле, во всех синтезированных фталоцианинах присутствуют полосы валентных колебаний периферийных заместителей (C–Cl и Ar–O–Ar). При этом

Схема 3.



полоса при 2231 см^{-1} , наблюдавшаяся в спектре исходного фталонитрила **1**, в спектрах фталоцианинов **2а–в** полностью отсутствует, что говорит об отсутствии примеси исходного соединения в исследованных образцах.

Отмечено, что металлофталоцианины, содержащие на периферии восемь фрагментов 2,4,5-трихлорфенола, практически не растворяются в концентрированной серной кислоте и лишь очень слабо растворимы в диметилформамиде. При этом они достаточно хорошо растворимы в хлороформе.

Обнаружено влияние металла-комплексобразователя на положение Q-полосы синтезированных

соединений, заключающееся в ее батохромном сдвиге в ряду: $\text{Co} < \text{Ni} < \text{Cu} < \text{Al} < \text{Mg} < \text{Zn}$ (табл. 1, [2]). Кроме того, обнаружен сольватохромный эффект, проявляющийся в батохромном сдвиге Q-полосы при переходе от ДМФА к хлороформу (рис. 1, табл. 1).

Сравнение электронных спектров поглощения ранее синтезированных тетра-4-(2,4,5-трихлорфенокси)фталоцианинов магния и цинка со спектрами полученных в данной работе окта-4,5-(2,4,5-трихлорфенокси)фталоцианинами магния **2а** и цинка **2б** показало, что положение Q-полос этих соединений практически идентично. При этом коэффициенты экстинкции у октазамещенных производных заметно выше, чем у

Таблица 1. Данные электронной спектроскопии поглощения соединений 2–4

Соединение	М	λ_{max} , нм (lg ϵ)	
		ДМФА	СНCl ₃
2a	Mg	611, 675	612, 678 (4.81)
2a^a	Mg	–	613, 680 (4.54)
2б	Zn	612, 674	611, 678 (4.84)
2б^b	Zn	–	611, 679 (4.76)
2в	Al	681	691 (4.80)
3	НН	610, 672	612, 676, 690 (4.81)
4	Er	670	625, 695 (4.72)

^a Данные относительно электронных спектров поглощения тетра-4-(2,4,5-трихлорфеноксифталоцианинов магния и цинка взяты в работе [5].

соответствующих тетразамещенных соединений (табл. 1). Из этого ряда выпадает металлокомплекс с эрбием, в спектре которого, записанном в ДМФА, наблюдаются две полосы поглощения, что соответствует образованию металлокомплекса сэндвичевой структуры [3, 5]. В хлороформе присутствует дополнительная полоса поглощения при 471 нм, что дополнительно подтверждает образование сэндвичевой структуры (рис. 2).

При добавлении к раствору соединения **4** в ДМФА раствора гидразингидрата наблюдается расщепление полосы при 695 нм на два компонента, которые при непродолжительном стоянии сли-

ваются в одну, расположенную при 688 нм (рис. 3).

Таким образом в ходе данной работы на основе 4,5-ди(2,4,5-трихлорфеноксифталоцианина) синтезированы 3 ранее неизвестных металлокомплекса высокосимметричных 4,5-замещенных фталоцианинов и фталоцианин-лиганд, а также двухпалубный гомолептический сэндвичевый комплекс с эрбием. Обнаружено, что фталоцианины, содержащие на периферии восемь фрагментов 2,4,5-трихлорфенола практически не растворяются в концентрированной серной кислоте и диметилформамиде, но хорошо растворимы в хлороформе. Отмечено, что положение Q-полос в электронных

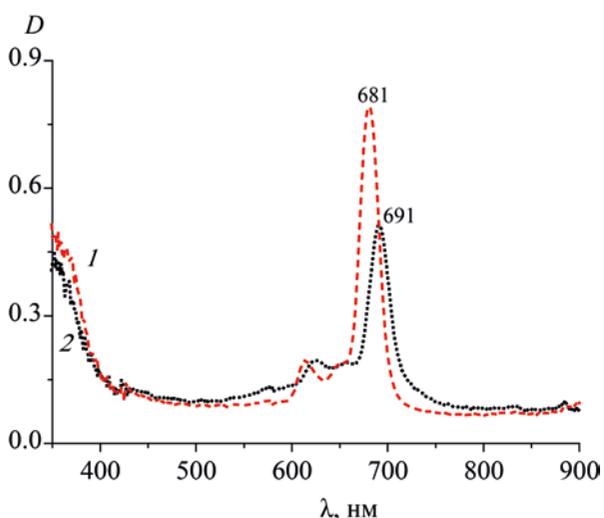


Рис. 1. Электронные спектры поглощения соединения **2в** в ДМФА (1) и хлороформе (2).

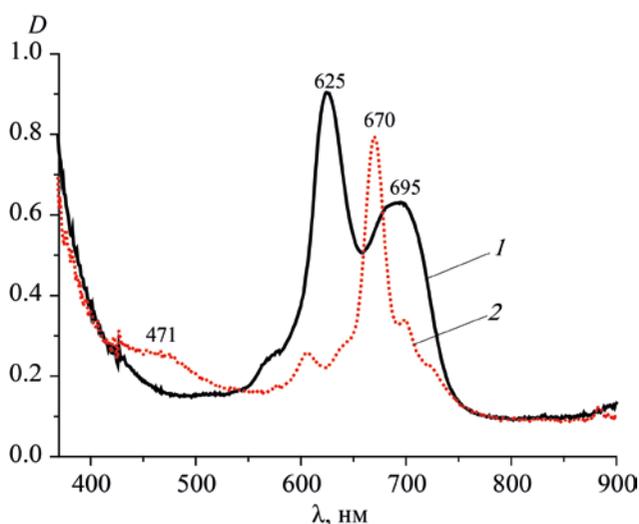


Рис. 2. Электронные спектры поглощения соединения **4** в ДМФА (1) и хлороформе (2).

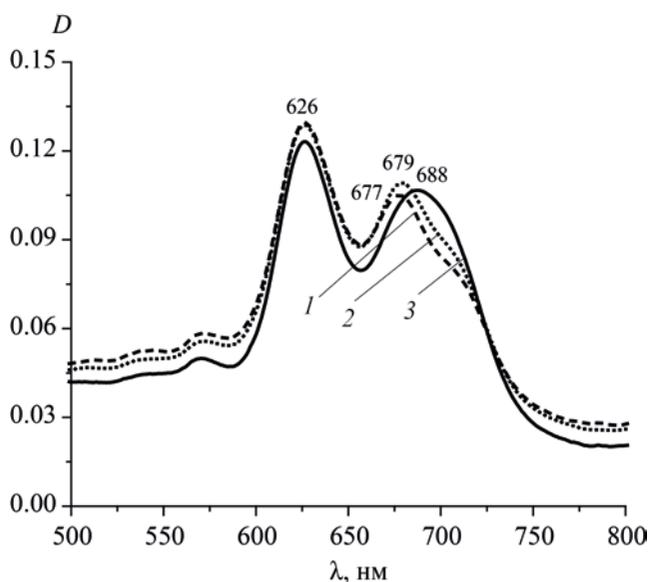


Рис. 3. Электронные спектры поглощения соединения 4 в ДМФА после добавления гидразингидрата, снятые через 5 (1), 10 (2) и 15 мин (3).

спектрах поглощения тетра-4,5-(2,4,5-трихлорфенокси)фталоницианинов практически совпадает с положениями Q-полос соответствующих металлокомплексов окта-4,5-(2,4,5-трихлорфенокси)фталоницианина. Обнаружено влияние металла-комплексообразователя на положение Q-полосы синтезированных соединений, проявляющееся в ее батохромном сдвиге в ряду: $\text{Co} < \text{Ni} < \text{Cu} < \text{Al} < \text{Mg} < \text{Zn}$.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Масс-спектры (MALDI-TOF) получены на масс-спектрометре Shimadzu Biotech Axima Confidence в режиме регистрации положительных ионов. В качестве матрицы использована 2,5-дигидроксибензойная кислота. Образцы готовили растворением соединений в хлороформе или водном растворе этилового спирта (c 10^{-4} – 10^{-5} моль/л), затем смешивали в соотношении 1:1 (об.) с раствором матрицы (30 мг/мл) в тетрагидрофуране. ИК спектры сняты на приборе Avatar 360 FT-IR ESP в области 400 – 4000 cm^{-1} в тонких пленках (хлороформ или этиловый спирт) и в таблетках с бромидом калия. Спектры ЯМР ^1H растворов синтезированных соединений **1**, **2a** в CDCl_3 зафиксированы на приборе Bruker DRX-500 с внутренним

стандартом – ТМС. Элементный анализ выполнен на приборе FlashEA 1112 CHNS-O Analyzer. Определение азота, углерода и водорода основано на анализе образца после его полного сжигания при 1800°C . После этого смесь газов (N_2 , CO_2 , H_2O) проходила через хроматографическую колонку, в которой имеет место их разделение.

Исследование термоокислительной деструкции фталоницианина цинка **2a** осуществляли на приборе синхронного термического анализа STA 449 F3 Jupiter Netzsch в атмосфере кислород–аргон, скорость нагрева – 5 град/мин, материал тигля – платина.

Ди-4,5-(2,4,5-трихлорфенокси)фталонитрил (1) получали по известной методике [2]. Выход 59% , т. пл. 140 – 142°C . ИК спектр, ν , cm^{-1} : 760 ($\text{C}-\text{Cl}$), 1459 ($\text{C}_{\text{Ar}}-\text{C}_{\text{Ar}}$), 1226 ($\text{Ar}-\text{O}-\text{Ar}$), 2245 ($\text{C}\equiv\text{N}$). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 7.65 с (2H , H^1), 7.28 с (2H , H^3), 7.16 с (2H , H^2). Масс-спектр, m/z : 515 [M] $^+$. Найдено, %: C 38.10 ; H 0.68 ; N 16.50 . $\text{C}_8\text{H}_2\text{BrN}_3\text{O}_2$. Вычислено, %: C 38.16 ; H 0.80 ; N 16.67 .

Общая методика синтеза металлокомплексов окта-4,5-(2,4,5-трихлорфенокси)фталоницианинов 2a–в. К смеси 0.103 г (0.2 ммоль) фталонитрила **1** и 0.1 ммоль ацетата или хлорида соответствующего металла добавляли 0.05 г (0.8 ммоль) мочевины. Полученную смесь нагревали при 180 – 220°C до тех пор, пока смесь не позеленеет и не затвердеет. После этого нагрев прекращали, смесь охлаждали и экстрагировали хлороформом. После удаления растворителя остаток хроматографировали на оксиде алюминия, элюируя хлороформом.

Окта-4,5-(2,4,5-трихлорфенокси)фталоницианин магния (2a) получали из 0.021 г тетрагидрата ацетата магния при 180 – 200°C в течение 2 ч. Выход 0.046 г (46%). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 1481 ($\text{C}-\text{H}_{\text{Ar}}$), 1231 ($\text{Ar}-\text{O}-\text{Ar}$), 884 ($\text{C}-\text{Cl}$). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 7.70 с (8H , H^1), 7.45 с (8H , H^3), 7.15 с (8H , H^2). Масс-спектр, m/z : 2122 [$M + \text{Na} - \text{H}$] $^+$. Найдено, %: C 45.20 ; H 1.31 ; N 5.23 . $\text{C}_{80}\text{H}_{24}\text{Cl}_{24}\text{MgN}_8\text{O}_8$. Вычислено, %: C 45.75 ; H 1.15 ; N 5.34 .

Окта-4,5-(2,4,5-трихлорфенокси)фталоницианин цинка (2b) получали из 0.022 г дигидрата ацетата цинка при 180 – 210°C в течение 1.5 ч. Плав остужали до комнатной температуры, затем

промывали 5%-ным раствором соляной кислоты, затем водой до нейтральной реакции промывных вод. Выход 0.057 г (56%). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 1483 (C–H_{Ar}), 1220 (Ar–O–Ar), 885 (C–Cl). Масс-спектр, m/z : 2128 [M + H]⁺. Найдено, %: C 44.32; H 1.28; N 5.14. C₈₀H₂₄Cl₂₄ZnN₈O₈. Вычислено, %: C 44.87; H 1.13; N 5.23.

Окта-4,5-(2,4,5-трихлорфенокси)фталоцианин алюминия (2в) получали из 0.013 г безводного хлорида алюминия в течение 3 ч при 180–220°C. Плав остужали до комнатной температуры, затем промывали 5%-ным раствором соляной кислоты, затем водой до нейтральной реакции промывных вод. Выход 0.029 г (26%). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 1480 (C–H_{Ar}), 1221 (Ar–O–Ar), 883 (C–Cl). Масс-спектр, m/z : 2125 [M]⁺. Найдено, %: C 44.60; H 1.33; N 5.18. C₈₀H₂₄Cl₂₅AlN₈O₈. Вычислено, %: C 44.93; H 1.13; N 5.24.

Окта-4,5-(2,4,5-трихлорфенокси)фталоцианин (3). К раствору 0.021 г (0.1 ммоль) фталоцианина магния **2а** в 2 мл хлороформа прибавляли 0.5 мл концентрированной соляной кислоты. Смесь оставляли на 30 мин, затем отбирали пробу и регистрировали электронный спектр поглощения. Далее раствор упаривали на водяной бане, образовавшееся твердое вещество промывали водой до нейтральной реакции промывных вод, затем сушили, охлаждали и экстрагировали хлороформом. После удаления хлороформа остаток хроматографировали на оксиде алюминия, элюируя хлороформом. Выход 0.019 г (86%). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 1460 (C–H_{Ar}), 1221 (Ar–O–Ar), 1014 (H₂Pc), 883 (C–Cl). Спектр ЯМР ¹H, δ , м. д.: 7.68 с (8H, H¹), 7.45 с (8H, H³), 7.16 с (8H, H²). Масс-спектр, m/z : 2088 [M + Na]⁺, 2065 [M + K]⁺. Найдено, %: C 46.02; H 1.40; N 5.28. C₈₀H₂₆Cl₄₄N₈O₈. Вычислено, %: C 46.24; H 1.26; N 5.39.

Бис[окта-4,5-(2,4,5-трихлорфенокси)фталоцианин] эрбия (4). К смеси 0.11 г (0.2 ммоль) фталонитрила **1** и 0.038 г (0.1 ммоль) безводного хлорида эрбия добавляли мочевины (2 ммоль, 120 мг). Полученную смесь нагревали при 210–230°C в течение 2 ч, после охлаждения экстрагировали хлороформом. После удаления растворителя остаток хроматографировали на оксиде алюминия, элюируя хлороформом. Выход 0.019 г (19%). ИК спектр, ν , cm^{-1} : 1455 (C–H_{Ar}), 1231 (Ar–O–Ar), 884 (C–Cl). Масс-спектр, m/z : 4300 [M +

Li]⁺, 4333 [M + K]⁺. Найдено, %: C 44.22; H 1.23; N 5.10. C₁₆₀H₄₉Cl₄₈ErN₁₆O₁₆. Вычислено, %: C 44.48; H 1.14; N 5.19.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Знойко Серафима Андреевна, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7023-7407>

Кустова Татьяна Владимировна, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7815-7399>

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ФИНАНСОВАЯ ПОДДЕРЖКА

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства образования и науки РФ (тема № FZZW-2020-0008) с использованием оборудования Центра коллективного пользования Ивановского государственного химико-технологического института (соглашение № 075-15-2021-671).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Xu H.-T., Xie W.-W., Guo Y.-C., Ci Y., Chen L.-J., Peng B.-X. // J. Chin. Chem. Soc. 2007. Vol. 54. N 1. P. 211. doi 10.1002/jccs.200700031
- Гогин К.К., Знойко С.А., Наконечная А.Н., Кустова Т.В., Акопова О.Б., Бумбина Н.В., Усольцева Н.В. // Жидк. крист. и их практ. использ. 2020. Т. 20. № 4. С. 35. doi 10.18083/LCAppl.2020.4.35
- Шапошиников Г. П., Кулинич В. П., Майзлин В. Е. Модифицированные фталоцианины и их структурные аналоги. М.: URSS, 2012. 480 с.
- Koifman O.I., Ageeva T.A., Beletskaya I.P., Averin A.D., Yakushev A.A., Tomilova L.G., Dubinina T.V., Tsivadze A.Yu., Gorbunova Yu.G., Martynov A.G., Konarev D.V., Khasanov S.S., Lyubovskaya R.N., Lomova T.N., Korolev V.V., Zenkevich E.I., Blaudeck T., von Borczyskowski Ch., Zahn D.R.T., Mironov A.F., Bragina N.A., Ezhov A.V., Zhdanova K.A., Stuzhin P.A., Pakhomov G.L., Rusakova N.V., Semenishyn N.N., Smola S.S., Parfenyuk V.I., Vashurin A.S., Makarov S.V., Dereven'kov I.A., Mamardashvili N.Zh., Kurtikyan T.S., Martirosyan G.G., Burmistrov V.A., Aleksandriiskii V.V., Novikov I.V., Pritmov D.A., Grin M.A., Suvorov N.V., Tsigankov A.A., Fedorov A.Yu., Kuzmina N.S., Nyuchev A.V., Otvagin V.F., Kustov A.V., Belykh D.V., Berezin D.B., Solovieva A.B., Timashev P.S.,

- Milaeva E.R., Gracheva Yu.A., Dodokhova M.A., Safronenko A.V., Shpakovsky D.B., Syrbu S.A., Gubarev Yu.A., Kiselev A.N., Koifman M.O., Lebedeva N.Sh., Yurina E.S. // *Macroheterocycles*. 2020. Vol. 13. N 4. P. 311. doi 10.6060/mhc200814k
5. Botnar A., Tikhomirova T., Nalimova K., Erzunov D., Razumov M., Vashurin A. // *J. Mol. Struct.* 2020. Vol. 1205. P. 127626. doi 10.1016/j.molstruc.2019.127626
6. Wöhrle D., Schnurpfeil G., Makarov S.G., Kazarin A., Suvorova O.N. // *Macroheterocycles*. 2012. Vol. 5. N 3. P. 191. doi 10.6060/mhc2012.120990w
7. Brinkmann H., Kelting C., Makarov S., Tsaryova O., Schnurpfeil G., Wöhrle D., Schlettwein D. // *Phys. Stat. Sol. (A)*. 2008. Vol. 205. N 3. P. 409. doi 10.1002/pssa.200723391
8. Ayumi Watarai, Kazuchika Ohta, Mikio Yasutake. // *J. Porph. Phthalocyan.* 2016. Vol. 20. N 7. P. 822. doi 10.1142/S1088424616501005
9. Kazuchika Ohta, Kaori Adachi, Mikio Yasutake. // *J. Porph. Phthalocyan.* 2017. Vol. 21. P. 48. doi 10.1142/S1088424617500043
10. Lu G., Bai M., Li R., Zhang X., Ma Ch., Lo P.-Ch., Ng D. K. P., Jiang J. // *Eur. J. Inorg. Chem.* 2006. N 18. P. 3703. doi 10.1002/ejic.200600295
11. Maree S., Phillips D., Nyokong T. // *J. Porph. Phthalocyan.* 2002. Vol. 6. P. 17. doi 10.1142/S108842460200004X
12. Sanusi S.O., Antunes E., Nyokong T. // *J. Porph. Phthalocyan.* 2013. Vol. 17. N 1. P. 920. doi 10.1142/S1088424613500715
13. Sato H., Sakagami Y., Itoh E., Ohta K. // *J. Porph. Phthalocyan.* 2012. Vol. 16. N 11. P. 1209. doi 10.1142/S1088424612501222
14. Plater M. J., Adam J., Grant B. // *J. Chem. Soc. Perkin Trans.* 2002. Vol. 1. P. 91. doi 10.1039/B107689M
15. Makhseed S., Ghazal B., Abdelmoniem A.M., Novakova V., Zimcik P. // *RSC Adv.* 2015. Vol. 5. P. 58854. doi 10.1039/C5RA09737A
16. Nyokong T. // *Coord. Chem. Rev.* 2007. Vol. 251. P. 1707. doi 10.1016/J.CCR.2006.11.011
17. Perry J.W., Alvarez D., Choong I., Mansour K., Marder S.R., Perry K.J. // *Opt. Lett.* 1994. Vol. 19. P. 625. doi 10.1364/OL.19.000625

Synthesis and Spectral Properties of Octa-Substituted Phthalocyanines with 2,4,5-Trichlorophenol Moieties

S. A. Znoiko^{a,*}, T. V. Kustova^a, and A. P. Elizarova^a

^a *Research Institute of Macroheterocyclic Compounds, Ivanovo State University of Chemistry and Technology, Ivanovo, 153000 Russia*

*e-mail: znoykosa@yandex.ru

Received July 28, 2022; revised September 12, 2022; accepted September 22, 2022

Using the nitrile method by heating 4,5-di(2,4,5-trichlorophenoxy)phthalonitrile with magnesium and zinc acetates, as well as aluminum and erbium chlorides at 200–240°C, the synthesis of metal complexes of the corresponding substituted phthalocyanines with magnesium, zinc, aluminum, and erbium was carried out. The ability of the obtained metal-phthalocyanines to dissolve in concentrated sulfuric acid, dimethylformamide, and chloroform was studied. The effect of the complexing metal on the position of the Q-band of the synthesized compounds was found.

Keywords: 2,4,5-trichlorophenol, phthalonitrile, phthalocyanine, electronic absorption spectra