

## СИНТЕЗ И СТРОЕНИЕ КОМПЛЕКСА ПЛАТИНЫ $[(C_2H_5)_4N]_2[PtCl_6]$

А.Р. Ткачёва

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Взаимодействием гексахлороплатината калия и хлорида тетраэтиламмония в водно-ацетоновой смеси синтезирован комплекс платины  $[(C_2H_5)_4N]_2[PtCl_6]$ , строение которого установлено методом РСА. Тетраэдрическая конфигурация катиона искажена: валентные углы  $CNC$  составляют  $91,4(2)^\circ$  и  $162,2(16)^\circ$ , длины связей  $N-C$  не отличаются друг от друга ( $N-C$  1,44(2) Å). *Транс*-углы  $ClPtCl$  равны между собой ( $Cl(1)PtCl(1^1)$   $180,0^\circ$ ,  $Cl(2^1)PtCl(2)$   $180,0^\circ$ ,  $Cl(2^2)PtCl(2^3)$   $179,999(3)^\circ$ ).

*Ключевые слова:* хлорид тетраэтиламмония, гексахлороплатинат калия, ацетон, тетраэтиламмония гексахлороплатината, строение, рентгеноструктурный анализ.

### Введение

Известно, что некоторые комплексы платины применяются в химиотерапии злокачественных новообразований [1]. Кроме того, данные комплексы удобны для изучения реакций лигандного обмена и широко используются как высокоэффективные катализаторы многих химических реакций [2]. Один из ионных комплексов платины с диэтиламмонийным катионом и гексахлороплатинат-анионом  $[(C_2H_5)_2NH_2]_2[PtCl_6]$  был получен нами ранее взаимодействием хлорида диэтиламмония с гексахлороплатиновой кислотой в водно-ацетоновом растворе [3]. Продолжая исследование по данной теме, мы изучили взаимодействие гексахлороплатината калия с хлоридом тетраэтиламмония в водно-ацетоновом растворе.

### Экспериментальная часть

**Гексахлороплатинат тетраэтиламмония (1).** Раствор 0,033 г (0,2 ммоль) хлорида тетраэтиламмония в 6 мл водно-ацетоновой смеси приливали к раствору 0,05 г (0,1 ммоль) гексахлороплатината калия в 6 мл водно-ацетоновой смеси. Раствор концентрировали в течение 2 суток, образовавшиеся кристаллы фильтровали и сушили. Выход комплекса **1** 0,034 г (51 %), оранжевые кристаллы, т. пл.  $222^\circ C$  (с разл.). ИК-спектр ( $\nu$ ,  $cm^{-1}$ ): 3000, 2948, 2890, 1559, 1455, 1401, 1370, 1303, 1181, 1118, 1078, 1033, 1010, 893, 794. Вычислено, %: C 28,74; H 5,99.  $C_{16}H_{40}N_2Cl_6Pt$ .

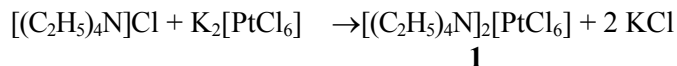
ИК-спектр соединения **1** записывали на ИК-Фурье спектрометре Shimadzu IRAffinity-1S; образцы готовили таблетированием с KBr (область поглощения  $4000-400\ cm^{-1}$ ).

Рентгеноструктурный анализ (РСА) кристалла **1** проводили на автоматическом четырехкружном дифрактометре D8 QUEST фирмы Bruker ( $Mo\ K_{\alpha}$ -излучение,  $\lambda = 0,71073\ \text{Å}$ , графитовый монохроматор,  $296(2)\ K$ ). Кристаллы соединения **1** кристаллизуются в тетрагональной сингонии,  $C_{16}H_{40}N_2Cl_6Pt$ ,  $M$  668,29, параметры элементарной ячейки:  $a = 9,876(10)$ ,  $b = 9,876$ ,  $c = 13,282(19)$ , Å,  $\alpha = 90,00$ ,  $\beta = 90,00$ ,  $\gamma = 90,00^\circ$ , пространственная группа  $I4/m$ ,  $V = 1295(2)\ \text{Å}^3$ ,  $Z = 16$ ,  $d_{\text{выч}} = 13,706\ \text{г/см}^3$ ,  $2\theta = 5,84-82,9^\circ$ ,  $R_1 = 0,0751$ ,  $R_{\text{int}} = 0,0839$ .

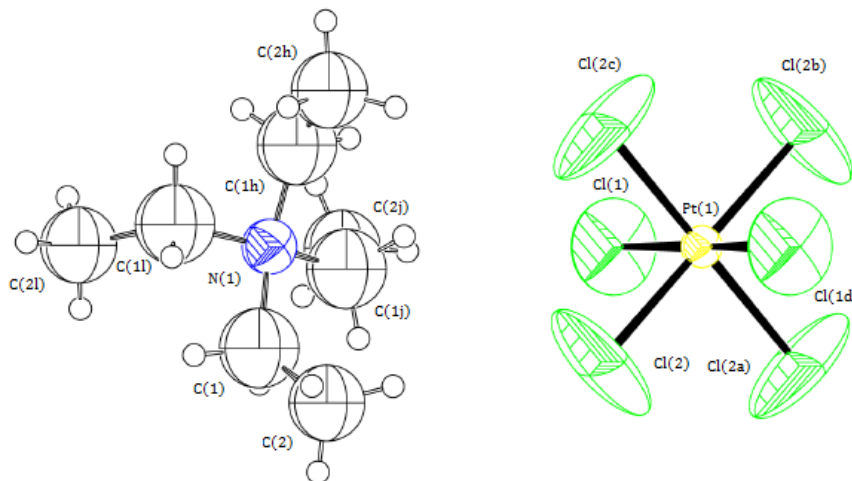
Сбор, редактирование данных и уточнение параметров элементарной ячейки, а также учет поглощения проведены по программам SMART и SAINT-Plus [4]. Все расчеты по определению и уточнению структуры выполнены по программам SHELXL/PC [5] и OLEX2 [6]. Структура **1** определена прямым методом и уточнена методом наименьших квадратов в анизотропном приближении для неводородных атомов. Полные таблицы координат атомов, длин связей и валентных углов депонированы в Кембриджском банке структурных данных (№ 1576010; deposit@ccdc.cam.ac.uk; <http://www.ccdc.cam.ac.uk>).

### Результаты и обсуждение

Мы нашли, что продуктом взаимодействия хлорида тетраэтиламмония с гексахлороплатинатом калия в водно-ацетоновой смеси является гексахлороплатинат тетраэтиламмония (**1**):



По данным РСА, кристалл **1** образован катионами  $[(C_2H_5)_4N]^+$  и centrosимметричными октаэдрическими анионами гексахлороплатината(IV)  $[PtCl_6]^{2-}$  (см. рисунок).



**Строение комплекса 1**

Тетраэдрическая конфигурация катиона искажена: валентные углы CNC составляют ( $91,4(2)^\circ$  и  $162,2(16)^\circ$ ), длины связей N–C не отличаются друг от друга (N–C 1,44(2) Å). Транс-углы ClPtCl равны между собой (Cl(1)PtCl(1<sup>1</sup>)  $180,0^\circ$ , Cl(2<sup>1</sup>)PtCl(2)  $180,0^\circ$ , Cl(2<sup>2</sup>)PtCl(2<sup>3</sup>)  $179,999(3)^\circ$ ). Длины связей Pt–Cl в анионах  $[PtCl_6]^{2-}$  близки между собой и составляют 2,277(4) – 2,282(6) и несколько меньше, чем в анионах аналогичного строения комплексов, описанных в [3].

### Выводы

Таким образом, продуктом взаимодействия хлорида тетраэтиламмония с гексахлороплатинатом калия в водно-ацетоновой смеси является гексахлороплатинат тетраэтиламмония, состоящий из тетраэдрических катионов тетраэтиламмония и centrosимметричных октаэдрических анионов  $[PtCl_6]^{2-}$ .

*Выражаю благодарность д. х. н., профессору Шарутину Владимиру Викторовичу за проведение рентгеноструктурного анализа и д. х. н., профессору Шарутиной Ольге Константиновне за консультацию.*

### Литература

1. Михель, И.С. Комплексы палладия (II) и платины (II) с P,N-бидентатными производными фосфористой кислоты: автореф. дис. ... канд. хим. наук / И.С. Михель. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 25 с.
2. Крылова, Л.Ф. Идентификация стереоизомерных комплексов Pt(II) и Pd(II) с аминокислотой методами ЯМР и ИК спектроскопии / Л.Ф. Крылова, Л.М. Матвеева // Журн. структ. химии. – 2005. – Т. 46, № 1. – С. 77–89.
3. Синтез и строение комплексов платины:  $[MeCH=CHCH_2PPh_3]_2[PtCl_6]$ ,  $[MeOCH_2PPh_3]_2[PtCl_6]$ ,  $[NH_2(CH_3)_2]_2[PtCl_6]$  / В.В. Шарутин, О.К. Шарутина, А.Р. Ткачёва и др. // Бутлеровские сообщения. – 2016. – Т. 47, № 8. – С. 150–153.
4. Bruker. SMART and SAINT-Plus. Versions 5.0. Data Collection and Processing Software for the SMART System. Bruker AXS Inc., Madison, Wisconsin, USA, 1998.
5. Bruker. SHELXTL/PC. Versions 5.10. An Integrated System for Solving, Refining and Displaying Crystal Structures From Diffraction Data. Bruker AXS Inc., Madison, Wisconsin, USA, 1998.

## Краткие сообщения

6. OLEX2: a Complete Structure Solution, Refinement and Analysis Program / O.V. Dolomanov, L.J. Bourhis, R.J. Gildea et al. // *J. Appl. Cryst.* – 2009. – V. 42. – P. 339–341. DOI: 10.1107/S0021889808042726.

**Ткачёва Алёна Романовна** – аспирант, кафедра теоретической и прикладной химии, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76. E-mail: alyonatkachyova@gmail.com

*Поступила в редакцию 28 сентября 2017*

DOI: 10.14529/chem170412

## SYNTHESIS AND STRUCTURE OF THE PLATINUM COMPLEX $[(C_2H_5)_4N]_2[PtCl_6]$

**A.R. Tkacheva**, alyonatkachyova@gmail.com  
South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

The reaction of potassium hexachloroplatinate with  $[(C_2H_5)_4N]Cl$  in acetone synthesized the platinum complex  $[(C_2H_5)_4N]_2[PtCl_6]$ , the structure of which was established by X-ray analysis. Cation tetrahedral configuration is distorted: CNC valence angles are  $91,4(2)^\circ$  and  $162,2(16)^\circ$ , N–C bond lengths do not differ from each other (N–C 1,44(2) Å). Trans-angles ClPtCl (Cl(1)PtCl(1<sup>1</sup>)  $180,0^\circ$ , Cl(2<sup>1</sup>)PtCl(2)  $180,0^\circ$ , Cl(2<sup>2</sup>)PtCl(2<sup>3</sup>)  $179,999(3)^\circ$ .

*Keywords: tetraethylammonium chloride, potassium hexachloroplatinate, acetone, tetraethylammonium hexachloroplatinate, structure, X-ray analysis.*

### References

1. Mikhel I.S. *Kompleksy palladiya (II) i platiny (II) s P,N-bidentatnymi proizvodnymi fosforistoy kisloty* : avtoref. dis. ... cand. khim. nauk [Complexes of Palladium (II) and Platinum (II) with P, N-Bidentate Derivatives of Phosphorous Acid: Abstract of cand. dis.]. Moscow. MSU Publ., 2001, 25 p.
2. Krylova L.F., Matveeva L.M. Identification of Pt(II) and Pd(II) Stereoisomeric Complexes with Aminobutyric Acid by NMR and IR spectroscopy. *Journal of Structural Chemistry*, 2005, vol. 46, no. 1, pp. 75–86.
3. Sharutin V.V., Sharutina O. K., Tkacheva A.R., Chamidylin R.M., Andreev P.V. Synthesis and Structure of Platinum Complexes:  $[MeCH=CHCH_2PPh_3]_2[PtCl_6]$ ,  $[MeOCH_2PPh_3]_2[PtCl_6]$ ,  $[NH_2(CH_3)_2]_2[PtCl_6]$ . *Butlerov Communications*, 2016, vol. 47, no. 8, pp. 150–153. (in Russ.)
4. Bruker. SMART and SAINT-Plus. Versions 5.0. Data Collection and Processing Software for the SMART System. Bruker AXS Inc., Madison, Wisconsin, USA, 1998.
5. Bruker. SHELXTL/PC. Versions 5.10. An Integrated System for Solving, Refining and Displaying Crystal Structures From Diffraction Data. Bruker AXS Inc., Madison, Wisconsin, USA, 1998.
6. Dolomanov O.V., Bourhis L.J., Gildea R.J., Howard J.A.K., Puschmann H. OLEX2: a Complete Structure Solution, Refinement and Analysis Program. *J. Appl. Cryst.*, 2009, vol. 42, pp. 339–341. DOI: 10.1107/S0021889808042726.

*Received 28 September 2017*

### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Ткачева, А.Р. Синтез и строение комплекса платины  $[(C_2H_5)_4N]_2[PtCl_6]$  / А.Р. Ткачева // Вестник ЮУрГУ. Серия «Химия». – 2017. – Т. 9, № 4. – С. 74–76. DOI: 10.14529/chem170412

### FOR CITATION

Tkacheva A.R. Synthesis and Structure of the Platinum Complex  $[(C_2H_5)_4N]_2[PtCl_6]$ . *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Chemistry*. 2017, vol. 9, no. 4, pp. 74–76. (in Russ.). DOI: 10.14529/chem170412