

СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ СТРОЕНИЯ АЦИКЛИЧЕСКИХ ДИАМИНОКАРБЕНОВЫХ КОМПЛЕКСОВ ПАЛЛАДИЯ(II), СОДЕРЖАЩИХ 1,2,4-ОКСАДИАЗОЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

© 2020 г. С. В. Байков^{a,*}, Ю. А. Труханова^b, М. В. Тарасенко^c, М. А. Кинжалов^a

^a Санкт-Петербургский государственный университет,
Университетская наб. 7–9, Санкт-Петербург, 199034 Россия

^b Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет,
Санкт-Петербург, 197376 Россия

^c Центр трансфера фармацевтических технологий имени М. В. Дорогова,
Ярославский государственный педагогический университет имени К.Д. Ушинского, Ярославль, 150000 Россия
*e-mail: sergei.v.baikov@yandex.ru

Поступило в Редакцию 19 августа 2020 г.

После доработки 19 августа 2020 г.

Принято к печати 24 августа 2020 г.

Реакция анилинов, содержащих 1,2,4-оксадиазольный фрагмент, с бис(ксилилизотиоцианидным) комплексом Pd(II) приводит к образованию ациклических диаминокарбеновых комплексов. Оксадиазольный цикл при этом во взаимодействии не участвует. Состав и строение полученных комплексов подтверждены данными масс-спектрометрии, спектроскопии ЯМР и данными рентгеноструктурного анализа.

Ключевые слова: ациклические диаминокарбеновые комплексы палладия, оксадиазолы, изоцианидные лиганды, π–π-стекинг

DOI: 10.31857/S0044460X20100121

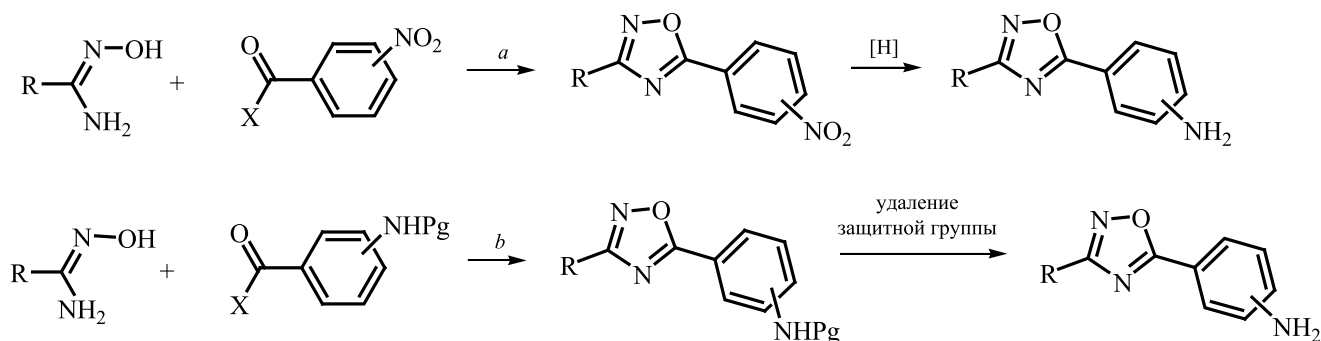
Изучение взаимодействия N-нуклеофилов с изоцианидами, координированными к переходным металлам (Pd, Pt, Au), является приоритетным направлением исследований в области неорганической и координационной химии [1–6]. Его актуальность обусловлена большой практической значимостью образующихся в результате данной реакции ациклических диаминокарбеновых комплексов. Например, ациклические диаминокарбеновые комплексы Pd(II) являются эффективными катализаторами реакций кросс-сочетания (Сузуки [7–15], Соногаширы [9, 16–22], Хиямы [23, 24], Хека [25]) и не уступают по своим характеристикам самым популярным катализаторам на основе N-гетероциклических карбенов (NHC) [2, 26]. В дополнение к синтетическому применению относительно недавно подобные комплексы стали активно изучаться в роли антибактериальных средств [27], противораковых агентов [28–30], а

также строительных блоков для создания супрамолекулярных ансамблей методами инженерии кристаллов [31, 32].

Реакция N-нуклеофилов с изоцианидными комплексами описана как для соединений с одним нуклеофильным центром (например, амины) [33, 34], так и для полинуклеофилов (фенилендиамин, аминопиридин, аминотиазолы, иминоиндалиноны) [35–40]. В первом случае присоединение нуклеофила, как правило, происходит исключительно к одному изоцианидному лиганду, который превращается в диаминокарбен, а остальные лиганды и металлоцентр не затрагиваются. В случае же ди- и полинуклеофилов во взаимодействии могут участвовать и остальные лиганды, что приводит к образованию различных типов хелатных карбеновых комплексов [5, 6, 27].

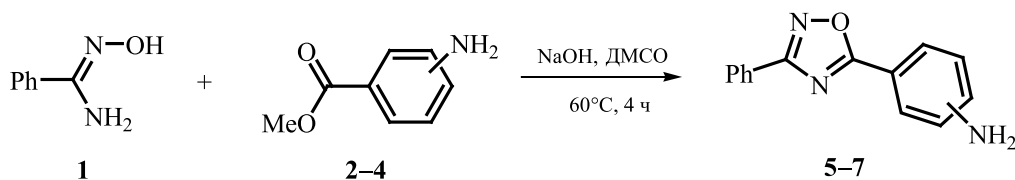
Одними из потенциальных полинуклеофилов являются анилины, содержащие 1,2,4-оксадиазо-

Схема 1.



X = Hlg, OH; Pg – защитная группа.

Схема 2.



n-амино (2, 5), *m*-амино (3, 6), *o*-амино (4, 7).

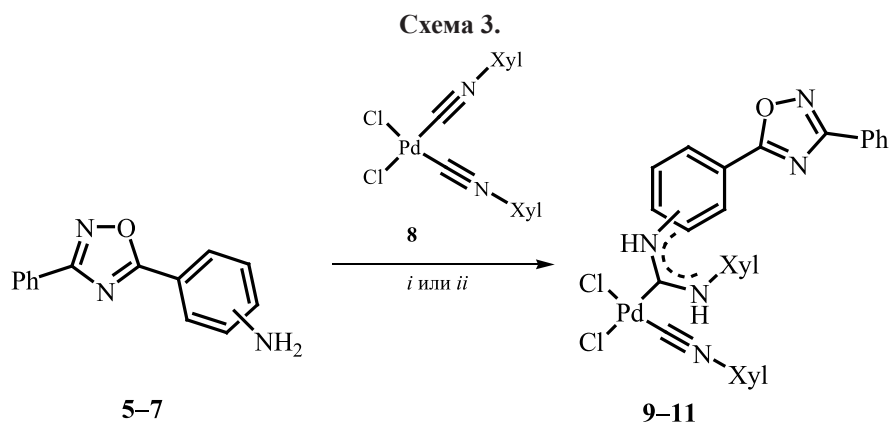
льный заместитель. Интерес к данным соединениям обусловлен широкой востребованностью производных 1,2,4-оксадиазола в медицинской химии [41–50]. Более того, 1,2,4-оксадиазолы используются в качестве органических лигандов для дизайна металлокомплексных препаратов [51–53]. В частности, описана серия обладающих противоопухолевыми свойствами комплексов Au(I) и Ag(I) с карбеновыми лигандами, в периферию которых включен 1,2,4-оксадиазольный цикл [54]. Поэтому исследование их реакционной способности в отношении координированных с переходными металлами изоцианидов и получение соответствующих диаминокарбеновых комплексов – актуальная задача.

1,2,4-Оксадиазольный цикл, как изоэлектронный аналог амидной и алкоксикарбонильной групп [55], является электроноакцепторным заместителем и должен понижать нуклеофильность аминогруппы. Кроме того, атомы азота гетероцикла способны координироваться с различными переходными металлами [53, 56–59], включая палладий [60, 61]. Целью настоящей работы являлось определение реакционной способности как самого 1,2,4-оксадиазольного цикла, так и аминогруппы ароматического кольца в реакции с *cis*-

[PdCl₂(CNXyl)₂]. Работа состояла из трех этапов: синтеза изомерных анилинов с оксадиазольным заместителем в *орто*-, *мета*- и *пара*-положениях, изучения их взаимодействия с *cis*-[PdCl₂(CNXyl)₂] и исследования строения образующихся ациклических диаминокарбеновых комплексов методами спектроскопии ЯМР, масс-спектрометрии высокого разрешения и РСА.

Традиционно анилины, содержащие 1,2,4-оксадиазольный цикл, получают восстановлением соответствующих нитросоединений (схема 1, *a*) [62–66], либо с привлечением защитных групп (схема 1, *b*) [67].

Недавно в серии работ [68–70] было показано, что система NaOH–ДМСО является перспективной средой для синтеза разнообразных 3,5-дизамещенных 1,2,4-оксадиазолов. Например, реакция амидоксимов со сложными эфирами, протекающая при температуре окружающей среды, позволяет получать соединения, содержащие в качестве периферийных заместителей ароматические и алифатические амины, а также лабильные гетероциклы [71–73]. Однако сложные эфиры ароматических аминокислот, в том числе метил-4-аминобензоат, оказались малоактивны в данной реакции.



i, CHCl_3 , 20°C , 36 ч (**5**, **6**); *ii*, 1,2-дихлорэтан, Δ , 48 ч (**7**).

n-амино (**5**, **9**), *m*-амино (**6**, **10**), *o*-амино (**7**, **11**).

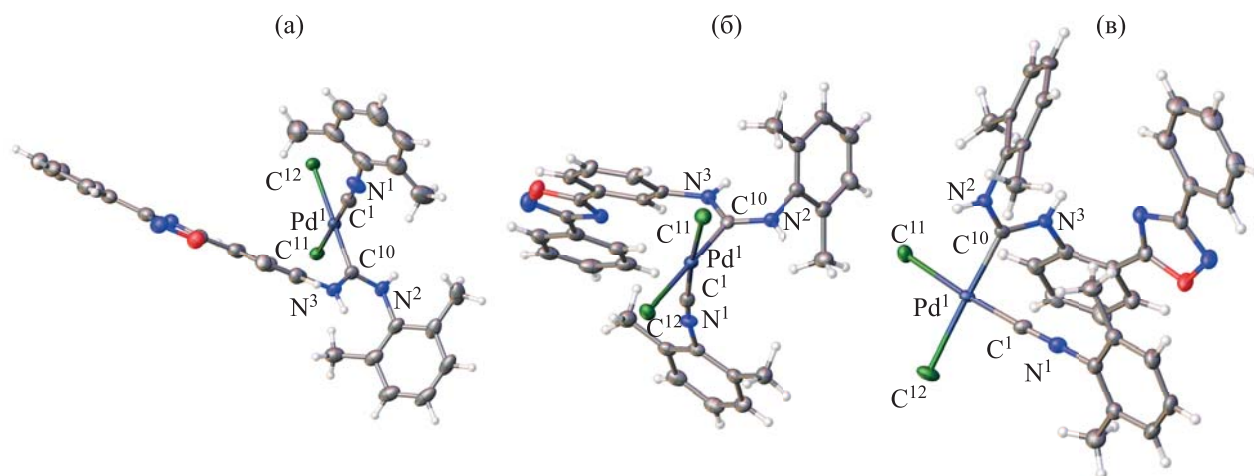
Поскольку данный метод удобнее многостадийных подходов, изложенных выше, мы попробовали его модифицировать для малоактивных эфиров аминобензойных кислот **2–4**. В результате было обнаружено, что для иницирования целевой реакции достаточно умеренного нагревания реакционной массы (60°C). Таким образом, была синтезирована серия анилинов, содержащих 1,2,4-оксадиазольный фрагмент **5–7** (схема 2).

Далее была изучена реакционная способность соединений **5–7** по отношению к *cis*- $[\text{PdCl}_2(\text{CNXyl})_2]$ **8** (схема 3). Взаимодействие соединений **5–7** и комплекса **8** протекает при комнатной температуре и приводит к образованию диаминокарбеновых комплексов **9–11**. Амин **7** оказался малоактивным и в указанных условиях за 72 ч аналитический выход комплекса **11**, по данным спектроскопии ЯМР ^1H , составил всего 21%, поэтому синтез комплекса **11** проводили при кипячении в 1,2-дихлорэтано (DCE) в течение 48 ч (выход 49% после перекристаллизации из CHCl_3). Во всех случаях в реакцию вступает только один изоцианидный лиганд. Это связано с тем, что образующийся карбеновый лиганд является более сильным донором, чем изоцианидный, и дезактивирует второй изоцианидный лиганд в реакциях нуклеофильного присоединения [5].

Синтезированные комплексы **9–11** были охарактеризованы с помощью масс-спектрометрии высокого разрешения с ионизацией электрораспылением, спектроскопии ЯМР ^1H и ^{13}C . В масс-спектрах комплексов присутствуют сигналы, соответствующие продуктам фрагментации с отщеплением

хлорид-аниона $[\text{M} - \text{Cl}]^+$. Во всех случаях сигналы имеют характерное изотопное распределение для соответствующего предполагаемым структурам количества атомов палладия и хлора.

С позиции спектроскопии ЯМР ^1H об образовании диаминокарбеновой системы говорит присутствие двух синглетных сигналов равной интенсивности NH-протонов фрагмента NCN [36] в области ароматических атомов водорода и в области 10.3–10.6 м. д., а также исчезновение сигнала аминогруппы, присутствующего в спектрах исходных соединений **5–7** в области 5.5–7.1 м. д. Высоочастотное расположение (10.3–10.6 м. д.) сигнала одного из NH-протонов в спектрах комплексов **9–11** обусловлено, скорее всего, нековалентным взаимодействием между ними и хлоридным лигандом в растворе, что также наблюдалось в случае других комплексов с ациклическими диаминокарбеновыми лигандами [6, 74, 75]. В случае комплекса **11** другой NH-протон также расположен в высоочастотной области (9.9 м. д.), что связано с образованием внутримолекулярной водородной связи с атомом азота оксадиазольного кольца. В спектрах ЯМР ^{13}C присутствует сигнал в области 182–195 м. д., характерный для четвертичного атома углерода диаминокарбеновой системы в комплексах палладия(II) [24, 39, 76, 77]. Кроме того, в спектрах ЯМР ^1H и ^{13}C наблюдается разделение сигналов протонов и углеродов метильных групп ксилонильного заместителя в изоцианидном и карбеновом лигандах. Также в спектрах ЯМР ^{13}C всех полученных комплексов присутствуют сигналы углеродов оксадиазольного цикла (168 и 176 м. д.) [46, 63, 70, 78].

Общий вид молекул комплексов (а) **9**, (б) **10**, (в) **11** в кристалле.

Медленным упариванием растворов в 1,2-дихлорэтаноле (комплексы **9** и **10**) либо в ацетонитриле (комплекс **11**) получены монокристаллы, структуру которых изучили методом РСА (см. рисунок). Кристалл комплекса **9** является моногидратом ($\mathbf{9} \cdot \text{H}_2\text{O}$), тогда как для комплексов **10** и **11** образовались сольваты состава $\mathbf{10} \cdot 1/2\text{DCE}$ и $\mathbf{11} \cdot 1/2\text{MeCN}$. Все три кристаллических образца имеют триклинную сингонию и пространственную группу $P1$ (табл. 1). Из данных РСА следует, что все три комплекса **9–11** имеют практически неискаженное плоскоквадратное координационное окружение металлоцентра с *цис*-расположенными хлоридными лигандами, одним изоцианидным и одним карбеновым лигандами. Значения длин обеих CN связей в карбеновом фрагменте близки по величине и находятся в диапазоне между длиной простой связи C–N и двойной связи C=N. Это указывает на эффективное n - π -сопряжение, характерное для диаминокарбеновых комплексов [8, 14, 15, 34, 36, 79]. Молекулы растворителя в сольватах $\mathbf{10} \cdot 1/2\text{DCE}$ и $\mathbf{11} \cdot 1/2\text{MeCN}$, а также воды в гидрате $\mathbf{9} \cdot \text{H}_2\text{O}$ удерживаются за счет водородных связей с молекулами комплекса. Во всех структурах присутствует π - π -стекинг между ароматическими кольцами изоцианидного лиганда. Кроме того, в структуре соединения **10** π - π -стекинг наблюдается и между 3,5-диарилоксидазольными фрагментами. Детальные геометрические параметры данных структур в сравнении с литературными данными представлены в табл. 2.

Таким образом, установлено, что анилины, содержащие 1,2,4-оксадиазольный заместитель, вступают в реакцию с координированным к Pd(II) изоцианидом, давая диаминокарбеновый продукт, аналогично другим N-нуклеофилам. При этом 1,2,4-оксадиазольный цикл не участвует во взаимодействии в качестве хелатного лиганда, а его влияние на реакционную способность аминогруппы существенно только в случае *орто*-замещенного анилина. Получены и охарактеризованы физико-химическими методами три новых диаминокарбеновых комплекса Pd(II), содержащих в своей периферии 1,2,4-оксадиазольный фрагмент. Структура всех комплексов изучена с помощью рентгеноструктурного анализа.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Органические и неорганические реагенты и растворители, если это не оговорено отдельно, были получены из коммерческих источников (Merck) и использовались без дополнительной очистки. Бензамидоксим **1** и комплекс *cis*-[PdCl₂(CNXyl)₂] **8** синтезированы по литературным методикам [81] и [38] соответственно.

Масс-спектры получены на спектрометре Bruker micrOTOF с ионизацией электрораспылением. Растворитель – MeOH, область регистрации $m/z = 50$ –3000. Значения m/z приведены для сигналов изотопологов с наибольшим содержанием. Спектры ЯМР ¹H и ¹³C зарегистрированы на спектрометре Bruker 400 MHz Avance. Измерения про-

Таблица 1. Основные кристаллографические данные, параметры рентгеноструктурных экспериментов и уточнения для соединений **9–11**

Параметр	9	10	11
<i>M</i>	694.92	726.38	1394.85
<i>T</i> , К	100.00(10)	100.00(10)	100.00(10)
Размер кристалла, мм	0.16 × 0.15 × 0.12	0.13 × 0.12 × 0.12	0.2 × 0.14 × 0.11
Сингония	Триклинная	Триклинная	Триклинная
Группа симметрии	<i>P</i> 1	<i>P</i> 1	<i>P</i> 1
<i>a</i> , Å	12.6894(2)	11.1620(2)	10.7521(3)
<i>b</i> , Å	15.7269(3)	12.7179(2)	14.3542(5)
<i>c</i> , Å	16.0157(3)	13.3786(1)	22.9481(5)
α, град	90.766(2)	71.717(1)	99.618(2)
β, град	92.5180(10)	81.543(1)	90.845(2)
γ, град	90.671(2)	81.716(1)	109.773(3)
<i>V</i> , Å ³	3192.56(10)	1773.98(5)	3276.38(17)
<i>Z</i>	4	2	2
<i>d</i> _{выч} , г/см ³	1.446	1.360	1.414
μ, мм ⁻¹	6.521	6.548	6.339
<i>F</i> (000)	1416.0	738.0	1420.0
Область сканирования по 2θ, град	6.974–155.018	7–154.382	6.656–152.336
Интервалы индексов	–16 ≤ <i>h</i> ≤ 16; –19 ≤ <i>k</i> ≤ 19; –20 ≤ <i>l</i> ≤ 20	–14 ≤ <i>h</i> ≤ 14; –16 ≤ <i>k</i> ≤ 15; –16 ≤ <i>l</i> ≤ 16	–13 ≤ <i>h</i> ≤ 12; –17 ≤ <i>k</i> ≤ 17; –28 ≤ <i>l</i> ≤ 27
Общее число отражений	62286	58254	19078
Число независимых отражений (<i>R</i> _{int})	12992 [<i>R</i> _{int} = 0.0441, <i>R</i> _σ = 0.0339]	7324 [<i>R</i> _{int} = 0.0738, <i>R</i> _σ = 0.0325]	13436 [<i>R</i> _{int} = 0.0363, <i>R</i> _σ = 0.0430]
GOOF	1.092	1.081	1.040
<i>R</i> [<i>I</i> > 2σ(<i>I</i>)]	<i>R</i> = 0.0353, <i>wR</i> = 0.0919	<i>R</i> ₁ = 0.0433, <i>wR</i> ₂ = 0.0974	<i>R</i> = 0.0336, <i>wR</i> = 0.0848
<i>R</i> (все данные)	<i>R</i> = 0.0385, <i>wR</i> = 0.0935	<i>R</i> = 0.0453, <i>wR</i> = 0.0990	<i>R</i> = 0.0393, <i>wR</i> = 0.0898
Δρ _{max} /Δρ _{min} , e/Å ³	1.41/–0.92	0.77/–1.22	1.05/–0.90

Таблица 2. Геометрические параметры кристаллических структур комплексов **9–11**

Связь	<i>d</i> , Å			Литературные данные [75, 80]	Угол	ω, град			Литературные данные [75, 80]
	9	10	11			9	10	11	
C ¹⁰ –N ²	1.318(4)	1.315(4)	1.318(4)	1.319–1.329	Cl ² Pd ¹ C ¹	88.55(8)	93.00(9)	93.20(2)	86–88
C ¹⁰ –N ³	1.330(4)	1.333(4)	1.337(3)	1.320–1.339	Cl ¹ Pd ¹ C ¹⁰	89.89(8)	88.45(8)	89.10(7)	88–90
Pd ¹ –C ¹⁰	1.983(2)	1.985(3)	1.982(3)	1.977–1.989	Cl ¹ Pd ¹ Cl ²	92.54(2)	92.02(3)	90.53(9)	92–94
Pd ¹ –C ¹	1.923(3)	1.940(3)	1.922(3)	1.928–1.935	C ¹ Pd ¹ C ¹⁰	89.00(11)	86.55(12)	87.21(11)	89–92
N ¹ –C ¹	1.144(4)	1.148(4)	1.153(3)	1.147–1.155	N ³ C ¹⁰ N ²	119.5(2)	118.5(3)	118.7(2)	116–118

водили в ДМСО-*d*₆ (для аминов **5–7**) и CDCl₃ (для комплексов **9–11**) при комнатной температуре.

Рентгеноструктурный анализ выполнен на дифрактометре Rigaku SuperNova с использованием рентгеновского излучения CuK_α (λ = 0.154184 нм). Решение структур проводили с помощью про-

граммы SHELXT (Intrinsic Phasing) [82] и уточняли SHELXL (метод наименьших квадратов) [83], интегрированными в пакет OLEX2 [84]. Кристаллографические данные были депонированы в Кембриджском центре структурных данных (CCDC 2023515–2023517) и доступны по адресу www.ccdc.cam.ac.uk/retrieving.html.

Получение аминоксадиазолов 5–7. К раствору бензамидоксима **1** (200 мг, 1.5 ммоль) и соответствующего эфира аминокислоты **2–4** (150 мг, 1 ммоль) в ДМСО (2 мл) быстро добавляли растертый NaOH (60 мг, 1.5 ммоль). Реакционную смесь перемешивали при 60°C в течение 4 ч, затем разбавляли холодной водой (20 мл). Полученный осадок отфильтровывали, промывали водой (10 мл) и сушили при комнатной температуре.

4-(3-Фенил-1,2,4-оксадиазол-5-ил)анилин (5) [78]. Выход 145 мг (61%), светло-желтый порошок, т. пл. 157–158°C. Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 6.19 уш. с (2H, NH₂), 6.72 д (2H, Ar, $^3J_{\text{HH}} = 8.4$ Гц), 7.54–7.63 м (3H, Ar), 7.85 д (2H, Ar, $^3J_{\text{HH}} = 8.4$ Гц), 8.02–8.11 м (2H, Ar). Спектр ЯМР ^{13}C , δ_{C} , м. д.: 110.0 (Ar), 114.0 (2CH, Ar), 127.2 (Ar), 127.5 (2CH, Ar), 129.6 (2CH, Ar), 130.2 (2CH, Ar), 131.8 (CH, Ar), 154.1 (Ar), 168.3 (оксадиазол), 176.5 (оксадиазол). Масс-спектр, m/z : 260.0780 [$M + \text{Na}$]⁺ (вычислено для C₁₄H₁₁N₃NaO⁺: 260.0794).

3-(3-Фенил-1,2,4-оксадиазол-5-ил)анилин (6). Выход 171 мг (72%), светло-желтый порошок, т. пл. 150–151°C. Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 5.59 уш. с (2H, NH₂), 6.89 д. т (1H, Ar, $^3J_{\text{HH}} = 7.2$, $^4J_{\text{HH}} = 2.1$ Гц), 7.25–7.36 м (2H, Ar), 7.40–7.42 м (1H, Ar), 7.57–7.65 м (3H, Ar), 8.06–8.11 м (2H, Ar). Спектр ЯМР ^{13}C , δ_{C} , м. д.: 112.7 (CH, Ar), 115.4 (CH, Ar), 119.0 (CH, Ar), 124.3 (Ar), 126.8 (Ar), 127.5 (2CH, Ar), 129.7 (2CH, Ar), 130.5 (CH, Ar), 132.0 (CH, Ar), 150.1 (Ar), 168.6 (оксадиазол), 176.6 (оксадиазол). Масс-спектр, m/z : 260.0791 [$M + \text{Na}$]⁺ (вычислено для C₁₄H₁₁N₃NaO⁺: 260.0794).

2-(3-Фенил-1,2,4-оксадиазол-5-ил)анилин (7) [85]. Выход 187 мг (79%), белый порошок, т. пл. 131–132°C. Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 6.68–6.72 м (1H, Ar), 6.95–7.05 м (3H, Ar + NH₂), 7.33–7.37 м (1H, Ar), 7.56–7.65 м (3H, Ar), 7.85 д. д (1H, Ar, $^3J_{\text{HH}} = 8.1$, $^4J_{\text{HH}} = 1.6$ Гц), 8.14–8.16 м (2H, Ar). Спектр ЯМР ^{13}C , δ_{C} , м. д.: 104.0 (Ar), 116.1 (CH, Ar), 117.1 (CH, Ar), 126.7 (Ar), 127.7 (2CH, Ar), 128.9 (CH, Ar), 129.6 (2CH, Ar), 132.0 (CH, Ar), 134.5 (CH, Ar), 149.3 (Ar), 167.8 (оксадиазол), 175.2 (оксадиазол). Масс-спектр, m/z : 260.0785 [$M + \text{Na}$]⁺ (вычислено для C₁₄H₁₁N₃NaO⁺: 260.0794).

Синтез карбеновых комплексов 9–11. Комплексы **9** и **10** получали по следующей методике: раствор соответствующего амина **5** или **6** (12 мг, 0.05 ммоль) в CHCl₃ (3 мл) добавляли к

cis-[PdCl₂(CNXyl)₂] **8** (22 мг, 0.05 ммоль). Реакционную смесь перемешивали при комнатной температуре в течение 36 ч, затем фильтровали и упаривали при комнатной температуре и нормальном давлении. Полученный осадок промывали Et₂O (3 × 1 мл) и оставляли сушиться на воздухе при комнатной температуре.

Комплекс **11** из-за меньшей реакционной способности исходного анилина **7** синтезировали по другой методике: раствор амина **7** (12 мг, 0.05 ммоль) в 1,2-дихлорэтане (5 мл) добавляли к *cis*-[PdCl₂(CNXyl)₂] **8** (22 мг, 0.05 ммоль). Реакционную смесь кипятили при перемешивании в течение 48 ч, затем упаривали при комнатной температуре и пониженном давлении. К остатку добавляли CHCl₃ (0.5 мл) и смесь кипятили 5 мин, после чего фильтровали. Фильтрат упаривали при пониженном давлении.

Комплекс 9. Выход 29 мг (86%). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 2.20 с (6H, CH₃), 2.53 с (6H, CH₃), 6.97 д (2H, Ar, $^3J_{\text{HH}} = 7.6$ Гц), 7.14–7.25 м (4H, Ar), 7.48–7.58 м (4H, Ar + NH), 8.13–8.21 м (4H, Ar), 8.26 д (2H, Ar, $^3J_{\text{HH}} = 8.3$ Гц), 10.62 с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C , δ_{C} , м. д.: 18.6 (2CH₃), 18.7 (2CH₃), 122.6 (Ar), 124.0 (2CH, Ar), 126.8 (2C, Ar), 127.5 (2CH, Ar), 127.9 (2CH, Ar), 128.9 (2CH, Ar), 129.3 (2CH, Ar), 129.4 (2CH, Ar), 129.7 (Ar), 129.9 (Ar), 131.1 (Ar), 131.3 (CH, Ar), 132.5 (2C, Ar), 136.0 (Ar), 136.7 (Ar), 142.9 (Ar), 169.0 (оксадиазол), 174.7 (оксадиазол), 181.8 (карбен). Масс-спектр, m/z : 640.1091 [$M - \text{Cl}$]⁺ (вычислено для C₃₂H₂₉ClN₅OPd⁺: 640.1090).

Комплекс 10. Выход 31 мг (91%). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 2.21 с (6H, CH₃), 2.56 с (6H, CH₃), 6.89 д (2H, Ar, $^3J_{\text{HH}} = 7.6$ Гц), 7.05 т (1H, Ar, $^3J_{\text{HH}} = 7.6$ Гц), 7.19–7.28 м (3H, Ar), 7.46–7.58 м (4H, Ar + NH), 7.75 т (1H, Ar, $^3J_{\text{HH}} = 8.0$ Гц), 7.82 с (1H, Ar), 8.04–8.17 м (3H, Ar), 9.01 д (1H, Ar, $^3J_{\text{HH}} = 8.0$ Гц), 10.61 с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C , δ_{C} , м. д.: 18.6 (2CH₃), 18.8 (2CH₃), 123.0 (CH, Ar), 124.9 (Ar), 125.7 (2C, Ar), 126.6 (Ar), 126.7 (CH, Ar), 127.5 (2CH, Ar), 127.8 (2CH, Ar), 128.9 (2CH, Ar), 129.3 (2CH, Ar), 129.7 (CH, Ar), 129.8 (CH, Ar), 130.1 (CH, Ar), 131.0 (CH, Ar), 131.4 (CH, Ar), 132.5 (2C, Ar), 136.0 (Ar), 136.7 (Ar), 140.2 (Ar), 168.9 (оксадиазол), 174.4 (оксадиазол), 182.2 (карбен). Масс-спектр, m/z : 640.1070 [$M - \text{Cl}$]⁺ (вычислено для C₃₂H₂₉ClN₅OPd⁺: 640.1090).

Комплекс 11. Выход 17 мг (49%). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д. 2.41 с (6H, CH_3), 2.62 с (6H, CH_3), 6.96 т (1H, Ar, $^3J_{\text{HH}} = 7.6$ Гц), 7.21 д (2H, Ar, $^3J_{\text{HH}} = 7.6$ Гц), 7.27–7.35 м (3H, Ar), 7.41–7.49 м (3H, Ar), 7.51–7.58 м (4H, Ar), 7.76 д (1H, Ar, $^3J_{\text{HH}} = 7.3$ Гц), 7.80 д (1H, Ar, $^3J_{\text{HH}} = 7.3$ Гц), 9.89 с (1H, NH), 10.35 с (1H, NH). Спектр ЯМР ^{13}C , δ_{C} , м. д.: 18.4 (2CH_3), 19.0 (2CH_3), 106.8 (Ar), 122.7 (Ar), 124.0 (CH, Ar), 126.0 (2C, Ar), 127.4 (2CH Ar), 127.5 (CH, Ar), 128.2 (2CH , Ar), 128.7 (2CH , Ar), 128.8 (CH, Ar), 128.9 (CH, Ar), 129.2 (2CH , Ar), 130.1 (CH, Ar), 131.3 (CH, Ar), 133.0 (2C, Ar), 135.4 (Ar), 136.0 (Ar), 142.9 (Ar), 143.0 (CH, Ar), 152.8 (Ar), 167.6 (оксадиазол), 174.1 (оксадиазол), 194.3 (карбен). Масс-спектр, m/z : 640.1072 [$M - \text{Cl}$] $^+$ (вычислено для $\text{C}_{32}\text{H}_{29}\text{ClN}_5\text{OPd}^+$: 640.1090).

ФОНДОВАЯ ПОДДЕРЖКА

Работа выполнена при финансовой поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации (грант МК-1074.2020.3) с использованием оборудования ресурсных центров Санкт-Петербургского государственного университета «Магнитнорезонансные методы исследования», «Методы анализа состава вещества» и «Рентгенодифракционные методы исследования».

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Vignolle J., Cattoën X., Bourissou D. // *Chem. Rev.* 2009. Vol. 109. N 8. P. 3333. doi 10.1021/cr800549j
- Slaughter L.M. // *ACS Catal.* 2012. Vol. 2. N 8. P. 1802. doi 10.1021/cs300300y
- Boyariskiy V.P., Bokach N.A., Luzyanin K.V., Kukushkin V.Y. // *Chem. Rev.* 2015. Vol. 115. N 7. P. 2698. doi 10.1021/cr500380d
- Tsupova S., Rudolph M., Rominger F., Hashmi A.S.K. // *Adv. Synth. Catal.* 2016. Vol. 358. N 24. P. 3999. doi 10.1002/adsc.201600615
- Kinzhalov M.A., Boyarskiy V.P. // *ЖОХ.* 2015. Т. 85. Вып. 10. С. 1681; *Kinzhalov M.A., Boyarskiy V.P. // Russ. J. Gen. Chem.* 2015. Vol. 85. N 10. P. 2313. doi 10.1134/S1070363215100175
- Kinzhalov M.A., Luzyanin K.V. // *Coord. Chem. Rev.* 2019. Vol. 399. P. 213014. doi 10.1016/j.ccr.2019.213014
- Luzyanin K.V., Tskhovrebov A.G., Carias M.C., Guedes da Silva M.F.C., Pombeiro A.J.L., Kukushkin V.Y. // *Organometallics.* 2009. Vol. 28. N 22. P. 6559. doi 10.1021/om900682v
- Kinzhalov M.A., Luzyanin K.V., Boyarskiy V.P., Haukka M., Kukushkin V.Y. // *Organometallics.* 2013. Vol. 32. N 18. P. 5212. doi 10.1021/om4007592
- Khaibulova T.S., Boyarskaya I.A., Boyarskiy V.P. // *ЖОрХ.* 2013. Т. 49. Вып. 3. С. 373; *Khaibulova T.S., Boyarskaya I.A., Boyarskiy V.P. // Russ. J. Org. Chem.* 2013. Vol. 49. N 3. P. 360. doi 10.1134/S1070428013030081
- Boyariskiy V.P. // *ЖОХ.* 2016. Т. 86. Вып. 9. С. 1466; *Boyariskaya D.V., Boyarskiy V.P. // Russ. J. Gen. Chem.* 2016. Vol. 86. N 9. P. 2033. doi 10.1134/S1070363216090085
- Mikhailov V.N., Savicheva E.A., Sorokoumov V.N., Boyarskiy V.P. // *ЖОрХ.* 2013. Т. 49. Вып. 4. С. 567; *Mikhailov V.N., Savicheva E.A., Sorokoumov V.N., Boyarskiy V.P. // Russ. J. Org. Chem.* 2013. Vol. 49. N 4. P. 551. doi 10.1134/S107042801304009X
- Miltsov S., Karavan V., Boyarskiy V., Gómez-de Pedro S., Alonso-Chamarro J., Puyol M. // *Tetrahedron Lett.* 2013. Vol. 54. N 10. P. 1202. doi 10.1016/j.tetlet.2012.12.060
- Mikhailov V.N., Sorokoumov V.N., Korvinson K.A., Novikov A.S., Balova I.A. // *Organometallics.* 2016. Vol. 35. N 11. P. 1684. doi 10.1021/acs.organomet.6b00144
- Chay R.S., Luzyanin K.V., Kukushkin V.Y., Guedes da Silva M.F.C., Pombeiro A.J.L. // *Organometallics.* 2012. Vol. 31. N 6. P. 2379. doi 10.1021/om300020j
- Chay R.S., Luzyanin K.V. // *Inorg. Chim. Acta.* 2012. Vol. 380. P. 322. doi 10.1016/j.ica.2011.09.047
- Valishina E.A., Guedes da Silva M.F.C., Kinzhlov M.A., Timofeeva S.A., Buslaeva T.M., Haukka M., Pombeiro A.J.L., Boyarskiy V.P., Kukushkin V.Y., Luzyanin K.V. // *J. Mol. Catal. (A).* 2014. Vol. 395. P. 162. doi 10.1016/j.molcata.2014.08.018
- Timofeeva S.A., Kinzhlov M.A., Valishina E.A., Luzyanin K.V., Boyarskiy V.P., Buslaeva T.M., Haukka M., Kukushkin V.Y. // *J. Catal.* 2015. Vol. 329. P. 449. doi 10.1016/j.jcat.2015.06.001
- Savicheva E.A., Kurandina D.V., Nikiforov V.A., Boyarskiy V.P. // *Tetrahedron Lett.* 2014. Vol. 55. N 13. P. 2101. doi 10.1016/j.tetlet.2014.02.044
- Boyariskiy V.P. // *ЖОХ.* 2017. Т. 87. Вып. 8. С. 1247; *Boyariskii V.P. // Russ. J. Gen. Chem.* 2017. Vol. 87. N 8. P. 1663. doi 10.1134/S1070363217080035
- Ryabukhin D.S., Sorokoumov V.N., Savicheva E.A., Boyarskiy V.P., Balova I.A., Vasilyev A.V. // *Tetrahedron Lett.* 2013. Vol. 54. N 19. P. 2369. doi 10.1016/j.tetlet.2013.02.086
- Mikhailov V.N., Sorokoumov V.N., Liakhov D.M., Tskhovrebov A.G., Balova I.A. // *Catalysts.* 2018. Vol. 8. N 4. P. 141. doi 10.3390/catal8040141
- Valishina E.A., Buslaeva T.M., Luzyanin K.V. // *Изв. АН. Сер. хим.* 2013. Т. 62. № 6. С. 1361; *Valishina E.A., Buslaeva T.M., Luzyanin K.V. // Russ. Chem. Bull.* 2013. Vol. 62. N 6. P. 1361. doi 10.1007/s11172-013-0193-z
- Singh C., Prakasham A.P., Ghosh P. // *ChemistrySelect.*

2019. Vol. 4. N 1. P. 329. doi 10.1002/slct.201803292
24. Singh C., Prakasham A.P., Gangwar M.K., Butcher R.J., Ghosh P. // ACS Omega. 2018. Vol. 3. N 2. P. 1740. doi 10.1021/acsomega.7b01974
 25. Dhudshia B., Thadani A.N. // Chem. Commun. 2006. N 6. P. 668. doi 10.1039/b516398f
 26. Boyarskiy V.P., Luzyanin K.V., Kukushkin V.Y. // Coord. Chem. Rev. 2012. Vol. 256. N 17. P. 2029. doi 10.1016/j.ccr.2012.04.022
 27. Михердов А.С., Байков С.В., Проскурина И.К., Шетнев А.А., Котов А.Д. // ЖОХ. 2019. Т. 89. Вып. 10. С. 1572; Mikherdov A.S., Baikov S.V., Proskurina I.K., Shetnev A.A., Kotov A.D. // Russ. J. Gen. Chem. 2019. Vol. 89. N 10. P. 2062. doi 10.1134/S1070363219100128
 28. Serebryanskaya T.V., Kinzhalov M.A., Bakulev V., Alekseev G., Andreeva A., Gushchin P.V., Protas A.V., Smirnov A.S., Panikorovskii T.L., Lippmann P, Ott I. Verbilo C.M., Zuraev A.V., Bunev A.S., Boyarskiy V.P., Kasyanenko N.A. // New. J. Chem. 2020. Vol. 44. N 15. P. 5762. doi 10.1039/D0NJ00060D
 29. Bertrand B., Romanov A.S., Brooks M., Davis J., Schmidt C., Ott I., O'Connell M., Bochmann M. // Dalton Trans. 2017. Vol. 46. N 45. P. 15875. doi 10.1039/C7DT03189K
 30. Williams, M., Green A.I., Fernandez-Cestau J., Hughes D.L., O'Connell M.A., Searcey M., Bertrand B., Bochmann M. // Dalton Trans. 2017. Vol. 46. N 39. P. 13408. doi 10.1039/C7DT02804K
 31. Ivanov D.M., Kinzhalov M.A., Novikov A.S., Ananyev I.V., Romanova A.A., Boyarskiy V.P., Haukka M., Kukushkin V.Y. // Cryst. Growth. Des. 2017. Vol. 17. N 3. P. 1353. doi 10.1021/acs.cgd.6b01754
 32. Kinzhalov M.A., Baykov S.V., Novikov A.S., Haukka M., Boyarskiy V.P. // Z. Kristallogr. Cryst. Mater. 2019. Vol. 234. N 3. P. 155. doi 10.1515/zkri-2018-2100
 33. Rassadin V.A., Yakimanskiy A.A., Eliseenkov E.V., Boyarskiy V.P. // Inorg. Chem. Commun. 2015. Vol. 61. P. 21. doi 10.1016/j.inoche.2015.08.008
 34. Anisimova T.B., Guedes da Silva M.F.C., Kukushkin V.Y., Pombeiro A.J.L., Luzyanin K.V. // Dalton Trans. 2014. Vol. 43. N 42. P. 15861. doi 10.1039/C4DT01917B
 35. Tskhovrebov A.G., Luzyanin K.V., Dolgushin F.M., Guedes da Silva M.F.C., Pombeiro A.J.L., Kukushkin V.Y. // Organometallics. 2011. Vol. 30. N 12. P. 3362. doi 10.1021/om2002574
 36. Kinzhalov M.A., Timofeeva S.A., Luzyanin K.V., Boyarskiy V.P., Yakimanskiy A.A., Haukka M., Kukushkin V.Y. // Organometallics. 2016. Vol. 35. N 2. P. 218. doi 10.1021/acs.organomet.5b00936
 37. Luzyanin K.V., Pombeiro A.J.L., Haukka M., Kukushkin V.Y. // Organometallics. 2008. Vol. 27. N 20. P. 5379. doi 10.1021/om800517c
 38. Михердов А.С., Орехова Ю.А., Боярский В.П. // ЖОХ. 2018 Т. 88. Вып. 10. С. 1677; Mikherdov A.S., Orekhova Y.A., Boyarskii V.P. // Russ. J. Gen. Chem. 2018. Vol. 88. N 10. P. 2119. doi 10.1134/S1070363218100158
 39. Михердов А.С., Тюфяков Н.Ю., Полукеев В.А., Боярский В.П. // ЖОХ. 2018 Т. 88. Вып. 4. С. 631; Mikherdov A.S., Tiuftiakov N.Y., Polukeev V.A., Boyarskii V.P. // Russ. J. Gen. Chem. 2018. Vol. 88. N 4. P. 713. doi 10.1134/S1070363218040151
 40. Gee J.C., Fuller B.A., Lockett H-M, Sedghi G., Robertson C.M., Luzyanin K.V. // Chem. Commun. 2018. Vol. 54. N 68. P. 9450. doi 10.1039/C8CC04287J
 41. Biernacki K., Daško M., Ciupak O., Kubiński K., Rachon J., Demkowicz S. // Pharmaceuticals. 2020. Vol. 13. N 6. P. 111. doi 10.3390/ph13060111
 42. Pace A., Buscemi S., Palumbo Piccionello A., Pibiri I. // Adv. Heterocycl. Chem. 2015. Vol. 116. P. 85. doi 10.1016/bs.aihch.2015.05.001
 43. Welch E.M., Barton E.R., Zhuo J., Tomizawa Y., Friesen W.J., Trifillis P., Paushkin S., Patel M., Trotta C.R., Hwang S., Wilde R.G., Karp G., Takasugi J., Chen G., Jones S., Ren H., Moon Y.-C., Corson D. // Nature. 2007. Vol. 447. N 7140. P. 87. doi 10.1038/nature05756
 44. Lanier G., Sankholkar K., Aronow W.S. // Am. J. Ther. 2014. Vol. 21. N 5. P. 419. doi 10.1097/MJT.0b013e31824a0ed7
 45. Hale M., Wild J., Reddy J., Yamada T., Arjona Ferreira J.C. // Lancet Gastroenterol Hepatol. 2017. Vol. 2. N 8. P. 555. doi 10.1016/S2468-1253(17)30105-X
 46. Krasavin M., Shetnev A., Sharonova T., Baykov S., Kalinin S., Nocentini A., Sharoyko V., Poli G., Tuccinardi T., Presnukhina S., Tennikova T.B., Supuran C.T. // Eur. J. Med. Chem. 2019. Vol. 164. P. 92. doi 10.1016/j.ejmech.2018.12.049
 47. Krasavin M., Lukin A., Vedekhina T., Manicheva O., Dogonadze M., Vinogradova T., Zabolotnykh N., Rogacheva E., Kraeva L., Sharoyko V., Tennikova T., B. Dar'in D., Sokolovich E. // Eur. J. Med. Chem. 2019. Vol. 166. P. 125. doi 10.1016/j.ejmech.2019.01.050
 48. Amaram Upare A., Gadekar P.K., Sivaramkrishnan H., Naik N., Khedkar V.M., Sarkar D., Choudhari A., Mohana Roopan S. // Bioorg. Chem. 2019. Vol. 86. P. 507. doi 10.1016/j.bioorg.2019.01.054
 49. Abdel hameid M.K., Mohammed M.R. // Bioorg. Chem. 2019. Vol. 86. P. 609. doi 10.1016/j.bioorg.2019.01.067
 50. Caneschi W., Enes K.B., Carvalho de Mendonça C., de Souza Fernandes F., Miguel, F.B., da Silva Martins J., Costa Couri M.R. // Eur. J. Med. Chem. 2019. Vol. 165. P. 18. doi 10.1016/j.ejmech.2019.01.001
 51. Salassa G., Terenzi A. // Int. J. Mol. Sci. 2019. Vol. 20. N. 14. P. 3483. doi 10.3390/ijms20143483
 52. Mayer J.C.P., Sauer A.C., Iglesias B.A., Acunha T.V., Back D.F., Rodrigues O.E.D., Dornelles L. // J. Organomet. Chem. 2017. Vol. 841. P. 1. doi 10.1016/j.jorganchem.2017.04.014.
 53. Terenzi A., Barone G., Palumbo Piccionello A., Giorgi G., Guarcello A., Portanova P., Calvaruso G., Buscemi S., Vivona N., Pace A. // Dalton Trans. 2010. Vol. 39. N 38. P. 9140. doi 10.1039/c0dt00266f
 54. Maftai C.V., Fodor E., Jones P.G., Freytag M., Franz M.H., Kelter G., Fiebig H.H., Tamm M., Neda I. // Eur. J. Med. Chem. 2015. Vol. 101 N 1. P. 431. doi 10.1016/j.ejmech.2015.06.053
 55. Kumari S., Carmona A.V., Tiwari A.K., Trippier P.C. // J.

- Med. Chem. 2020. doi 10.1021/acs.jmedchem.0c00530
56. Bokach N.A., Khripoun A.V., Kukushkin V.Y., Haukka M., Pombeiro A.J.L. // *Inorg. Chem.* 2003. Vol. 42. N 3. P. 896. doi 10.1021/ic026103v
57. Klapötke T.M., Mayr N., Stierstorfer J., Weyrauther M. // *Chem. Eur. J.* 2014. Vol. 20. N 5. P. 1410. doi 10.1002/chem.201303825
58. Klingele J., Kaase D., Schmucker M., Meier L. // *Eur. J. Inorg. Chem.* 2013. Vol. N 28 P. 4931. doi 10.1002/ejic.201300511
59. Terenzi A., Barone G., Palumbo Piccionello A., Giorgi G., Guarcello A., Pace A. // *Inorganica Chim. Acta.* 2011. Vol. 373. N 1. P. 62. doi 10.1016/j.ica.2011.03.057
60. Bokach N.A., Kukushkin V.Y., Haukka M., Pombeiro A.J.L. // *Eur. J. Inorg. Chem.* 2005. Vol. 2. N 5. P. 845. doi 10.1002/ejic.200400580
61. Richardson C., Steel P.J. // *Inorg. Chem. Commun.* 2007. Vol. 10. N 8. P. 884. doi 10.1016/j.inoche.2007.04.020
62. Тарасенко М.В., Кофанов Е.Р., Байков С.В., Красовская Г.Г., Данилова А.С. // *ЖОрХ.* 2017. Т. 53. Вып. 7. С. 1072; Tarasenko M.V., Kofanov E.R., Baikov S.V., Krasovskaya G.G., Danilova A.S. // *Russ. J. Org. Chem.* 2017. Vol. 53. N 7. P. 1085. doi 10.1134/S1070428017070211
63. Dokla E.M.E., Fang C-S., Abouzid K.A.M., Chen C.S. // *Eur. J. Med. Chem.* 2019. Vol. 182. P. 111607. doi 10.1016/j.ejmech.2019.111607
64. Mafiei C.V., Fodor E., Jones P.G., Franz M.H., Kelter G., Fiebig H., Neda I. // *Beilstein J. Org. Chem.* 2013. Vol. 9. P. 2202. doi 10.3762/bjoc.9.259
65. Pathak S.K., Nath S., De J, Pal S.K., Achalkumar A.S. // *New J. Chem.* 2017. Vol. 41. N 18. P. 9908. doi 10.1039/C7NJ01766A
66. O'Daniel P.I., Peng Z., Pi H., Testero S.A., Ding D., Spink E., Leemans E., Boudreau M.A., Yamaguchi T., Schroeder V.A., Wolter W.R., Llarrull L.I., Song W., Lastochkin E., Kumarasiri M., Antunes N.T., Espahbodi M., Lichtenwalter K. // *J. Am. Chem. Soc.* 2014. Vol. 136. N 9. P. 3664. doi 10.1021/ja500053x
67. Liu J., Li H., Chen K-X., Zuo J.-P., Guo Y.-W., Tang W., Li X.-W. // *J. Med. Chem.* 2018. Vol. 61. N 24. P. 11298. doi 10.1021/acs.jmedchem.8b01430
68. Sharonova T., Pankrat'eva V., Savko P., Baykov S., Shetnev A. // *Tetrahedron Lett.* 2018. Vol. 59. N 29. P. 2824. doi 10.1016/j.tetlet.2018.06.019
69. Tarasenko M., Duderin N., Sharonova T., Baykov S., Shetnev A., Smirnov A.V. // *Tetrahedron Lett.* 2017. Vol. 58. N 37. P. 3672. doi 10.1016/j.tetlet.2017.08.020
70. Панкратьева В.Е., Шаронова Т.В., Тарасенко М.В., Байков С.В., Кофанов Е.Р. // *ЖОрХ.* 2018. Т. 54. Вып. 8. С. 1236; Pankrat'eva V.E., Sharonova T.V., Tarasenko M.V., Baikov S.V., Kofanov E.R. // *Russ. J. Org. Chem.* 2018. Vol. 54. N 8. P. 1250. doi 10.1134/S1070428018080213
71. Baykov S., Sharonova T., Shetnev A., Rozhkov S., Kalinin S., Smirnov A.V. // *Tetrahedron.* 2017. Vol. 73. N. 7. P. 945. doi 10.1016/j.tet.2017.01.007
72. Shetnev A., Osipyun A., Baykov S., Sapegin A., Chirko-va Z., Korsakov M., Petzer A., Engelbrecht I., Petzer J.P. // *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 2019. Vol. 29. N 1. P. 40. doi 10.1016/j.bmcl.2018.11.018
73. Shetnev A., Baykov S., Kalinin S., Belova A., Sharoyko V., Rozhkov A., Zelenkov L., Tarasenko M., Sadykov E., Korsakov M., Krasavin M. // *Int. J. Mol. Sci.* 2019. Vol. 20. N 7. P. 1699. doi 10.3390/ijms20071699
74. Mikhaylov V.N., Sorokoumov V.N., Novikov A.S., Melnik M.V., Tskhovrebov A.G., Balova I.A. // *J. Organomet. Chem.* 2020. Vol. 912. P. 121174. doi 10.1016/j.jorganchem.2020.121174
75. Kinzhalov M.A., Boyarskiy V.P., Luzyanin K.V., Dolgushin F.M., Kukushkin V.Y. // *Dalton Trans.* 2013. Vol. 42. N 29. P. 10394. doi 10.1039/c3dt51335a
76. Кинжалов М.А., Лузянин К.В., Боярский В.П., Хаука М., Кукушкин В.Ю. // *Изв. АН. Сер. Хим.* 2013. Т. 3. С. 757; Kinzhalov M.A., Luzyanin K.V., Boyarskiy V.P., Haukka M., Kukushkin V.Y. // *Russ. Chem. Bull.* 2013. Vol. 62. N 3. P. 758. doi 10.1007/s11172-013-0103-4
77. Conole D., Beck T.M., Jay-Smith M., Tingle M.D., Eason C.T., Brimble M.A., Rennison D. // *Bioorg. Med. Chem.* 2014. Vol. 22. N 7. P. 2220. doi 10.1016/j.bmc.2014.02.013
78. Luzyanin K.V., Guedes da Silva M.F.C., Kukushkin V.Y., Pombeiro A.J.L. // *Inorg. Chim. Acta.* 2009. Vol. 362. N 3. P. 833. doi 10.1016/j.ica.2008.02.026
79. Kinzhalov M.A., Kashina M.V., Mikhherdov A.S., Mozheeva E.A., Novikov A.S., Smirnov A.S., Ivanov D.M., Kryukova M.A., Ivanov A.Y., Smirnov S.N., Kukushkin V.Y., Luzyanin K.V. // *Angew. Chem. Int. Ed.* 2018. Vol. 57. N 39. P. 12785. doi 10.1002/anie.201807642
80. Srivastava R.M., Pereira M.C., Faustino W.W.M., Coutinho K., Dos Anjos J.V., De Melo S.J. // *Monatsh. Chem.* 2009. Vol. 140. N 11. P. 1319. doi 10.1007/s00706-009-0186-7.
81. Sheldrick G.M. // *Acta Crystallogr. (A).* 2015. Vol. 71. N 1. P. 3. doi 10.1107/S2053273314026370
82. Sheldrick G.M. // *Acta Crystallogr. (C).* 2015. Vol. 71. N 1. P. 3. doi 10.1107/S2053229614024218
83. Dolomanov O.V., Bourhis L.J., Gildea R.J., Howard J.A.K., Puschmann H. // *J. Appl. Crystallogr.* 2009. Vol. 42. N 2. P. 339. doi 10.1107/S0021889808042726
84. Draghici B., El-Gendy B., Katritzky A. // *Synthesis.* 2012. Vol. 2012. N 4. P. 547. doi 10.1055/s-0031-1289673

Synthesis and Study of the Structure of Palladium(II) Acyclic Diaminocarbene Complexes Containing a 1,2,4-Oxadiazole Moiety

S. V. Baikov^{a,*}, Yu. A. Trukhanov^b, M. V. Tarasenko^c, and M. A. Kinzhalov^a

^a *St. Petersburg State University, St. Petersburg, 199034 Russia*

^b *St. Petersburg State University of Chemistry and Pharmacy, St. Petersburg, 197376 Russia*

^c *M.V. Dorogov Center for Transfer of Pharmaceutical Technologies, K.D. Ushinskii Yaroslavl State Pedagogical University, Yaroslavl, 150000 Russia*

* *e-mail: sergei.v.baikov@yandex.ru*

Received August 19, 2020; revised August 19, 2020; accepted August 24, 2020

The reaction of anilines containing a 1,2,4-oxadiazole moiety with the bis(xylylisocyanide) Pd(II) complex leads to the formation of acyclic diaminocarbene complexes. The oxadiazole ring is not involved in the reaction. Composition and structure of the obtained complexes were confirmed by means of mass spectrometry, NMR spectroscopy methods and single crystal X-ray diffraction data.

Keywords: acyclic diaminocarbene palladium complexes, oxadiazoles, isocyanide ligands, π - π -stacking