

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ АЗОТСОДЕРЖАЩЕГО ОРГАНИЧЕСКОГО ОСНОВАНИЯ НА ДЕСТРУКЦИЮ ОКТА(4-*трет*-БУТИЛФЕНИЛ)-ТЕТРАПИРАЗИНОПОРФИРАЗИНА

© 2024 г. О. А. Петров^{1,*}, К. А. Волжанкина¹¹ Ивановский государственный химико-технологический университет, Иваново, 153000 Россия
*e-mail: poa@isuct.ruПоступило в редакцию 25 января 2024 г.
После доработки 10 апреля 2024 г.
Принято к печати 11 апреля 2024 г.

Изучены свойства окта(4-*трет*-бутилфенил)тетрапиразинопорфиразина в 2-метилпирidine. Показано, что в ходе кислотно-основного взаимодействия молекул образуется кинетически устойчивый комплекс с переносом протонов. Введение добавок морфолина, пиперидина, *n*-бутиламина и диэтиламина в 2-метилпиридин приводит к деградации этого комплекса в отличие от добавок *трет*-бутиламина и триэтиламина. Рассмотрено влияние протоноакцепторной способности и пространственного строения азотсодержащего основания, а также основности среды на процесс распада тетрапиразинопорфиразинового макроцикла и предложена схема деградации.

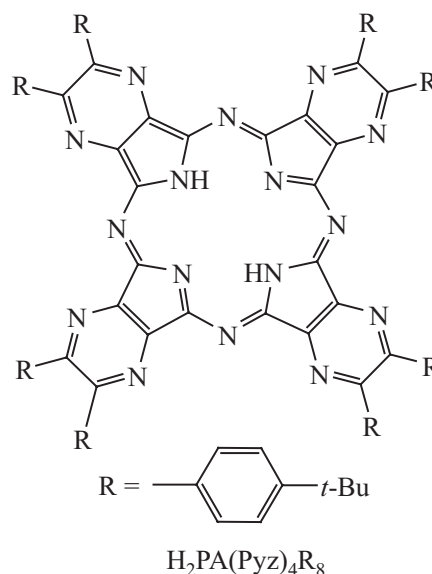
Ключевые слова: окта(4-*трет*-бутилфенил)тетрапиразинопорфиразин, азотсодержащие органические основания, комплекс с переносом протонов, деградация

DOI: 10.31857/S0044460X24020098, EDN: GUYQBZ

ВВЕДЕНИЕ

Возрастающий интерес исследователей к химии порфиразинов (H₂PA), содержащих в своем составе аннелированные гетероциклы, связан с расширяющимися перспективами их использования в качестве оптических материалов для записи информации, компонентов цветных и оптических фильтров, флуорохромов, светоизлучающих устройств [1]. Разнообразить область практического применения H₂PA позволяет всестороннее изучение физико-химических свойств. К числу значимых свойств H₂PA следует отнести их устойчивость в протоноакцепторных средах, которая во многом определяет более или менее жесткие ограничения в ходе дальнейшей структурной модификации макроцикла, а также влияет на подбор оптимальных условий синтеза металлокомплексов порфиразинов [2]. К настоящему времени установлены закономерности деградации некоторых

Схема 1.



β -замещенных порфиразинов [3] и фталоцианинов (тетрабензопорфиразинов) [3] в органических протонакцепторных средах. Количественные данные о процессах распада тетрапиразинопорфиразинов в среде азотсодержащих оснований немногочисленны [4], а факторы, влияющие на их кинетическую устойчивость, далеки от полной ясности.

В связи с этим в данной работе исследованы свойства окта(4-*трет*-бутилфенил)тетрапиразинопорфиразина $[H_2PA(Pyz)_4R_8]$ в 2-метилпиридине, а также в системе 2-метилпиридин (MePy)–пиперидин (Pip) [морфолин (Morph), *n*-бутиламин (BuNH₂), *трет*-бутиламин, диэтиламин (Et₂NH), триэтиламин] (схема 1).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Спектральные исследования показали, что в среде инертного бензола электронный спектр поглощения $H_2PA(Pyz)_4R_8$ содержит в видимой области две интенсивные хорошо разрешенные Q_x - и Q_y -компоненты Q -полосы с λ_I 674 и λ_{II} 646 нм соответственно и В-полосу (полосу Core) с λ 368 нм (рис. 1). В слабоосновном 2-метилпиридине Q_x - и Q_y -компоненты сливаются и в электронном спектре поглощения $H_2PA(Pyz)_4R_8$ регистрируется нерасщепленная Q -полоса с λ 665 нм (рис. 2). При этом В-полоса не претерпевает изменений. Повышение симметрии молекулы от D_{2h} до D_{4h} свидетельствует о том, что $H_2PA(Pyz)_4R_8$ в присутствии 2-метилпи-

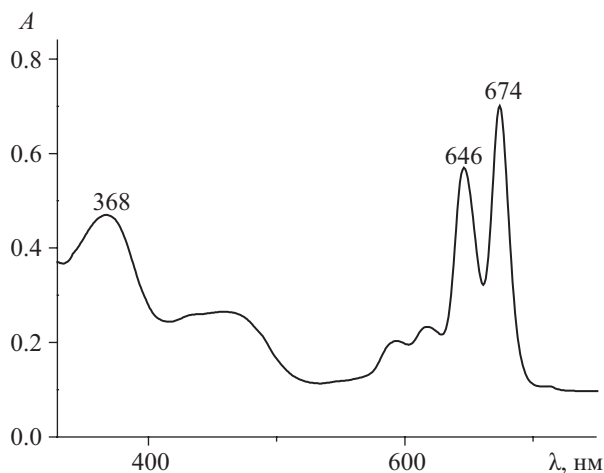


Рис. 1. Электронный спектр поглощения $H_2PA(Pyz)_4R_8$ в бензоле при 298 К.

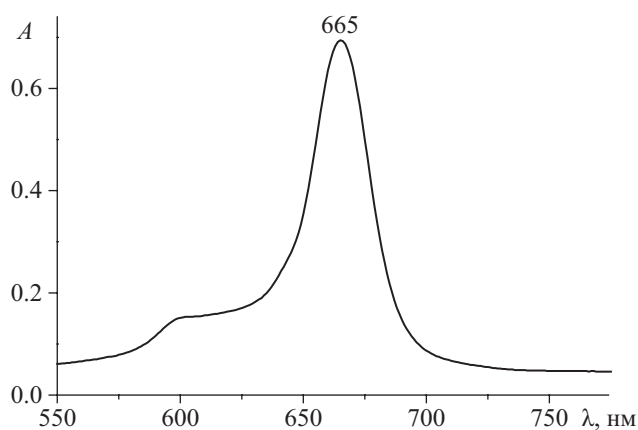


Рис. 2. Электронный спектр поглощения $H_2PA(Pyz)_4R_8$ в 2-метилпиридине при 298 К.

ридина проявляет свойства двухосновной NH-кислоты и образует устойчивый во времени комплекс с переносом протонов – $H_2PA(Pyz)_4R_8 \cdot 2MePy$. На это указывает характер его электронного спектра поглощения, который остается без изменений в течение ~73 ч при 338 К в 2-метилпиридине. В комплексе $H_2PA(Pyz)_4R_8 \cdot 2MePy$ протоны NH-групп, связанные с атомом азота молекул 2-метилпиридина, располагаются над и под плоскостью макроцикла, что обеспечивает благоприятное пространственное расположение молекул оснований [2–4]. При этом восемь замещенных фенильных колец, судя по данным [5], не лежат в плоскости тетрапиразинопорфиразинового макроцикла и, скорее всего, не участвуют с ним в π, π -сопряжении. В комплексе $H_2PA(Pyz)_4R_8 \cdot 2MePy$ перенос протонов от кислоты к основанию, приводящий к образованию разделенных растворителем ионных пар с последующей их диссоциацией маловероятен [6–8]. Слабовыраженная протонакцепторная способность 2-метилпиридина ($pK_a^{298} = 6.00$ [9]) и достаточно низкая диэлектрическая проницаемость среды должна способствовать образованию H-комплекса – $[PA(Pyz)_4R_8] \cdots [HMePy]_2$. Однако сравнительно высокая NH-кислотность тетрапиразинопорфиразинового макроцикла [10] не исключает возможность существования кислотно-основного равновесия с ионным комплексом, представляющим собой H-связанную ионную пару [2, 3].

Дальнейшие исследования показали, что комплекс $H_2PA(Pyz)_4R_8 \cdot 2MePy$ теряет свою кинетическую

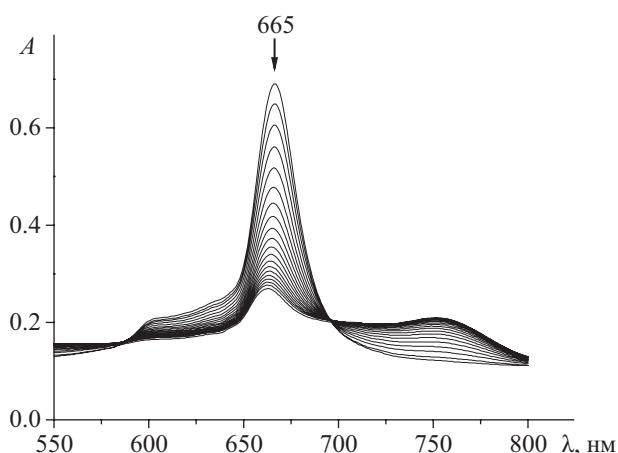


Рис. 3. Изменение электронного спектра поглощения $H_2PA(Pyz)_4R_8 \cdot 2MePy$ в системе 2-метилпиридин–диэтиламин в течение 65 мин при $[Et_2NH] = 2.41$ моль/л при 323 К.

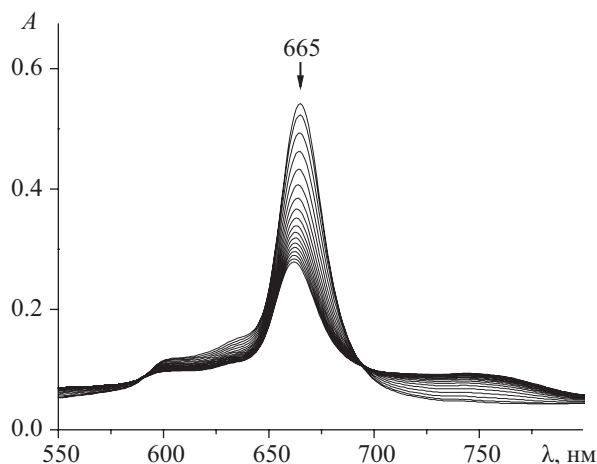


Рис. 4. Изменение электронного спектра поглощения $H_2PA(Pyz)_4R_8 \cdot 2MePy$ в системе 2-метилпиридин–морфолин в течение 47 мин при $c_{Morph} = 2.87$ моль/л при 318 К.

устойчивость при введении в 2-метилпиридин добавок морфолина (пиперидина, *n*-бутиламина, диэтиламина). В электронном спектре поглощения с течением времени регистрируется уменьшение интенсивности нерасщепленной Q-полосы с λ 665 нм независимо от природы основания (рис. 3, 4). При этом исчезает В-полоса, характеризующая наличие пиррольных фрагментов в макроцикле, а цвет раствора изменяется от ярко-зеленого до бесцветного.

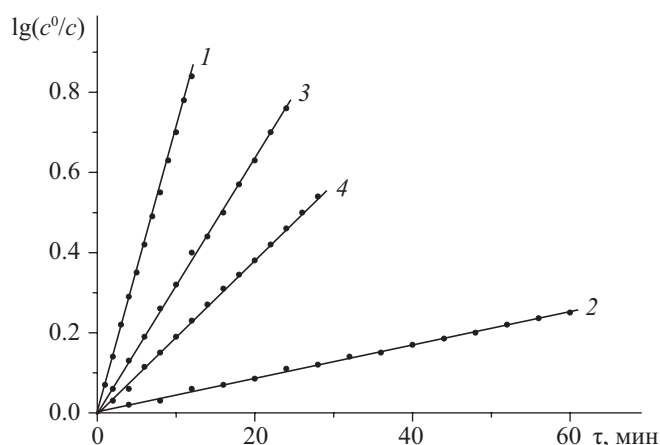


Рис. 5. Зависимость $lg(c^0/c)$ от времени разрушения комплекса $H_2PA(Pyz)_4R_8 \cdot 2MePy$ в $BuNH_2$ (1), Et_2NH (2), Morph (3), Pip (4) при $T = 298$ (3, 4), 318 (1), 323 К (2) и $[BuNH_2] = 2.53$, $[Et_2NH] = 7.25$, $[Morph] = 8.61$, $[Pip] = 2.53$ моль/л.

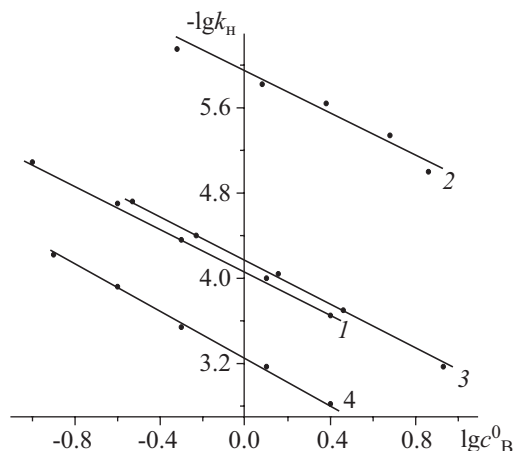
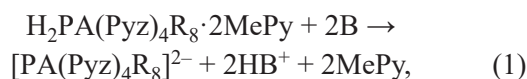


Рис. 6. Зависимость lgk_n от $lg c^0_B$ в реакции разрушения $H_2PA(Pyz)_4R_8 \cdot 2MePy$ в присутствии $BuNH_2$ (1), Et_2NH (2), Morph (3), Pip (4) в 2-метилпиридине при $T = 298$ (1), 303 (2), 308 (3) и 318 К (4).

В интервале $c^0_{Morph} = 0.29$ – 8.61 моль/л, $c^0_{Pip} = 0.10$ – 2.53 моль/л, $c^0_{BuNH_2} = 0.10$ – 2.53 моль/л, $c^0_{Et_2NH} = 0.48$ – 7.25 моль/л в 2-метилпиридине реакция разрушения $H_2PA(Pyz)_4R_8 \cdot 2MePy$ (1) описывается суммарным кинетическим уравнением второго порядка – первого по комплексу с переносом протонов (рис. 5) и первого (в пределах экспериментальной ошибки опыта) по основанию (рис. 6):

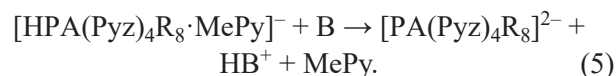
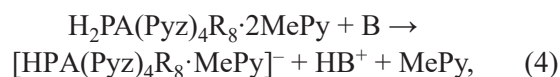


$$-dc_1/d\tau = kc_1c_B, \quad (2)$$

$$k = k_H/c_B, \quad (3)$$

где k_H и k – наблюдаемая и истинная константы скорости деструкции соответственно, c_1 – концентрация $\text{H}_2\text{PA(Pyz)}_4\text{R}_8 \cdot 2\text{MePy}$, B – Morph, Pip, BuNH₂, Et₂NH.

Аналогичным кинетическим уравнением описывается процесс распада комплекса $\text{H}_2\text{PA(Pyz)}_4\text{R}_8$ с пиридином в системе пиридин–морфолин (пиперидин, *n*-бутиламин, диэтиламин) [4]. Наиболее вероятной причиной деструкции $\text{H}_2\text{PA(Pyz)}_4\text{R}_8 \cdot 2\text{MePy}$ является протекание конкурентной реакции за протон:



На стадиях (4) и (5) молекулы морфолина (пиперидина, *n*-бутиламина, диэтиламина), благодаря более выраженной протоноакцепторной способности, конкурируют с молекулами 2-метилпиперидина за протон. При этом сравнительно высокая основность среды способствует образованию дианионной формы – $[\text{PA(Pyz)}_4\text{R}_8]^{2-}$. Отсутствие компенсации избыточного отрицательного заряда в макроцикле, а также отсутствие сольватирующей способности азотсодержащими основаниями дианионной формы тетра(4-*трет*-бутилфенил)тетрапиразинопорфира-

Таблица 1. Кинетические параметры деструкции комплекса $\text{H}_2\text{PA(Pyz)}_4\text{R}_8 \cdot 2\text{MePy}$ в присутствии морфолина (пиперидина, *n*-бутиламина, диэтиламина) в 2-метилпиперидине^а.

$c_{\text{В}}^0$, моль/л	T , К	$k_{\text{н}} \cdot 10^4$, с ⁻¹	$k \cdot 10^4$, л/(моль·с)	$E_{\text{а}}$, кДж/моль
Морфолин				
0.29	298	0.15	0.57	20
	308	0.19	0.70	
	318	0.25	0.87	
0.59	298	0.30	0.53	21
	308	0.40	0.67	
	318	0.50	0.85	
1.43	298	0.65	0.45	20
	308	0.90	0.60	
	318	1.10	0.75	
2.87	298	1.50	0.50	18
	308	1.90	0.63	
	318	2.40	0.80	
8.61	298	5.30	0.55	19
	308	6.70	0.70	
	318	8.60	0.90	
Пиперидин				
0.10	298	0.13	1.20	60
	308	0.28	2.55	
	318	0.60	5.50	
0.25	298	0.25	1.10	62
	308	0.55	2.40	
	318	1.20	5.30	
0.50	298	0.60	1.25	61
	308	1.30	2.70	
	318	2.85	5.80	

Таблица 1. Продолжение.

$c^0_{\text{В}}, \text{ л/}(\text{моль} \cdot \text{с})$	$T, \text{ К}$	$k_{\text{H}} \cdot 10^4, \text{ с}^{-1}$	$k \cdot 10^4, \text{ л/}(\text{моль} \cdot \text{с})$	$E_{\text{a}}, \text{ кДж/моль}$
Пиперидин				
1.27	298	1.50	1.15	59
	308	3.15	2.45	
	318	6.80	5.30	
2.53	298	3.20	1.20	61
	308	6.90	2.60	
	318	15.10	5.70	
<i>n</i> -Бутиламин				
0.10	298	0.08	0.95	65
	308	0.20	2.15	
	318	0.42	4.70	
0.25	298	0.20	0.90	67
	308	0.48	2.10	
	318	1.10	4.80	
0.50	298	0.43	0.90	65
	308	1.03	2.15	
	318	2.25	4.70	
1.27	298	1.00	0.80	67
	308	2.43	1.90	
	318	5.50	4.30	
2.53	298	2.25	0.85	65
	308	4.95	1.87	
	318	11.65	4.40	
Диэтиламин ^б				
0.48	298	0.04	0.09	81
	303	0.07	0.15	
	313	0.20	0.40	
	323	0.52	1.05	
1.21	298	0.08	0.07	81
	303	0.15	0.13	
	313	0.42	0.35	
	323	1.10	0.93	
2.41	298	0.14	0.06	80
	303	0.23	0.10	
	313	0.62	0.27	
	323	1.65	0.72	
4.83	298	0.27	0.06	77
	303	0.45	0.10	
	313	1.20	0.30	
	323	3.10	0.70	
7.25	298	0.60	0.09	79
	303	1.00	0.15	
	313	2.60	0.40	
	323	7.02	1.07	

^а $c^0_{\text{H}_2\text{PA}(\text{Pyz})_4\text{R}_8\cdot 2\text{MePy}} = 1.20 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л.}$ ^б Значения k_{H} для диэтиламина при 298 К рассчитаны по уравнению Аррениуса.

зина [11] приводит к самопроизвольному распаду $[\text{PA}(\text{Pyz})_4\text{R}_8]^{2-}$ с образованием низкомолекулярных бесцветных продуктов реакции.

В среде пиперидина, *n*-бутиламина и диэтиламина деструкция $\text{H}_2\text{PA}(\text{Pyz})_4\text{R}_8$ протекает предельно быстро со скоростями, не позволяющими измерить их обычными кинетическими методами. Напротив, процесс распада $\text{H}_2\text{PA}(\text{Pyz})_4\text{R}_8 \cdot 2\text{MePy}$ в системе 2-метилпиридин–морфолин (пиперидин, *n*-бутиламин, диэтиламин), связанный с протеканием реакций (4) и (5), характеризуется низкими значениями констант скорости, а в случае с *n*-бутиламином, диэтиламином и пиперидином – достаточно высокими значениями энергии активации (E_a) процесса (табл. 1). Вполне вероятно, что стерическое экранирование протонов молекулами 2-метилпиридина препятствует конкурентной реакции за протон в результате чего образование кинетически неустойчивого дианиона $[\text{PA}(\text{Pyz})_4\text{R}_8]^{2-}$ при замене $\text{H}_2\text{PA}(\text{Pyz})_4\text{R}_8$ на $\text{H}_2\text{PA}(\text{Pyz})_4\text{R}_8 \cdot 2\text{MePy}$ затрудняется, что находит отражение в константах скорости и энергии активации процесса.

Кинетические данные (табл. 1) показывают, что среди циклических оснований минимальная скорость распада $\text{H}_2\text{PA}(\text{Pyz})_4\text{R}_8 \cdot 2\text{MePy}$ наблюдается в присутствии морфолина ($\text{p}K_a^{298} = 8.50$ [9]). Замена атома кислорода на углерод в морфолиновом цикле не влияет на пространственное строение амина [12], но приводит к перераспределению электронной плотности в молекуле и увеличению $\text{p}K_a^{298}$ на ~ 2.7 единицы. В результате этого при переходе от морфолина к пиперидину ($\text{p}K_a^{298} = 11.23$ [9]), имеющему стерически доступный атом азота в составе молекулы [13], значение k^{298} возрастает в 2 раза. Подобно пиперидину максимальная скорость деструкции, судя по значениям k^{298} , наблюдается в присутствии *n*-бутиламина ($\text{p}K_a^{298} = 10.60$ [9]). Как и следовало ожидать, пространственное экранирование атома азота в ациклическом амине объемными алкильными заместителями препятствует разрушению комплекса $\text{H}_2\text{PA}(\text{Pyz})_4\text{R}_8 \cdot 2\text{MePy}$, поскольку затрудняет благоприятный контакт взаимодействующих молекул в ходе протекания конкурентной реакции за протон (4), (5). Так, в случае *n*-бутиламина и близкого по основности диэтиламина ($\text{p}K_a^{298} = 10.84$ [9]) зна-

Таблица 2. Кинетические параметры деструкции комплекса $\text{H}_2\text{PA}(\text{Pyz})_4\text{R}_8 \cdot 2\text{Py}$ в присутствии морфолина (пиперидина, *n*-бутиламина, диэтиламина) в пиридине [4].

c^0 , моль/л	T , К	$k_n \cdot 10^4$, с ⁻¹	$k \cdot 10^4$, л/(моль·с)	E_a , кДж/моль
Морфолин				
0.29	298	0.70	2.60	14
	308	0.85	3.05	
	318	1.00	3.65	
Пиперидин				
0.10	288	0.90	8.40	12
	298	1.10	9.95	
	308	1.25	11.45	
<i>n</i> -Бутиламин				
0.10	288	0.55	6.05	18
	298	0.67	7.50	
	308	0.90	10.00	
Диэтиламин ^а				
0.48	298	0.95	1.90	62
	303	1.40	2.90	
	313	3.00	6.15	
	323	6.40	13.00	

^а Значения k_n для диэтиламина при 298 К рассчитаны по уравнению Аррениуса.

чение k^{298} уменьшается в ~ 10 раз на фоне роста E_a процесса (табл. 1). Комплекс $H_2PA(Pyz)_4R_8 \cdot 2MePy$ под влиянием триэтиламина ($pK_a^{298} = 10.75$ [9]) не подвергается деструкции. В электронном спектре поглощения окта(4-*трет*-бутилфенил)тетрапиразинопорфиразина уменьшение интенсивности Q-полосы с λ 665 нм не наблюдается в течение ~ 37 ч при 333 К. Наряду с увеличением числа алкильных заместителей распаду комплекса с переносом протонов противодействует разветвление углеводородной цепи в амине. Так, *трет*-бутиламин ($pK_a^{298} = 10.68$ [9]) не оказывает дестабилизирующего влияния на комплекс $H_2PA(Pyz)_4R_8 \cdot 2MePy$.

Из анализа кинетических данных (табл. 1, 2) следует, что комплексы окта(4-*трет*-бутилфенил)тетрапиразинопорфиразина с 2-метилпиридином и пиридином, несмотря на их структурную близость, существенно различаются по кинетической устойчивости. Так, при переходе от $H_2PA(Pyz)_4R_8 \cdot 2MePy$ к $H_2PA(Pyz)_4R_8 \cdot 2Py$ скорость деструкции, судя по значениям k^{298} , возрастает в ~ 4.5 , 7, 6 и 21 раза в присутствии морфолина, пиперидина, *n*-бутиламина и диэтиламина соответственно на фоне роста E_a процесса. Этот факт не является неожиданным, если принять во внимание, что в комплексе $H_2PA(Pyz)_4R_8 \cdot 2MePy$ протоны от NH-групп более стерически экранированы молекулами 2-метилпиридина, что затрудняет благоприятный контакт молекул-партнеров в конкурентной реакции за протон.

ВЫВОДЫ

Таким образом установлено, что кислотно-основное взаимодействие окта(4-*трет*-бутилфенил)тетрапиразинопорфиразина с 2-метилпиридином приводит к образованию устойчивого во времени комплекса с переносом протонов. Введение добавок более сильных оснований (морфолина, пиперидина, *n*-бутиламина, диэтиламина) в 2-метилпиридин оказывает дестабилизирующее влияние на комплекс с переносом протонов, сопровождающееся распадом тетрапиразинопорфиринового макроцикла в результате протекания конкурентной реакции за протон. Увеличение pK_a основания, а также уменьшение пространственного экранирования в нем атома азота способствует протеканию конкурентной реакции за протон, что приводит к деструкции комплекса окта(4-*трет*-бутилфенил)тетрапиразинопорфиразина с 2-метилпиридином.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Окта(4-*трет*-бутилфенил)тетрапиразинопорфиразин синтезировали по методике [14]. Бензол и азотсодержащие основания (Acros) использовали без дополнительной очистки. Для проведения кинетических измерений в термостатируемую кювету спектрофотометра SHIMADZU-UV-1800 помещали свежеприготовленный раствор к $H_2PA(Pyz)_4R_8$ в 2-метилпиридине с начальной постоянной концентрацией $1.20 \cdot 10^{-5}$ моль/л и добавляли переменные количества морфолина (пиперидина, *n*-бутиламина, диэтиламина). Скорость деструкции комплекса с переносом протонов $H_2PA(Pyz)_4R_8 \cdot 2MePy$ определяли по уменьшению оптической плотности раствора на длине волны λ 665 нм. Текущую концентрацию комплекса определяли по формуле (6):

$$c = c^0(A_0 - A_\infty)/(A_t - A_\infty), \quad (6)$$

где A_0 , A_t , A_∞ – оптические плотности растворов в начальный момент времени, в момент времени t и после завершения реакции (τ_∞); и c^0 и c – начальная и текущая концентрации комплекса $H_2PA(Pyz)_4R_8 \cdot 2MePy$. Все измерения проводили в условиях реакции псевдопервого порядка, поэтому наблюдаемую константу скорости деструкции $H_2PA(Pyz)_4R_8 \cdot 2MePy$ рассчитывали по формуле (7):

$$k_H = (1/\tau) \lg(c^0/c). \quad (7)$$

Точность кинетических параметров оценивали с помощью обычных методов статистики при доверительном интервале 95%. Использование метода Стьюдента позволило определить относительные ошибки в значениях k_H и E_a , которые составили не более 4.2 и 7.5% соответственно.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Петров Олег Александрович, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3424-7135>

Волжанкина Ксения Алексеевна, ORCID: <http://orcid.org/0009-0009-9355-3600>

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность А. С. Семейкину (Ивановский государственный химико-технологический университет) за образец окта(4-*т*ер-бутилфенил)тетрапиразинопорфиразина, предоставленный для исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Novakova V., Donzello M.P., Ercolani C., Zimcik P., Stuzhin P. // *Coord. Chem. Rev.* 2018. Vol. 361. P. 1. doi 10.1016/j.ccr.2018.01.015
2. Петров О.А. // *Изв. АН. Сер. хим.* 2022. Т. 71. С. 613; Petrov O.A. // *Russ. Chem. Bull.* 2022. Vol. 71. P. 613. doi 10.1007/S11172-022-34-59-5
3. Петров О.А. // *ЖФХ.* 2022. Т. 96. № 3. С. 324; Petrov O.A. // *Russ. J. Phys. Chem. (A).* 2022. Vol. 96. N 3. P. 470. doi 10.31857/S0044453722030207
4. Петров О.А. // *ЖОрХ.* 2022. Т. 58. № 3. С. 303; Petrov O.A. // *Russ. J. Org. Chem.* 2022. Vol. 58. N 3. P. 315. doi 10.31857/S05147492220300
5. Donzello M.P., Ou Z., Monacelli F., Ricciardi G., Rizzoli C., Ercolani C., Kadish K.M. // *Inorg. Chem.* 2004. Vol. 43. N 7. P. 8626. doi 10.1021/ic048909w
6. Молекулярные взаимодействия / Под ред. Г. Ратайчак, У. Орвилл-Томаса. М.: Мир, 1984. 599 с.
7. Zundell G. Hydrogen Bonds with Large Proton Polarizability and Transfer Processes in Electrochemistry and Biology / Eds I. Prigogin, S.F. Rise. New York: Wiley and Sons Inc., 2000. 217 p.
8. Райхардт К. Растворители и эффекты среды в органической химии. М.: Мир, 1991. 764 с.
9. The Handbook of Chemistry and Physics / Ed. W.M. Haynes. Boca Raton; London; New York: Taylor and Francis, 2013. 2668 p.
10. Stuzhin P.A. // *J. Porph. Phthal.* 2003. Vol. 7. P. 813. doi 10.1142/s1088424603001014
11. Фалков Ю.Я. // Растворители как средство управления химическим процессом. Л.: Химия, 1990. 237 с.
12. Blackburne I.D., Katritzky A.R., Takeuchi Y. // *Acc. Chem. Res.* 1975. Vol. 8. P. 300. doi 10.1021/ar50093a003
13. Anet F.A.L., Yavari I. // *J. Am. Chem. Soc.* 1977. Vol. 99. P. 2794. doi 10.1021/ja00450a064
14. Иванова Ю.Б., Дмитриева О.А., Хрушкова Ю.В., Любимова Т.В., Семейкин А.С., Мамардашвили Н.Ж. // *ЖОХ.* 2020. Т. 90. № 4. С. 760; Ivanova Yu.B., Dmitrieva O.A., Khrushkova Yu.B., Lyubimova T.V., Semeikin A.S., Mamardashvili N.Z. // *Russ. J. Gen. Chem.* 2020. Vol. 90. N 4. P. 817. doi 10.31857/S0044460X20050157

Effect of the Nature of Nitrogen-Containing Organic Base on Destruction of Octa(4-*tert*-butylphenyl)tetrapyrazinoporphyrazine

O. A. Petrov^{a,*} and K. A. Volzhankina^a

^a Ivanovo State University of Chemistry and Technology, Ivanovo, 153000 Russia

*e-mail: poa@isuct.ru

Received January 25, 2024; revised April 10, 2024; accepted April 11, 2024

The properties of octa(4-*tert*-butylphenyl)tetrapyrazinoporphyrazine in 2-methylpyridine were studied. During the acid-base interaction of molecules, a kinetically stable complex was formed with proton transfer. The addition of morpholine, piperidine, *n*-butylamine, and diethylamine to 2-methylpyridine led to the destruction of this complex, unlike the addition of *tert*-butylamine and triethylamine. The influence of the proton-accepting ability and spatial structure of the nitrogen-containing base, as well as the basicity of the medium, on the process of the tetrapyrazinoporphyrazine macrocycle decomposition was considered, and a destruction scheme was proposed.

Keywords: octa(4-*tert*-butylphenyl)tetrapyrazinoporphyrazine, nitrogen-containing organic bases, complex with proton transfer, destruction