

## ДИМЕРНЫЕ КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ПЛАТИНЫ(II) С ГЛИЦИНОМ, АЛАНИНОМ И ВАЛИНОМ

Салищева О.В., Киселев С.Е., Молдагулова Н.Е.

ГОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности»,  
Кемерово, Россия, e-mail: s.e.kis@mail.ru.

---

Синтезированы биядерные комплексы платины(II) с  $\alpha$ -аминокислотами (LH) глицином, аланином, валином:  $[\text{Pt}_2(\text{L})_2(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2$ , в которых атомы платины связаны между собой посредством аминокислотных лигандов. Обсуждено строение полученных соединений на основании данных элементного анализа, криоскопии, кондуктометрии, ИК- и УФ-спектроскопии.

---

Ключевые слова: аминокислота, платина, димеры.

## DIMERIC COMPLEX COMPOUNDS OF PLATINUM (II) WITH THE GLYCINE, ALANINE AND VALINE

Salischeva O.V., Kiselev S.E., Moldagulova N.E.

*Kemerovo Technology Institute of food Industry, Kemerovo, Russia, e-mail: s.e.kis@mail.ru*

Dimeric complexes of platinum (II) with  $\alpha$  - amino acids (LH) glycine, alanine and valine are synthesized:  $[\text{Pt}_2(\text{L})_2(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2$  in which atoms of platinum are connected among themselves by means of aminoacid ligands. The structure of the received compounds on the basis of the data of the element analysis, crioscopy, conductometry, IR- and UV-spectroscopy is discussed.

Key words: amino acid, platinum, dimmers.

Комплексные соединения платины широко используются в современной клинической практике при лечении злокачественных опухолей. К наиболее известным относят цисплатин, карбоплатин (карбоплатам) и оксалиплатин, а также их модификации и комбинации с другими фармацевтическими препаратами [10].

Известно, что цисплатин (цис-диаминдихлорплатина (2+)) (синонимы: платидиам, platidiam, platinol) медленно и очень малорастворим в воде и изотоническом растворе хлорида натрия. Плохая растворимость цисплатина и его высокая общая токсичность в сочетании с практически незаменимостью приводят к тому, что во всем мире предпринимаются попытки его химической модификации с целью снижения токсичности и повышения растворимости.

Одним из наиболее интересных способов получения модифицированного соединения является синтез цис-диаминдихлордигидроксоплатины (4+) из цис-диаминдихлорплатины (2+) путем обработки суспензии цисплатина 30%-ной перекисью водорода при 60–80 °С с последующим отделением твердого остатка, не затрагивая стерического размещения хлор- и аминогрупп, что приводит к сохранению противоопухолевой активности. Другим синтетическим подходом к модификации цисплатина с целью создания его растворимой формы является создание комплекса с уже известным препаратом, который входит во внутреннюю координационную сферу цисплатина. Американский подход к модификации цисплатина заключается в синтезе новых соединений, где один из лигандов замещен на другой биогенный лиганд или аминокислоту с целью понижения общей токсичности цисплатина.

При использовании аминокислот в качестве лигандов учитывается свойство последних легко сополимеризоваться с широким классом мономеров. Кроме того, структура комплекса платины также должна способствовать более легкому и избирательному проникновению препарата в опухолевую клетку за счет димеризации и увеличения молекулярной массы соединения, поскольку известно, что транспорт макромолекулярных соединений в клетку осуществляется путем пиноцитоза, а опухолевые клетки, по сравнению с нормальными, обладают повышенной способностью к пиноцитозу.

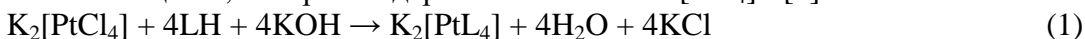
Нами установлена возможность получения димерных комплексов платины (II) с мостиковыми аминокислотами посредством взаимодействия мономерных комплексных соединений  $\text{cis-}[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{L})_2]$  (где L – анионы глицина (Gly), аланина (Ala), валина (Val)) с  $\text{cis-}$ диаквобдиаммином платины (II)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_2](\text{NO}_3)_2$ . В полученных соединениях аминокислота является мостиком между двумя центральными атомами платины. Полученные биядерные комплексы состава  $[(\text{NH}_3)_2\text{Pt}(\mu\text{-N,O-L})_2\text{Pt}(\text{NH}_3)_2](\text{NO}_3)_2$  охарактеризованы данными элементного анализа, методами криоскопии, кондуктометрии, ИК- и УФ-спектроскопии.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

### Синтез бисхелатных комплексов $\text{cis-}[\text{Pt}(\text{L})_2]$

Подробный синтез бисхелатных комплексов  $\text{cis-}[\text{Pt}(\text{L})_2]$  описан для глицина в [4], аланина в [3], валина в [5].

Навески GlyH ( $n = 0,009638$  моль,  $m = 0,7229$  г), AlaH ( $n = 0,009638$  моль,  $m = 0,8578$  г) или ValH ( $n = 0,009638$  моль,  $m = 1,1335$  г) растворяли при слабом нагревании в растворе KOH ( $n = 0,009638$  моль,  $m = 0,5494$  г), добавляли водный раствор  $\text{K}_2[\text{PtCl}_4]$  ( $n = 0,0024096$  моль,  $m = 1$  г) (мол. отношение 4:4:1), нагревали ~2 ч, отфильтровывали образовавшиеся через некоторое время осадки. Получали почти прозрачные фильтраты светло-желтого цвета, которые содержат анионы типа  $[\text{PtL}_4]^{2-}$  [2]:



Для получения  $\text{cis-}[\text{Pt}(\text{Gly})_2]$ ,  $\text{cis-}[\text{Pt}(\text{Ala})_2]$  и  $\text{cis-}[\text{Pt}(\text{Val})_2]$  к основному раствору добавляли 1N HCl ( $n = 0,004819$  моль,  $V = 4,8$  см<sup>3</sup>) в соотношении 2 моля HCl на 1 моль исходного  $\text{K}_2[\text{PtCl}_4]$  и нагревали смесь на водяной бане ~2 ч. В этих условиях анионы  $[\text{PtL}_4]^{2-}$  превращаются в бисхелатные  $\text{cis-}[\text{PtL}_2]$  [2]. В нашем случае получались осадки белого цвета, их отфильтровывали, промывали водой, спиртом, сушили при 100° С:



Выход бисхелатов колеблется в пределах 20–30%.

Найдено, %: Pt – 56,80; 56,74; 56,62; N – 8,08; 8,45; 8,36.

Для  $[\text{Pt}(\text{Gly})_2]$  вычислено, %: Pt – 56,85; N – 8,16.

Найдено, %: Pt – 56,80; 56,74; 56,62; N – 7,32; 7,19; 7,48.

Для  $[\text{Pt}(\text{Ala})_2]$  вычислено, %: Pt – 52,56; N – 7,55.

Найдено, %: Pt – 45,20; 45,87; 46,01; N – 6,91; 6,23; 6,41.

Для  $[\text{Pt}(\text{Val})_2]$  вычислено, %: Pt – 45,66; N – 6,55.

### Синтез $\text{cis-}[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{L})_2]$

Для размыкания хелатного цикла к 0,1 г  $\text{cis-}[\text{Pt}(\text{L})_2]$  приливали 3 см<sup>3</sup> воды и 10 см<sup>3</sup> концентрированного аммиака, полученную смесь нагревали до кипения. Через 30 мин кипячения наблюдали растворение осадка. Полученный раствор упаривали до минимального объема. После охлаждения из раствора выпадал осадок  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{L})_2]$  в

виде игольчатых кристаллов белого цвета. Осадок отфильтровывали, промывали минимальным количеством ледяной воды, спиртом, сушили при 100 °С. Выход ~80%.

Найдено, %: Pt – 51,30; 51,48; 52,04; N – 15,12; 14,95; 14,73.

Для  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{Gly})_2]$  вычислено, %: Pt – 51,72; N – 14,85.

Найдено, %: Pt - 48,35; 48,19; 48,51; N-13,95; 13,91; 13,74.

Для  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{Ala})_2]$  вычислено, %: Pt - 48,15; N - 13,83.

Найдено, %: Pt – 42,80; 42,45; 41,88; N – 12,25; 11,98; 12,06.

Для  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{Val})_2]$  вычислено, %: Pt – 42,30; N – 12,15.

### Синтез цис- $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_2](\text{NO}_3)_2$

цис-Диакводиаммин получали действием раствора  $\text{AgNO}_3$  на цис- $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{I}_2$  из расчета 1,98 моль  $\text{AgNO}_3$  на 1 моль галогенсодержащего соединения, с последующим отделением галогенида серебра:



К навеске 1,16 г цис- $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{I}_2$  в 20 см<sup>3</sup> воды приливали 5 см<sup>3</sup> водного раствора нитрата серебра (I), содержащего 0,757 г  $\text{AgNO}_3$ . Раствор с осадком нагревали в течение 2 часов для коагуляции иодида серебра. После охлаждения осадок  $\text{AgI}$  отфильтровывали и получали прозрачный и бесцветный раствор  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_2](\text{NO}_3)_2$ .

Синтез цис- $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{I}_2$  осуществляли согласно [9].

### Синтез димерных комплексов $[(\text{NH}_3)_2\text{Pt}(\text{L})_2\text{Pt}(\text{NH}_3)_2](\text{NO}_3)_2$

Для синтеза димерных комплексов к растворам цис- $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{L})_2]$  ( $m = 1$  г в 5–10 см<sup>3</sup> воды) приливали раствор цис- $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_2](\text{NO}_3)_2$  (мол. отношение 1:1). Полученный раствор выдерживали при комнатной температуре в течение 24 часов. Наблюдали образование кристаллов. Кристаллы отделяли, промывали ацетоном и сушили в вакуум-эксикаторе до постоянной массы. Выход ~80%.

Найдено, %: Pt – 53,02; 53,33; 53,86; N – 14,86; 14,97; 15,20.

Для  $[\text{Pt}_2(\text{Gly})_2(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2$  вычислено, %: Pt – 53,42; N – 15,34.

Найдено, %: Pt – 52,68; 51,89; 51,80; N – 14,24; 15,02; 14,43.

Для  $[\text{Pt}_2(\text{Ala})_2(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2$  вычислено, %: Pt – 51,45; N – 14,78.

Найдено, %: Pt – 47,77; 47,50; 47,36; N – 10,17; 10,84; 9,98.

Для  $[\text{Pt}_2(\text{Val})_2(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2$  вычислено, %: Pt – 47,90; N – 10,31.

УФ-спектры водных растворов комплексов ( $c = 1 \cdot 10^{-4}$  моль/дм<sup>3</sup>) были получены на спектрофотометре СФ-46 в интервале длин волн 190–400 нм.

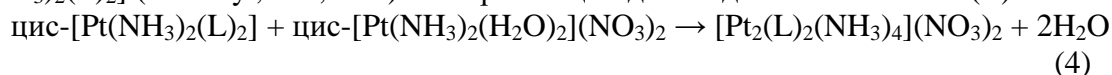
Молярная масса синтезированных димерных комплексов была определена криоскопическим методом в водном растворе.

Молярная электрическая проводимость водных растворов димерных комплексов (концентрация комплексов  $1 \times 10^{-4}$  моль/дм<sup>3</sup>) была определена на иономере-кондуктометре АНИОН 4145 при  $t = 25$  °С с использованием кондуктометрического первичного преобразователя – четырехэлектродной ячейки погружного типа, постоянная кондуктометрической ячейки равна 1 см<sup>-1</sup>.

ИК-спектры были сняты на ИК-спектрометре с Фурье-преобразователем TENSOR–27 (BRUNKER) в диапазоне 4000–400 см<sup>-1</sup> с разрешением 4 см<sup>-1</sup>. Образцы готовили в виде таблеток с KBr.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При взаимодействии между мономерными комплексами платины (II)  $\text{cis-}[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{L})_2]$  ( $\text{L} = \text{Gly}^-; \text{Ala}; \text{Val}^-$ ) и нитратом  $\text{cis-}$ -диаквадриамина платины (II):



молекула аминокислоты, связанная через атом азота аминогруппы с одним атомом платины, вытесняет молекулу воды, связанную с другим атомом платины, и становится мостиком между двумя атомами металла. Причем, если молекулы аминокислоты и воды в обоих реагирующих мономерных комплексах будут находиться в  $\text{cis-}$ положении, то в результате реакции образуется продукт с двумя мостиками.

Криоскопическим методом в водном растворе была определена молярная масса синтезированных димерных комплексов:

для  $[\text{Pt}_2(\text{Val})_2(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2$  найденное значение 848, рассчитанное 814 г/моль;

для  $[\text{Pt}_2(\text{Ala})_2(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2$  найденное значение 771, рассчитанное 758 г/моль;

для  $[\text{Pt}_2(\text{Gly})_2(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2$  найденное значение 746, рассчитанное 730 г/моль.

Значения молярной электрической проводимости водных растворов димерных комплексов:

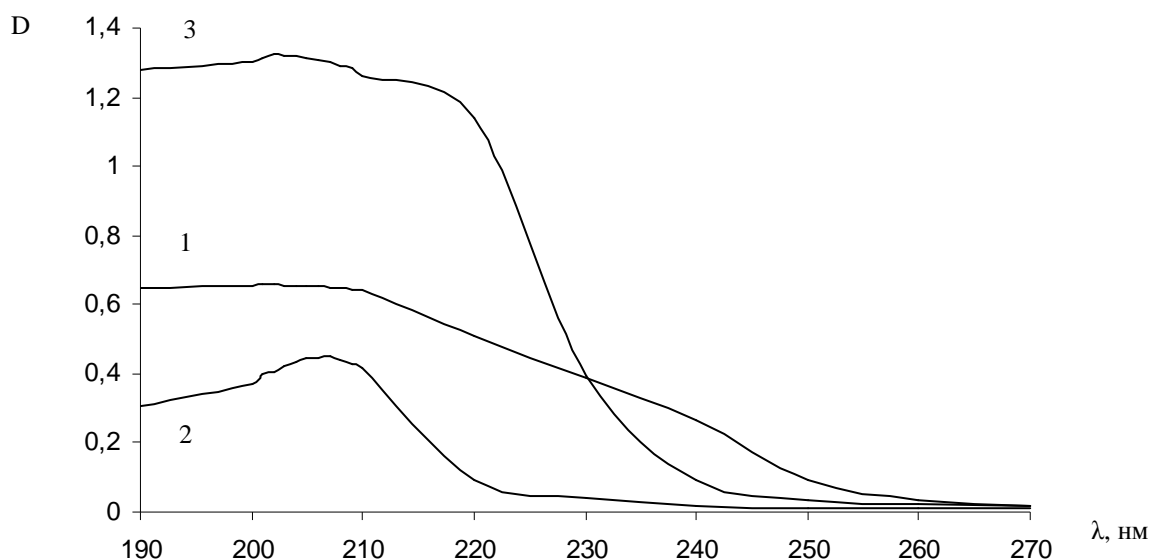
$$\mu([\text{Pt}_2(\text{Gly})_2(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2) = 232 \text{ См} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1},$$

$$\mu([\text{Pt}_2(\text{Ala})_2(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2) = 187 \text{ См} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1},$$

$$\mu([\text{Pt}_2(\text{Val})_2(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2) = 180 \text{ См} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$$

характерны для электролитов, диссоциирующих на три иона, что косвенно подтверждает соответствие полученных соединений теоретическим формулам.

В области видимого спектра растворы комплексов не поглощают, а в УФ-области можно наблюдать относительно высокое поглощение. Характеристический максимум поглощения исследуемых комплексов лежит в интервале 200–240 нм (рис. 1, 2).

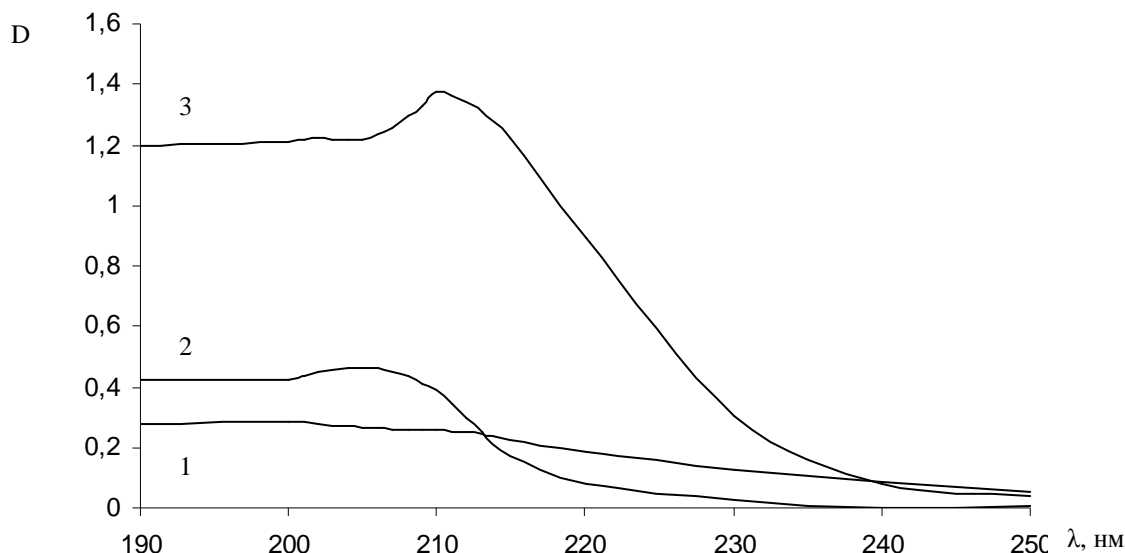


**Рис. 1. УФ-спектры водных растворов комплексов Pt (II) с аланином:**

1 –  $\text{cis-}[\text{Pt}(\text{Ala})_2]$ ;

2 –  $\text{cis-}[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{Ala})_2]$ ;

3 –  $[\text{Pt}_2(\text{Ala})_2(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2$ .



**Рис. 2. УФ-спектры водных растворов комплексов Pt (II) с валином:**

- 1 – цис-[Pt(Val)<sub>2</sub>];  
 2 – цис-[Pt(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(Val)<sub>2</sub>];  
 3 – [Pt<sub>2</sub>(Val)<sub>2</sub>(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>](NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.

В УФ-спектрах димерных комплексов присутствуют полосы поглощения, отличные от максимумов поглощения исходных мономерных комплексов (табл. 1).

**Таблица 1 – Результаты УФ-спектроскопического исследования водных растворов комплексов ( $c = 1 \cdot 10^{-4}$  моль/дм<sup>3</sup>)**

Соединение	$\lambda_{\max}$	$D_{\lambda}$	$\epsilon_{\lambda}$
[Pt(Ala) <sub>2</sub> ]	201	0,659	$6,59 \cdot 10^3$
[Pt(Val) <sub>2</sub> ]	200	0,280	$2,84 \cdot 10^3$
[Pt(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (Ala) <sub>2</sub> ]	207	0,450	$4,50 \cdot 10^3$
[Pt(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (Val) <sub>2</sub> ]	205	0,464	$4,64 \cdot 10^3$
[Pt <sub>2</sub> (Ala) <sub>2</sub> (NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ](NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	202	1,322	$13,22 \cdot 10^3$
[Pt <sub>2</sub> (Val) <sub>2</sub> (NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ](NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	210	1,374	$13,74 \cdot 10^3$

Интерпретацию ИК-спектров поглощения проводили на основании литературных данных по отнесению частот в ИК-спектрах родственных комплексов платины (II) с аминокислотами [1; 6; 8].

Волновые числа (см<sup>-1</sup>) максимумов характеристических полос поглощения в ИК-спектрах синтезированных мономерных и димерных комплексов представлены в таблице 2.

**Таблица 2. – Волновые числа (см<sup>-1</sup>) максимумов характеристических полос поглощения в ИК-спектрах комплексов Pt(II) цис-конфигурации с аминокислотами**

Соединение	$\nu_{\text{as}}(\text{N-H})$	$\nu_{\text{s}}(\text{N-H})$	$\nu_{\text{as}}(\text{COO}^-)$	$\nu_{\text{s}}(\text{COO}^-)$	$\nu(\text{Pt-N})$
Pt(Gly) <sub>2</sub>	3230	3090	1643	1374	
Pt(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (Gly) <sub>2</sub>			1610		
[Pt <sub>2</sub> (Gly) <sub>2</sub> (NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ](NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	3229	3130	1637	1384	602; 503
Pt(Ala) <sub>2</sub>	3229	3098	1652	1384	610; 527

Pt(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (Ala) <sub>2</sub>	3195	3086	1604	1403	600; 515
[Pt <sub>2</sub> (Ala) <sub>2</sub> (NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ](NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	3223	3122	1648	1386	604; 519
Pt(Val) <sub>2</sub>	3265	3100	1640	1370	
Pt(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (Val) <sub>2</sub>	3196	3103	1612	1412	540; 520
[Pt <sub>2</sub> (Val) <sub>2</sub> (NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ](NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	3283	3127	1634	1385	611; 515

Данные ИК-спектров мономерных и димерных комплексов подтверждают наличие координированной аминогруппы и ионизированной карбоксильной группы. Различия частот валентных колебаний связи N–H и C–O однозначно свидетельствуют о различных способах координации аминокислот: в мономерных комплексах [Pt(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(L)<sub>2</sub>] связь аминокислоты с платиной осуществляется только через атом азота, а в димерных и мономерных хелатных комплексах – через атомы азота аминогруппы и кислорода карбоксильной группы.

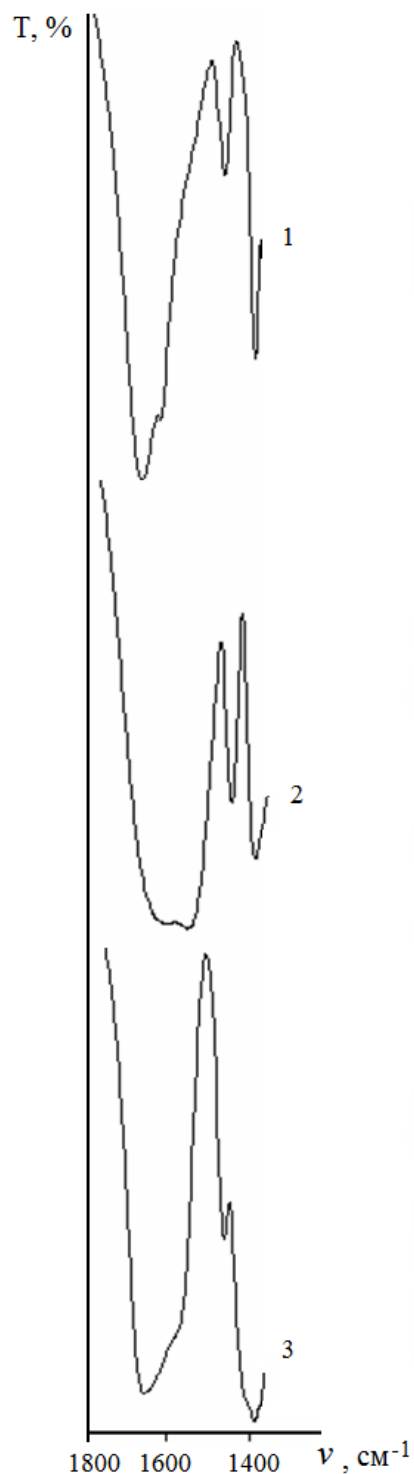
*Область валентных колебаний связей N–H аминогруппы.* Для некоординированной NH<sub>2</sub>-группы характерными являются две полосы поглощения в области 3500–3300 см<sup>-1</sup>. При координации с металлом происходит смещение данных полос в низкочастотную область 3200–3000 см<sup>-1</sup>. Свободные аминокислоты в цвиттер-ионной форме содержат группу NH<sub>3</sub><sup>+</sup>, полоса поглощения которой лежит в области 3070–3170 см<sup>-1</sup> [7].

В ИК-спектрах всех изученных соединений полосы, обусловленные асимметричными и симметричными валентными колебаниями NH<sub>2</sub>-группы аминокислоты, лежат в области 3220–3080 см<sup>-1</sup>. Наблюдаемый сдвиг  $\nu(\text{NH}_2)$  по сравнению с положением свободной NH<sub>2</sub>-группы указывает на координацию аминокислотных лигандов с атомом Pt(II) через атом азота.

Мостиковая координация аланина через атомы N и O в комплексе [Pt<sub>2</sub>(Ala)<sub>2</sub>(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>](NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> приводит к повышению  $\nu_{\text{as}}(\text{N-H})$  и  $\nu_{\text{s}}(\text{N-H})$  на 28 и 36 см<sup>-1</sup> соответственно, по сравнению с положением этих полос в комплексе цис-[Pt(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(Ala)<sub>2</sub>], содержащего концевую N-координированную аминокислоту. Аналогичная картина наблюдается и для димерного комплекса с валином:  $\nu_{\text{as}}(\text{N-H})$  повысилась на 87 см<sup>-1</sup>,  $\nu_{\text{s}}(\text{N-H})$  – на 24 см<sup>-1</sup> по сравнению с их положением в мономерном комплексе цис-[Pt(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(Val)<sub>2</sub>].

*Область валентных колебаний карбоксильной группы.* Полосы валентных колебаний депротонированной несвязанной карбоксильной группы обычно находятся около 1600 и 1400 см<sup>-1</sup> (асимметричные и симметричные колебания соответственно) [8]. При координации депротонированной карбоксильной группы атомом платины частота асимметричного валентного колебания повышается до 1670–1620 см<sup>-1</sup>, в то время как частота симметричного валентного колебания понижается до 1370–1300 см<sup>-1</sup> [8]. Протонированная несвязанная карбоксильная группа характеризуется полосой поглощения валентных колебаний связи C=O в области 1750–1700 см<sup>-1</sup> [7]. В ИК-спектрах мономерных бисхелатных и димерных комплексов наблюдаются полосы поглощения в области 1652–1634 см<sup>-1</sup> и 1386–1370 см<sup>-1</sup>. Это служит доказательством того, что карбоксильная группа аминокислотных лигандов в этих соединениях депротонирована и связана с атомом металла.

В мономерных комплексах, содержащих концевые N-координированные аминокислоты, наблюдаются полосы поглощения при 1612–1604 и 1412–1403 см<sup>-1</sup>. Можно сделать вывод, что карбоксильная группа аминокислотных лигандов в комплексах цис-[Pt(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(L)<sub>2</sub>] депротонирована и не связана с атомом металла. ИК-спектры комплексов платины (II) с аланином в области частот поглощения карбоксильной группы представлены на рисунке 3.



**Рис. 3. ИК-спектры комплексов платины (II) с аланином в области частот поглощения карбоксильной группы:**

- 1 – цис-[Pt(Ala)<sub>2</sub>];
- 2 – цис-[Pt(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(Ala)<sub>2</sub>];
- 3 – [Pt<sub>2</sub>(Ala)<sub>2</sub>(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>](NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.

*Область валентных колебаний связей Pt–N.*

Полосы валентных колебаний связи Pt–N лежат в пределах 608–502 см<sup>-1</sup>, и их смещение зависит от других лигандов в комплексе [1; 8].

При сопоставлении ИК-спектров пар соединений: мономерного комплекса [Pt(Ala)<sub>2</sub>] и [Pt<sub>2</sub>(Ala)<sub>2</sub>(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>](NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> обнаружено различие в положении полос ν(Pt–N). Так, для мономерного комплекса [Pt(Ala)<sub>2</sub>], в котором аланин координирован за счет атомов азота



аминогруппы и кислорода карбоксильной группы и является концевым лигандом,  $\nu(\text{Pt-N}) = 610$  и  $527 \text{ см}^{-1}$ .

Для димерного комплекса  $[\text{Pt}_2(\text{Ala})_2(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2$ , содержащего мостиковые N,O-координированные аминокислоты, значение  $\nu(\text{Pt-N})$  снижается до 604 и  $519 \text{ см}^{-1}$ .

*Работа выполнена при поддержке гранта губернатора Кемеровской области на проведение исследований молодыми учеными и кандидатами наук.*

### Список литературы

1. Варшавский Ю.С., Инькова Е.Н., Гринберг А.А. Инфракрасные спектры и строение глициновых производных двухвалентной платины // Журн. неорган. химии. – 1963. – Т. 8. – № 12. – С. 2659–2667.
2. Волштейн Л.М. Координационные соединения платины с аминокислотами // Коорд. химия. – 1975. – Т. 1. – № 5. – С. 595–621.
3. Волштейн Л.М., Володина И.О. // Докл. АН СССР, 1960. – Т. 131. – С. 309.
4. Волштейн Л.М., Володина И.О. О комплексных соединениях двухвалентной платины с гликоколем // Журн. неорган. химии. – 1960. – Т. 5. – № 9. – С. 1948–1953.
5. Волштейн Л.М., Зегжда Г.Д. Изомерные внутрикомплексные соли двухвалентной платины с валином // Журн. неорган. химии. – 1962. – Т. 7. – № 1 – 1114.
6. Накамото К. ИК-спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений. – М. : Мир, 1991. – 536 с.
7. Слюдкин О.П. Оптическая активность комплексных соединений платины (II) и платины (IV) с хиральными серосодержащими аминокислотами // Коорд. химия. – 1997. – Т. 23. – № 6. – С. 440–444.
8. Смит А. Прикладная ИК-спектроскопия. – М. : Мир, 1982. – 328 с.
9. Черняев И.И. Синтез комплексных соединений металлов платиновой группы : справочник. – М. : Наука, 1964. – 340 с.
10. Jiang Q.Q., Fan L.Y., Yang G.L., Guo W.H., Hou W.L., Chen L.J., Wei Y.Q. Improved therapeutic effectiveness by combining liposomal honokiol with cisplatin in lung cancer model // BMC Cancer. – 2008. – V. 8. – P. 242.

### Рецензенты:

Денисов В.Я., д.х.н., профессор, декан химического факультета, ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово.

Черкасова Т.Г., д.х.н., профессор, декан химико-технологического факультета, ФГБОУ ВПО «Кузбасский государственный технический университет», г. Кемерово.

**Работа получена 03.10.2011**