

УДК 541.49+547.288+547.574

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСОВ НИКЕЛЯ(II) С АРОИЛГИДРАЗОНАМИ ЭТИЛОВОГО ЭФИРА 5,5-ДИМЕТИЛ-2,4-ДИОКСОГЕКСАНОВОЙ КИСЛОТЫ

С.Ф. Абдурахмонов, М.А. Турсунов*, Б.Б. Умаров, М.Я. Эргашов, К.Г. Авезов

*(Бухарский государственный университет, Узбекистан; *e-mail: tursunovma@mail.ru)*

Синтезированы и исследованы комплексные соединения никеля(II) с ароилгидразонами этилового эфира 5,5-диметил-2,4-диоксогексановой кислоты ($H_2L^1-H_2L^6$). Методами элементного анализа, ИК-, 1H -ЯМР-спектроскопии и РСА установлены состав и строение полученных комплексных соединений на основе этих лигандов. Полный набор РСА данных комплекса $NiL^6 \cdot 3Py$ депонирован в Кембриджском банке структурных данных (депонент CCDC № 1911468) и может быть свободно получен по запросу на сайте www.ccdc.cam.ac.uk/data_request/cif.

Ключевые слова: ароилгидразоны, этиловый эфир 5,5-диметил-2,4-диоксогексановой кислоты, кристаллическая структура.

В последние годы исследования в области координационной химии отличаются устойчивой тенденцией к переносу центра тяжести от простых моноядерных соединений к более сложным системам, что обусловлено в первую очередь поиском новых молекулярных материалов и каталитических систем [1–3]. Эти работы наряду с рассмотрением геометрического и электронного строения, позволяют сделать обоснованные выводы и предсказать пути направленного синтеза комплексных соединений с заданными свойствами [3–5].

Нами синтезированы комплексные соединения $[NiL^n \cdot NH_3]$ ($n = 1-6$) и $NiL^6 \cdot 3Py$ на основе $H_2L^1-H_2L^6$ (ароилгидразонов этилового эфира 5,5-диметил-2,4-диоксогексановой кислоты) [6–8]. Полученные соединения диамагнитны, хорошо растворимы в хлороформе, бензоле, пиридине и практически не растворимы в воде. Данные спектров ИК и 1H -ЯМР указывают на плоско-квадратное строение этих комплексов.

Методика эксперимента

В работе использовали лиганды $H_2L^1-H_2L^6$, синтезированные согласно [4, 5], ацетат никеля(II), аммиак (все «х.ч.»), пиридин («ч.д.а.»), а также растворители C_2H_5OH , диэтиловый эфир («х.ч.», перегнанные).

Синтез комплекса $NiL^4 \cdot NH_3$. К раствору 1,59 г (0,005 моля) бензоил-гидразона этилового эфира 5,5-диметил-2,4-диоксогексановой кислоты (H_2L^4) в 25 мл этанола постепенно добавляли горячий раствор 1,25 г (0,005 моля) ацетата Ni(II)

в 15 мл концентрированного аммиака и перемешивали в течении 30 мин при 60 °С. Из полученного красного раствора через 5–10 мин выпадает поликристаллический осадок красного цвета. Комплекс отфильтровывали, промывали водой, этиловым спиртом и высушивали в вакуум-эксикаторе над P_2O_5 . Выход $NiL^4 \cdot NH_3$ составлял 1,35 г (69%).

Аналогичным путем были синтезированы другие аммиачные комплексы Ni(II) с соответствующими лигандами $H_2L^1-H_2L^3$ и $H_2L^5-H_2L^6$ (табл. 1).

ИК-спектры поглощения записывали на спектрометре «Specord 751R» в интервале 400–4000 cm^{-1} в таблетках KBr.

Спектры 1H -ЯМР 5–10%-х растворов комплексных соединений снимали на спектрометре «Bruker DPX-300» (300,13 МГц).

При растворении $NiL^6 \cdot NH_3$ в большом объеме пиридина выпадают монокристаллы $(NiC_{32}H_{34}N_6O_6)_2$, соответствующие формуле $NiL^6 \cdot 3Py$. РСА соединения $NiL^6 \cdot 3Py$ проводили на автоматическом дифрактометре «Xcalibur, Oxford Diffraction» (λCuK_α -излучение, графитовый монохроматор, ω -сканирование, $2\theta_{max} = 50^\circ$). Структура расшифрована и уточнена МНК в анизотропном приближении для неводородных атомов. Атомы водорода локализованы из карт электронной плотности разностного синтеза Фурье и уточнены в изотропном приближении [9–11].

Результаты и их обсуждение

В настоящем сообщении обсуждается изучение состава и строения комплексных соедине-

Т а б л и ц а 1

Выходы, температуры плавления и результаты элементного анализа комплексных соединений Ni(II) на основе ароилгидразонов этилового эфира 2,4-диоксокарбоновой кислоты

Соединение	Брутто-формула	Выход, %	$T_{\text{плав.}}, ^\circ\text{C}$	Найдено / вычислено, %			
				Ni	C	H	N
$\text{NiL}^1 \cdot \text{NH}_3$	$\text{NiC}_{19}\text{H}_{28}\text{N}_4\text{O}_4$	63	297–298	13,43/13,49	52,37/52,44	6,42/6,49	12,94/12,88
$\text{NiL}^2 \cdot \text{NH}_3$	$\text{NiC}_{18}\text{H}_{25}\text{N}_3\text{O}_5$	58	278–280	13,86/13,91	51,15/51,22	5,94/5,97	9,98/9,95
$\text{NiL}^3 \cdot \text{NH}_3$	$\text{NiC}_{18}\text{H}_{25}\text{N}_3\text{O}_4$	66	265–267	14,39/14,45	53,19/53,24	6,17/6,20	10,41/10,35
$\text{NiL}^4 \cdot \text{NH}_3$	$\text{NiC}_{17}\text{H}_{23}\text{N}_3\text{O}_4$	69	258–260	14,91/14,97	52,02/52,08	5,87/5,91	10,78/10,72
$\text{NiL}^5 \cdot \text{NH}_3$	$\text{NiC}_{17}\text{H}_{22}\text{N}_3\text{O}_4\text{Br}$	73	304–306	12,42/12,46	43,32/43,35	4,68/4,71	8,95/8,92
$\text{NiL}^6 \cdot \text{NH}_3$	$\text{NiC}_{17}\text{H}_{22}\text{N}_4\text{O}_6$	74	274–276	13,43/13,46	46,69/46,72	5,04/5,07	12,87/12,82
$\text{NiL}^6 \cdot 3\text{Py}$	$\text{NiC}_{32}\text{H}_{34}\text{N}_6\text{O}_6$	78	282–284	8,88/8,93	58,43/58,47	5,17/5,21	8,96/8,93

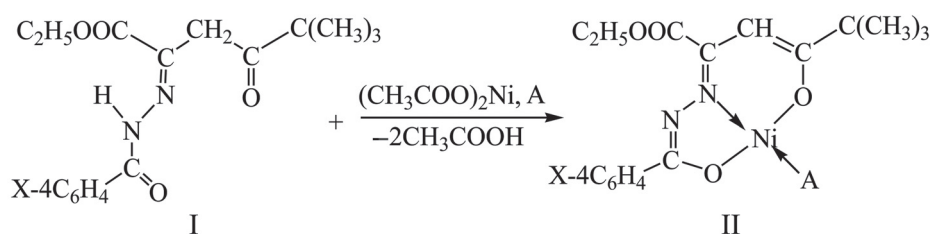
ний никеля(II), полученных на основе продуктов конденсации этилового эфира 5,5-диметил-2,4-диоксогексановой кислоты с гидразидами *para*-замещенных бензойных кислот (схема, I). Результаты элементного анализа и спектроскопических исследований позволили установить строение полученных соединений (схема, II).

Методами элементного анализа, ИК- и ^1H -ЯМР-спектроскопии установлены состав и строение полученных комплексов. ИК-спектр комплексного соединения $\text{NiL}^1 \cdot \text{NH}_3$ отличается от спектра лиганда H_2L^1 тем, что в нем отсутствуют полосы поглощения в области 1660–1700 и 3400 cm^{-1} (рис. 1). Это свидетельствует о депротонизации лиганда в процессе комплексообразования.

Во многом ИК-спектр комплекса $\text{NiL}^1 \cdot \text{NH}_3$ идентичен с ИК-спектрами изученных ранее комплексных соединений никеля(II) (рис. 1, табл. 2) [4, 12–14]. Необходимо отметить наличие в спектре комплексного соединения $\text{NiL}^1 \cdot \text{NH}_3$

интенсивной полосы в области 1730 cm^{-1} , которая обусловлена валентными колебаниями связи $\text{C}=\text{O}$ сложноэфирного заместителя. В спектре ИК исходного лиганда, существующего в свободном состоянии в гидразонной форме, эта полоса проявляется при 1740–1750 cm^{-1} . Такое низкочастотное смещение $\nu_{(\text{C}=\text{O})}$ при переходе от лигандов к комплексам обусловлено включением электроноакцепторной группы $-\text{COOC}_2\text{H}_5$ в систему сопряжения с его шестичленным металлоциклом. В ИК-спектре комплекса ряд полос средней и сильной интенсивности в области 1400–1620 cm^{-1} следует связать с преимущественно валентными и деформационными колебаниями полуторных связей в пяти- и шестичленных металлоциклах [4, 5, 7, 12]. В ИК-спектре комплекса $\text{NiL}^1 \cdot \text{NH}_3$ наблюдаются также полосы поглощения в области 3375, 3337, 3280 и 3170 cm^{-1} , которые следует отнести к симметричным и антисимметричным валентным колебаниям молекулы аммиака. В ИК-спектре $\text{NiL}^6 \cdot 3\text{Py}$, как и следовало

С х е м а



$\text{A}=\text{NH}_3$; $\text{X}=\text{N}(\text{CH}_3)_2$ ($\text{NiL}^1 \cdot \text{NH}_3$); OCH_3 ($\text{NiL}^2 \cdot \text{NH}_3$); CH_3 ($\text{NiL}^3 \cdot \text{NH}_3$); H ($\text{NiL}^4 \cdot \text{NH}_3$), Br ($\text{NiL}^5 \cdot \text{NH}_3$), NO_2 ($\text{NiL}^6 \cdot \text{NH}_3$); $\text{X}=\text{NO}_2$, $\text{A}=\text{Py}$ ($\text{NiL}^6 \cdot 3\text{Py}$).

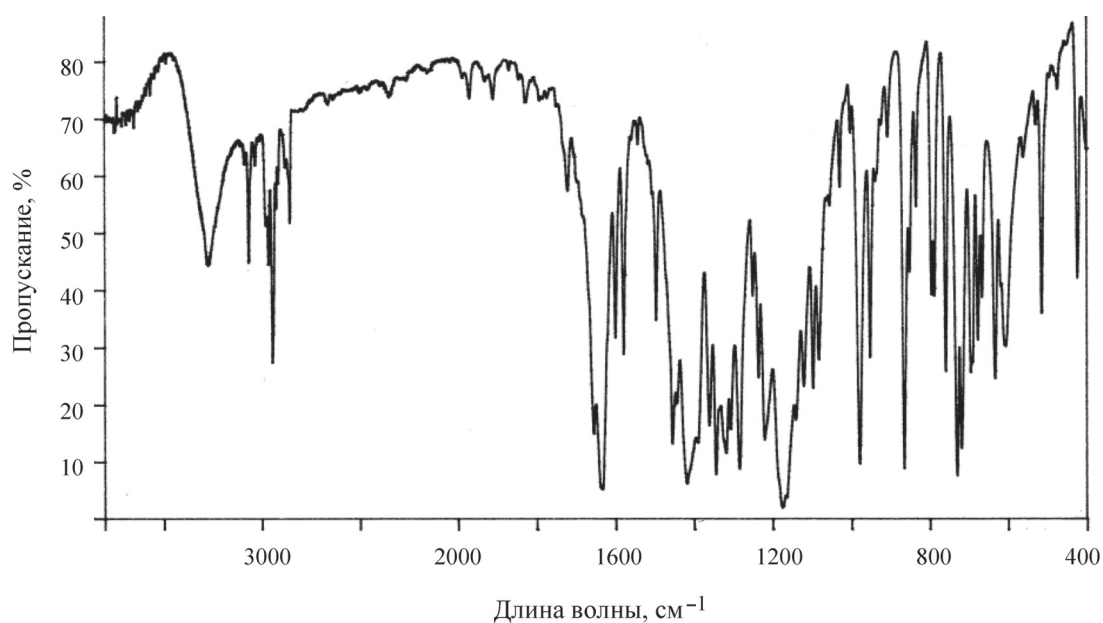


Рис. 1. ИК-спектр комплексного соединения $NiL^1 \cdot NH_3$

ожидать, полосы поглощения в этой области отсутствуют и появляется полоса около 1600 см^{-1} , отнесенная к $\nu_{(C=N)}$ пиридина [3–7, 12, 17].

Спектры ПМР исследуемых комплексов позволяют получить следующую информацию. Спектр ПМР соединения $NiL^4 \cdot NH_3$ в растворе $CCl_4 + DMSO-d_6$ с бензоилгидразоном β -кетозэфира очень похож на спектры комплексов никеля с различными ацил- и ароилгидразами β -дикетон, β -кетозальдегидов и β -кетозэфиров (рис. 2.) [3–8, 12, 17]. Следует отметить, что четко проявляются сигналы от протонов этильного радикала сложноэфирной группы C_2H_5OOC (как и от других концевых протонов).

Сигналы в виде триплета от трех протонов группы $-CH_3$ -зафиксированы при δ 1.36 м.д., а протоны $-CH_2$ -группы резонируют в виде квадруплета при δ 4.28 м.д., соотношении интегральной интенсивности, равной 3:2, и константе спин-спиновой взаимодействия (КССВ) $J_{AB} = 7$ Гц. Сигналы от одиночного винильного протона зафиксированы при δ 5.03 м.д., а девять протонов *трет*- C_4H_9 -заместителя резонируют в виде синглета, при δ 0.99 м.д. Мультиплетные сигналы от протонов фенильного радикала гидразонного фрагмента молекулы резонируют в области слабых полей с центрами при δ 7.14 и 7.67 м.д. Вид сигналов несколько усложнен

Таблица 2

Параметры ИК-спектров комплексных соединений Ni(II) на основе ароилгидразонов этилового эфира 2,4-диоксокарбоновых кислот

Соединение	NH_3	C–H	C=N	N=C–C=N	N=C–O ⁻	N–N	Ni–O
$NiL^1 \cdot NH_3$	3354	2975	1600	1525	1494	1068	483
$NiL^2 \cdot NH_3$	3360	2972	1608	1532	1507	1071	490
$NiL^3 \cdot NH_3$	3345	2973	1595	1523	1464	1075	475
$NiL^4 \cdot NH_3$	3355	2984	1600	1527	1488	1073	490
$NiL^5 \cdot NH_3$	3358	2976	1605	1531	1489	1075	487
$NiL^6 \cdot NH_3$	3357	2977	1599	1528	1484	1070	488
$NiL^6 \cdot 3Py$	–	2976	1595	1530	1486	1070	485

Параметры спектров ^1H -ЯМР комплексов никеля(II) в растворе $\text{CCl}_4 + \text{d}_6\text{-DMSO}$ (δ , м.д.)

Соединение	X	$\text{C}(\text{CH}_3)_3$	$-\text{CH}=\text{}$	COOC_2H_5	NH_3	$\text{C}_6\text{H}_4\text{X}$
$\text{NiL}^1\text{-NH}_3$	2,88	1,04	5,08	1,34; 4,26	2,05	7,35; 7,63
$\text{NiL}^2\text{-NH}_3$	2,92	1,06	5,12	1,33; 4,26	2,06	7,37; 7,65
$\text{NiL}^3\text{-NH}_3$	2,24	1,05	5,10	1,35; 4,28	2,08	7,40; 7,68
$\text{NiL}^4\text{-NH}_3$	–	0,99	5,18	1,36; 4,27	2,07	7,14; 7,25; 7,67
$\text{NiL}^5\text{-NH}_3$	–	1,03	5,13	1,37; 4,28	2,06	7,36; 7,63
$\text{NiL}^6\text{-NH}_3$	–	0,97	5,32	1,38; 4,28	2,08	7,50; 7,74
$\text{NiL}^6\text{-3Py}$	–	1,02	5,34	1,39; 4,30	–	7,56; 7,78

ввиду их перекрывания. Сигнал от протонов координированной молекулы NH_3 в виде синглета с интенсивностью 3H зафиксирован при δ 2.07 м.д. (рис. 2, табл. 3).

При растворении аммиачного комплекса $\text{NiL}^6\text{-NH}_3$ на основе *para*-нитробензоилгидразона этилового эфира 5,5-диметил-2,4-диоксогексановой кислоты (H_2L^6) в избытке пиридина, в отличие от ранее выращенных монокристаллов плоско-квадратного строения типа $\text{NiL}\text{-NH}_3$, были выделены кристаллы, которые резко отличаются от своих аналогов молекулярной структурой [4–8, 12]. Координационная сфера иона $\text{Ni}(\text{II})$ в кристалле имеет октаэдрическое строение с набором донорных атомов $\text{Ni}(\text{trans}\text{-N}_4\text{O}_2)$ за счет замены аммиака пиридином и дополнительной координации двух молекул пиридина в аксиальные положения (рис. 3, табл. 4).

Структура $(\text{NiC}_{32}\text{H}_{34}\text{N}_6\text{O}_6)_2$ была подвергнута РСА-исследованию на автоматическом дифрактометре «Xcalibur, Oxford Diffraction» (CuK_α -излучение, графитовый монохроматор, ω -сканирование, $2\theta_{\text{max}} = 50^\circ$). Кристаллы состава $(\text{NiC}_{32}\text{H}_{34}\text{N}_6\text{O}_6)_2$ триклинны с параметрами элементарной ячейки: $a = 9,5826(5)$, $b = 14,1432(6)$, $c = 26,1557(13)$ Å, $\alpha = 76,300(4)^\circ$, $\beta = 89,447(4)^\circ$, $\gamma = 73,234(4)^\circ$, $V = 3291,0(3)$ Å³, $\rho_{(\text{выч.})} = 1,659$ г/см³, $Z = 2$, пр. гр. P-1. Такие изменения координационной сферы от плоско-квадратной (через квадратно-пирамидальную) до октаэдрического полиэдра были ранее исследованы нами на примере как моноядерных комплексов меди(II), так и гетеробиядерных комплексов никеля(II) и меди(II) [8, 12].

Молекула $\text{NiL}^6\text{-3Py}$ имеет октаэдрическое строение, а дважды депротонированный триденатный лигандный остаток образует сочлененные

пяти- и шестичленные металлоциклы вокруг иона никеля(II) (рис. 3). Расстояние Ni-N (1) (1,981(2) Å) металлхелата значительно короче чем длины трех связей донорного основания Ni-N (4) (2,092 Å), Ni-N (5) (2,164 (2) Å) и Ni-N (6) (2,154 (2) Å). Разница между длинами этих связей обусловлена их положением вокруг центрального иона-комплексобразователя. Остаток молекулы лиганда координирован двумя атомами кислорода и атомом азота гидразонного фрагмента. Четвертое место в плоском квадрате *trans*- N_2O_2 координационного узла и два аксиальные положения занимают три молекулы пиридина, доводя окружение центрального иона до октаэдрического полиэдра. Длины связей Ni-O (1) 2,0665 Å и Ni-O (2) 2,025 Å близки к аналогичным значениям длин связей в ранее изученных комплексных соединениях никеля с *trans*- $[\text{N}_2, \text{O}_2]$ координационной сферы [4, 6, 12–15]. Центральный атом никеля на 0,0272 Å отклоняется от «средней» плоскости пятичленного металлоцикла $\text{NiN}(1)\text{N}(2)\text{C}(1)\text{O}(2)$, по сравнению с шестичленной плоскостью $\text{NiN}(1)\text{C}(8)\text{-C}(10)\text{O}(2)\text{C}(11)$ (0,0081 Å). Это объясняется большим внутренним напряжением связей пятичленного цикла по сравнению с шестичленным. Практически плоские пяти- и шестичленные сопряженные металлоциклы копланарны между собой, что ранее обсуждалось в работах [4, 16, 17]. При сравнении строения донорных молекул пиридина, координированных вокруг иона никеля(II) в комплексном соединении, молекула пиридина с набором атомов $\text{N}(4)\text{C}(18)\text{C}(19)\text{C}(20)\text{C}(21)\text{C}(22)$ является наиболее плоской по сравнению с двумя другими молекулами пиридина, координированными в аксиальные положения (табл. 5). Это, на наш взгляд, объясняется образованием обратной d- π -дативной связи между d-электронами иона $\text{Ni}(\text{II})$

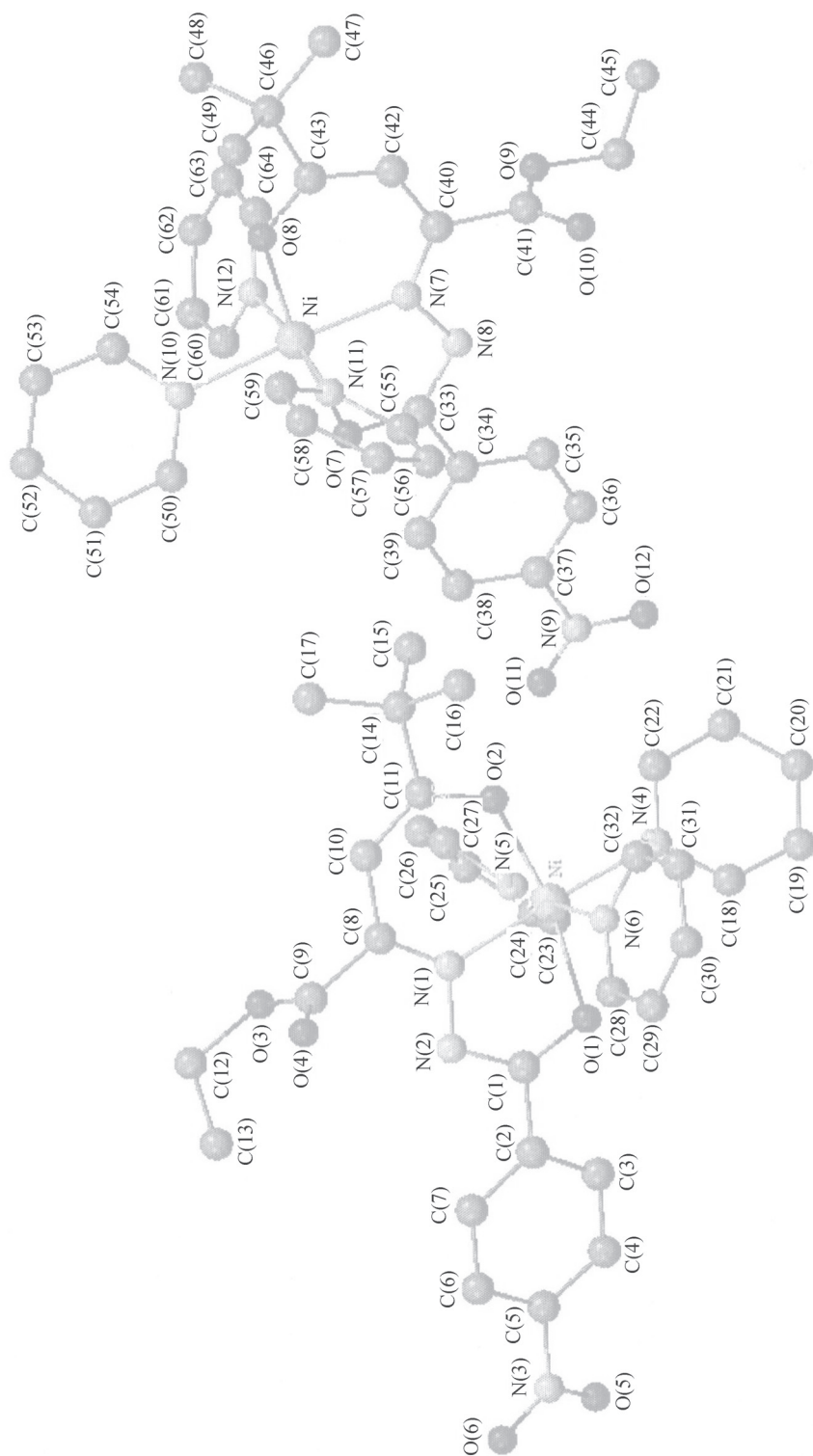


Рис. 3. Молекулярная структура комплексного соединения $\text{NiL}^6\cdot 3\text{Ru}$ с *para*-нитробензониллидрозоном этилового эфира 5,5-диметил-2,4-дioxогексановой кислоты

Т а б л и ц а 4

Основные кристаллографические данные и параметры уточнения структуры NiL⁶·3Py

Параметр	Значение
<i>M</i>	1314,72
Температура, К	298
Сингония	Триклинная
Пр.гр.	<i>P</i> $\bar{1}$
<i>a</i> , Å	9,5826 (5)
<i>b</i> , Å	14,1432 (6)
<i>c</i> , Å	26,1557 (13)
α , град	76,300 (4)
β , град	89,447 (4)
γ , град	73,234 (4)
<i>V</i> , Å ³	3291,0 (3)
<i>Z</i>	2
ρ (выч.), г/см ³	1,327
μ , мм ⁻¹	1,28
Размеры кристалла, мм	0,2×0,3×0,3
Область сканирования по θ , град	3,4–76,2
Область индексов <i>h, k, l</i>	$-11 \leq h \leq 11, -17 \leq k \leq 14, -32 \leq l \leq 32$
Собрано отражений	<u>24252</u>
Независимых отражений(<i>R</i> _{int})	<u>13251</u> (0,042)
Отражений с <i>I</i> > 2 σ (<i>I</i>)	<u>8945</u>
Число уточняемых параметров	<u>820</u>
GOOF (<i>F</i> ²)	1,021
<i>R</i> _{<i>p</i>} , <i>wR</i> ₂ (<i>I</i> > 2 σ (<i>I</i>))	0,0513; 0,1457
<i>R</i> _{<i>p</i>} , <i>wR</i> ₂ (все отражения)	0,051; 0,146
$\Delta\rho_{\max}, \Delta\rho_{\min}$ (e Å ⁻³)	<u>0,46–0,48</u>

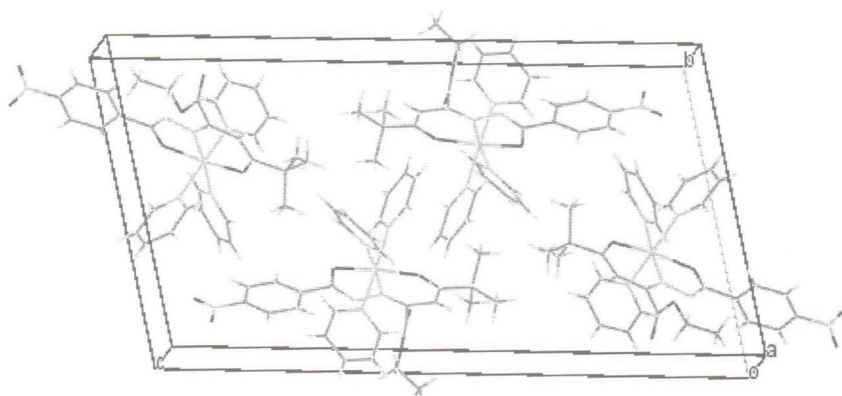


Рис. 4. Проекция кристаллической упаковки молекул NiL⁶·3Py на плоскость *ac*

Отклонение атомов от «средних» плоскостей в структуре $\text{NiL}^6\cdot 3\text{Py}$

Атом и его отклонение, Å							
C (1) -0,0392	C (2) 0,0263	C (3) 0,0275	C (4) -0,0074	C (5) -0,0265	C (6) -0,0022	C (7) 0,0215	
Ni (1) -0,0272	C (1) -0,0261	N (1) 0,0291	N (2) -0,0106	O (1) 0,0347			
Ni (1) 0,0081	N (1) 0,0064	C (8) -0,0153	C (10) 0,0059	O (2) -0,0206	C (11) 0,0155		
C (8) 0,0038	C (9) -0,0138	O (3) 0,0045	O (4) 0,0055	C (12)* -0,0226	C (13)* -1,4119		
N (4) -0,0010	C (18) 0,0003	C (19) 0,0009	C (20) -0,0015	C (21) 0,0008	C (22) 0,0004	Ni (1)* -0,0939	
N (6) 0,0126	C (23) -0,0229	C (24) 0,0049	C (25) 0,0196	C (26) 0,0113	C (27) -0,0256	Ni (1)* -0,1018	
N (5) 0,0549	C (28) -0,1011	C (29) 0,0263	C (30) 0,0966	C (31) 0,0278	C (32) -0,1045	Ni (1)* -0,1948	
C (33) -0,0050	C (34) -0,0052	C (35) 0,0031	C (36) 0,0092	C (37) -0,0147	C (38) 0,0019	C (39) 0,0107	N (9)* -0,0174
C (33) 0,3328	N (8) 0,3952	N (7) -0,5105	N (12) 0,2425	O (7) -0,4601			
Ni (2) -0,0433	C (42) -0,0376	C (43) -0,0070	C (40) 0,0159	N (7) 0,0260	C (8) 0,0460	C (46)* -0,0230	C (47)* -0,1030
C (40) -0,0346	C (41) 0,0112	C (44) -0,0451	O (9) 0,0580	O (10) 0,0104			
N (10) -0,0073	C (50) -0,0010	C (51) 0,0109	C (52) -0,0128	C (53) 0,0047	C (54) 0,0055	Ni (2)* -0,2420	
N (11) -0,0060	C (55) -0,0042	C (56) 0,0078	C (57) -0,0018	C (58) -0,0081	C (59) 0,0122	Ni (2)* 0,0286	
N (12) -0,0125	C (60) 0,0131	C (61) -0,0030	C (62) -0,0076	C (63) -0,0081	C (64) 0,0018	Ni (2)* -0,0595	

*Атомы, не включенные в расчет данной плоскости.

и π -орбиталью молекулы пиридина (табл. 5). Упаковка структурных единиц в кристалле молекулы $\text{NiL}^6\cdot 3\text{Py}$ показана на рис. 4.

В результате исследований с помощью ИК- и ^1H -ЯМР-спектроскопии было обнаружено, что в процессе комплексообразования исходные лиганды с 5-гидрокси-2-пиразолинновым строением переходят в линейную энгидразин-оксиазинную форму и координируют с центральным ионом тремя донорными (N, O₂) атомами. Методом РСА было показано, что дважды депротонированный 5-гидрокси-2-пиразолиновый остаток лиганда H_2L^4 циклической формы в процессе

комплексообразования переходит в линейную энгидразин-оксиазинную форму и координирует с центральным ионом, образуя спаренные пяти- и шестичленные псевдоароматические металлоциклы [N₂, O₂], где четвертое место занимает молекула аммиака. При перекристаллизации молекул комплексного соединения $\text{NiL}^6\cdot\text{NH}_3$ на основе *para*-нитробензоилгидразона этил 5,5-диметил-2,4-диоксогексановой кислоты (H_2L^6) в избытке пиридина выпадают кристаллы $(\text{NiC}_{32}\text{H}_{34}\text{N}_6\text{O}_6)_2$ двух молекул $\text{NiL}^6\cdot 3\text{Py}$ с октаэдрическим окружением центрального иона.

Конфликта интересов нет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРА

1. Agrawal A., Sharma K.M., Prasad R.N. // Pol. J. Chem. 2007. Vol. 81. N 12. P. 2081.
2. Пакальнис В.А., Зерова И.В., Якимович С.И., Ершов А.Ю., Лагода И.В. // ЖОрХ. 2009. Т. 45. № 2. С. 295.
3. Турсунов М.А., Умаров Б.Б. // Universum: химия и биология: электронный научный журнал. 2018. № 3 (45). С. 45.
4. Умаров Б.Б., Турсунов М.А., Минин В.В. Комплексы с производными кетоальдегидов и кетоэфиров. Ташкент, 2016.
5. Аvezов К.Г., Умаров Б.Б. // Universum: химия и биология: электрон. научн. журн. 2017. № 2 (32). С. 39.
6. Турсунов М.А., Умаров Б.Б. // Universum: химия и биология: электрон. научн. журн. 2018. № 12 (54). С. 50.
7. Tursunov M.A., Avezov K.G., Umarov B.B., Parpiev N.A. // Russian J. of Coord. Chem. 2017. Vol. 43. N 4. P. 93.
8. Турсунов М.А., Умаров Б.Б., Аvezов К.Г. // Развитие науки и технологий. Научно-технический журнал. 2018. № 2. С. 71.
9. CrysAlisPro. Oxford Diffraction. 2007. Version 1.171.33.40.
10. Sheldrick G.M. // Acta Crystallogr. 2008. Vol. A 64. P. 112.
11. Dolomanov O.V., Bourhis L.J., Gildea R.J. et al. // J. Appl. Cryst. 2009. Vol. 42. P. 339.
12. Умаров Б.Б. Комплексные соединения некоторых переходных металлов с бис-5-оксипиразолинами. Автореф. дис. ... докт. хим. наук. Ташкент, 1996.
13. Kawamoto T., Kushi Y. // Bull. Chem. Soc. Jpn. 2004. Vol. 77. N 2. P. 289.
14. Тошев М.Т., Юсупов В.Г., Дустанов Х.Б., Парпиев Н.А. Ташкент, 1994. 15. Коган В.А., Зеленцов В.В., Ларин Г.М., Луков В.В. М., 1990.
16. Умаров Б.Б., Тошев М.Т., Саидов С.О. и др. // Коорд. химия. М., 1992. Т. 18. № 9. С. 980.
17. Tursunov M.A., Avezov K.G., Umarov B.B. // Moscow University Chemistry Bulletin. 2019. Vol. 74. N. 3. P. 138.

Поступила в редакцию 10.03.2020
Получена после доработки 12.04.2020
Принята к публикации 14.11.2020

RESEARCH OF NICKEL(II) COMPLEXES WITH AROYL HYDRAZONES OF 5,5-DIMETHYL-2,4-DIOXOGEXANE ACID ETHYL ESTER

S.F. Abduraxmonov, M.A. Tursunov*, B.B. Umarov, M.Ya. Ergashov, K.G. Avezov

(Uzbekistan. Bukhara State University; *e-mail: tursunovma@mail.ru)

The complex compounds of nickel(II) with aroylhydrazones of ethyl 5,5-dimethyl-2,4-dioxohexanoic acid ($H_2L^1 - H_2L^6$) were synthesized and studied. The composition and structure of the obtained complex compounds based on these ligands are established by elemental analysis, infrared spectroscopy, proton-magnetic resonance spectroscopy, and X-ray diffraction analysis. A full set of X-ray diffraction data was deposited in the Cambridge Structural Database (deposit CCDC № 1911468) and it can be gotten from the site www.ccdc.cam.ac.uk/data_request/cif.

Key words: aroylhydrazone, ethyl ester of the 5,5-dimethyl-2,4-dioxohexanoic acid, crystalline structure.

Сведения об авторах: Абдурахмонов Сайфиддин Файзуллаевич – докторант Бухарского государственного университета (abdu_sayfiddin@mail.ru); Турсунов Мурод Амонович – доцент Бухарского государственного университета, докт. философии по химическим наукам, (tursunovma@mail.ru); Умаров Бако Бафоевич – профессор Бухарского государственного университета, докт. хим. наук (umarovbako@mail.ru); Эргашов Мансур Ярашович – профессор Бухарского государственного университета, канд. хим. наук (ergashovmya@mail.ru); Аvezов Кувондик Гиясович – доцент Бухарского государственного университета, докт. философии по химическим наукам (avezovkg@mail.ru).