

В. Кокозей, д-р хим. наук,  
Г. Бувайло, асп.,  
В. Маханькова, канд. хим. наук  
leram@univ.kiev.ua  
С. Студзинский, канд. хим. наук,  
М. Давиденко, д-р физ.-мат. наук  
КНУ имени Тараса Шевченко, Киев

### ФОТОПРОВОДИМОСТЬ ПЛЕНОЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПЗИТОВ С ЧАСТИЧКАМИ КОМПЛЕКСОВ Cu(II)/Mo(VI) НА ОСНОВЕ АНИОНА СТРАНДБЕРГА

Получены новые фоточувствительные полимерные пленочные композиты на основе нефотопрофодящего поливинилбутирала с добавками гетерометаллических соединений Cu(II)/Mo(VI) на основе аниона Страндберга  $[P_2Mo_5O_{23}]^{6-}$ . Оба комплекса имеют подобную 1D полимерное строение с близкими расстояниями между соседними ионами металлов (Cu–Cu, Cu–Mo, Mo–Mo), но различную конформационную жесткость по причине связывания полиоксометаллатных анионов одним или двумя фрагментами  $[Cu(en)_2]$ . Исследованы фотопроводящие свойства композитов при их облучении в области поглощения комплексов. Установлено, что, несмотря на близкий состав и строение комплексов, наблюдается различное время нарастания и релаксации фотоотклика, а также различная энергия активации фототока. Впервые было предложено объяснить результаты влиянием структурной жесткости фрагментов комплексов на транспорт неравновесных носителей заряда по этим фрагментам: уменьшение жесткости полимерной цепочки приводит к возрастанию фототока и уменьшению его энергии активации, то есть улучшаются условия транспорта неравновесных носителей заряда в частичках гетерометаллических комплексов.

Ключевые слова: полимерные пленочные композиты; гетерометаллические комплексы; фотопроводимость; транспорт носителей заряда.

V. Kokozyay, Dr. Sci.,  
H. Buvailo, PhD Student,  
V. Makhankova, PhD  
leram@univ.kiev.ua,  
S. Studzinsky, PhD,  
N. Davidenko, Dr. Sci.,  
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv

### PHOTOCONDUCTIVITY OF POLYMER FILM COMPOSITES WITH PARTICLES OF Cu(II)/Mo(VI) COMPLEXES BASED ON THE STRANDBERG ANION

The novel photosensitive polymeric film composites based on non-photoconducting polyvinyl butyral with heterometallic Cu(II)/Mo(VI) compounds have been obtained. The complexes  $(NH_4)_{2n}\{[Cu(en)_2][Cu(en)(H_2O)][P_2Mo_5O_{23}]_n\} \cdot 3nH_2O$  (1) and  $(NH_4)_{4n}\{[Cu(en)(H_2O)][P_2Mo_5O_{23}]_n\} \cdot 3.5nH_2O$  (2) are constructed from Strandberg  $[P_2Mo_5O_{23}]^{6-}$  anions linked through copper-ethylenediamine subunits. Both compounds possess similar polymeric structure with close metal-metal distances (Cu–Cu, Cu–Mo and Mo–Mo), but different chain rigidity. The structure of 1 has a same 1D chain as in the case of 2 with the exception of additional bridging fragments  $[Cu(en)_2]$  providing extra connectivity between the neighbouring Strandberg anions. Photoconducting properties of the composites under illumination by light from the complex absorption region have been studied. It was shown, that despite similar composition and structure of the complexes, there are different saturation and relaxation time of photoresponse as well as different activation energy. It can be explained by the influence of chain flexibility on transport of non-equilibrium charge carriers. Thus, decreasing of the chain rigidity leads to increasing of photocurrent and decreasing of activation energy by reason of more favorable conditions for charge carriers transport in the particles of the heterometallic coordination compounds.

Keywords: polymeric film composites; heterometallic complexes; photoconductivity; charge carriers transport.

УДК 547.022+543.421/424

В. Труш, канд. хим. наук  
trush@univ.kiev.ua  
КНУ імені Тараса Шевченка, Київ

### ІЧ-СПЕКТРАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИМЕТИЛ-N-ТРИХЛОРАЦЕТИЛАМІДОФOSFATY ТА ДЕЯКИХ ЙОГО СПОЛУК

Синтезовано частково заміщений ( $H[L-d_6]$ ) та повний дейтероаналог ( $D[L-d_6]$ ) диметил-N-трихлорацетиламідодифосфату ( $H[L]$ ), а також його натрієві солі ( $Na[L]$ ) і ( $Na[L-d_6]$ ), відповідно. На підставі детального аналізу даних ІЧ-спектрів було віднесено смуги поглинання, що відповідають коливанням за участю імідних та метокси-угрупвань в молекулі карбаціламідодифосфату.

Ключові слова: диметил-N-трихлорацетиламідодифосфат, дейтероаналог, ІЧ-спектроскопія.

**Вступ.** Довжини хвиль (або частоти), при яких спостерігається максимальне поглинання ІЧ-випромінювання, можуть свідчити про присутність в молекулах зразка тих чи інших функціональних груп та фрагментів, що, в свою чергу, ефективно використовуються для встановлення структури хімічних сполук. Крім того, ІЧ-спектр для кожної індивідуальної сполуки має унікальний вигляд [1].

Зазвичай, ІЧ-спектр конкретного зразка містить ряд смуг поглинання, за положенням та відносною інтенсивністю яких робиться висновок про його будову. Такий підхід став можливим завдяки величезній кількості накопиченої експериментальної інформації: існують спеціальні таблиці, які пов'язують частоти поглинання з наявністю у зразку певних молекулярних фрагментів. Створені також бази ІЧ-спектрів деяких класів сполук, котрі дозволяють автоматично порівнювати спектр невідомої досліджуваної речовини з уже відомим, і, таким чином, ідентифікувати цю речовину [2].

З цієї точки зору було б доцільно провести детальний ІЧ-спектральний аналіз диметил-N-трихлорацетиламідодифосфату – одного з представників класу достатньо широко досліджених органічних сполук карбаціламідодифосфатного типу (КАФ). КАФ містять у своєму складі рухливий N–H протон, тобто проявляють кислотні властивості, а завдяки наявності щонайменше двох атомів кисню, КАФ в ацидо-формі виступають в ролі ефективних хелатуючих лігандів по відношенню до величезного ряду іонів металів [3, 4]. Така координаційно-хімічна поведінка цілком аналогічна добре відомим β-дикетонатам.

**Об'єкти та методи дослідження.** Синтез протівних та дейтерованих КАФ сполук базується на класичній фосфазо-реакції [5] з подальшими вдосконаленнями та модифікаціями, які стосуються їхнього взаємного перетворення (рис. 1).

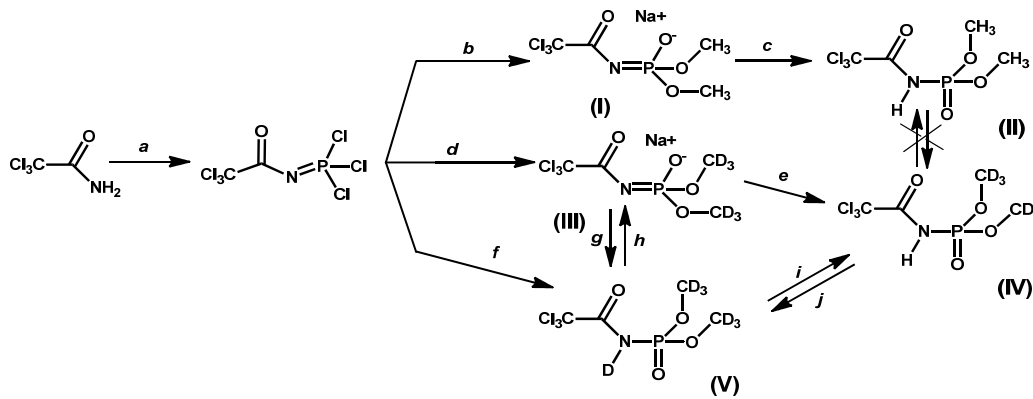


Рис. 1.

a:  $\text{PCl}_5$  в  $\text{CCl}_4$ , нагрівання; b:  $\text{NaOCH}_3$  в  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $t \approx 0^\circ\text{C}$ ; c:  $\text{HCl}$  (10%),  $\text{pH} \approx 2$ ; d:  $\text{NaOCD}_3$  в  $\text{CH}_3\text{OD}$ ,  $t \approx 0^\circ\text{C}$ ;  
 e:  $\text{HCl}$  (10%),  $\text{pH} \approx 2$ ; f:  $\text{CH}_3\text{OD}$ ,  $t 0-10^\circ\text{C}$ , потім 2 год. при  $t$  кімн.; g:  $\text{DCl}$  (10%) в  $\text{D}_2\text{O}$ ,  $\text{pH} \approx 2$ ; h:  $\text{NaOD}$  в  $\text{D}_2\text{O}$ ,  $\text{pH} \approx 7,5$ ;  
 i:  $\text{NaOH}$  (5%), далі  $\text{HCl}$  (5%),  $\text{pH} \approx 2$ ; j:  $\text{NaOH}$  (5%), далі  $\text{DCl}$  (10%) в  $\text{D}_2\text{O}$ ,  $\text{pH} \approx 2$

Умови проведення ізотопного заміщення не є жорсткими, а виходи реакцій у більшості випадків перевищують 90 відсотків.

*Аналіз та фізико-хімічні методи дослідження.* Склад сполук підтверджено за допомогою елементного аналізу (C,H,N – EL III Universal CHNOS Elemental Analyzer), NMR спектроскопії у дейтерованому ДМСО з TMS як внутрішнім стандартом ( $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  та  $^{31}\text{P}$  – WR-500 "Bruker") та ESI MS на спектрометрії Bruker APEX IV. Використовуючи програму Isorgo 3.1, були теоретично розраховані патерни, що відповідають даним сполукам. ІЧ спектри синтезованих сполук записували у таблетках

KBr на Фур'є-спектрофотометрі FT-IR Spectrum BX-II Perkin Elmer.

**Результати та їх обговорення.** Для вирішення питання про детальне віднесення смуг поглинання в ІЧ-спектрах синтезованих КАФ сполук, що містять диметил-N-трихлорацетиламідодифосфат, було синтезовано частково заміщений  $\text{H}[\text{L-d}_6]$  (IV), повний дейтероаналог ліганду  $\text{D}[\text{L-d}_6]$  (V) та його натрієва сіль  $\text{Na}[\text{L-d}_6]$  (III) і досліджено їх спектри. На рис. 1–4 наведено ІЧ-спектри  $\text{H}[\text{L}]$  (II),  $\text{D}[\text{L-d}_6]$  (V),  $\text{Na}[\text{L}]$  (I), і  $\text{Na}[\text{L-d}_6]$  (III) в областях  $400-4000 \text{ cm}^{-1}$ , а у табл. 1 – значення основних частот коливань та їх віднесення.

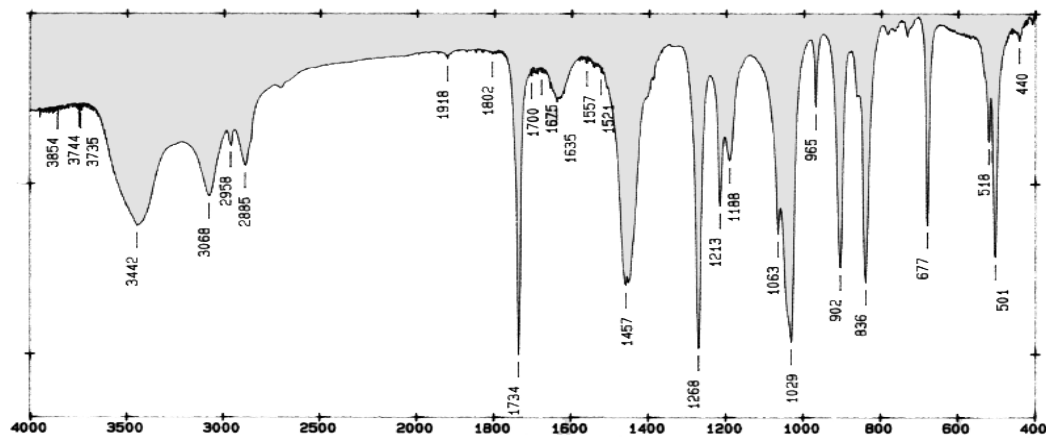


Рис. 2. Фур'є ІЧ-спектр диметил-N-трихлорацетиламідодифосфату  $\text{H}[\text{L}]$  (II) в області  $400-4000 \text{ cm}^{-1}$

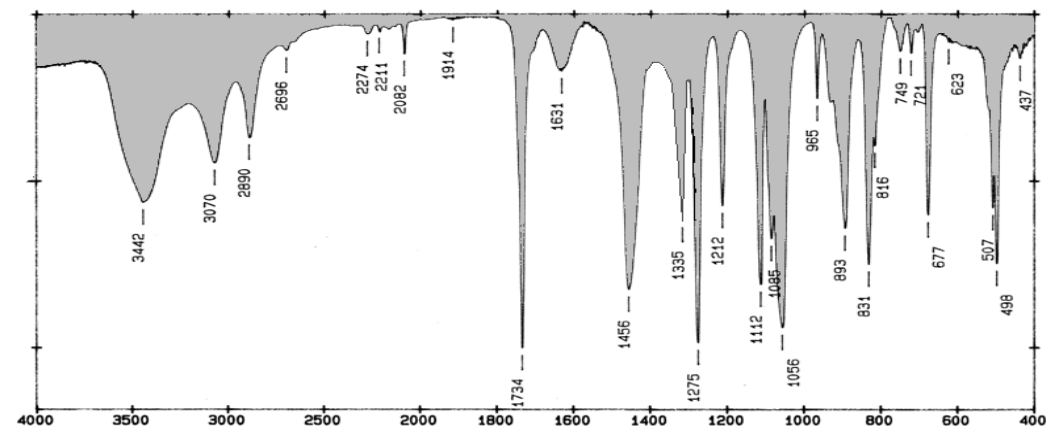


Рис. 3. Фур'є ІЧ-спектр частково заміщеного дейтероаналогу диметил-N-трихлорацетиламідодифосфату ( $\text{H}[\text{L-d}_6]$ ) (IV) в області  $400-4000 \text{ cm}^{-1}$

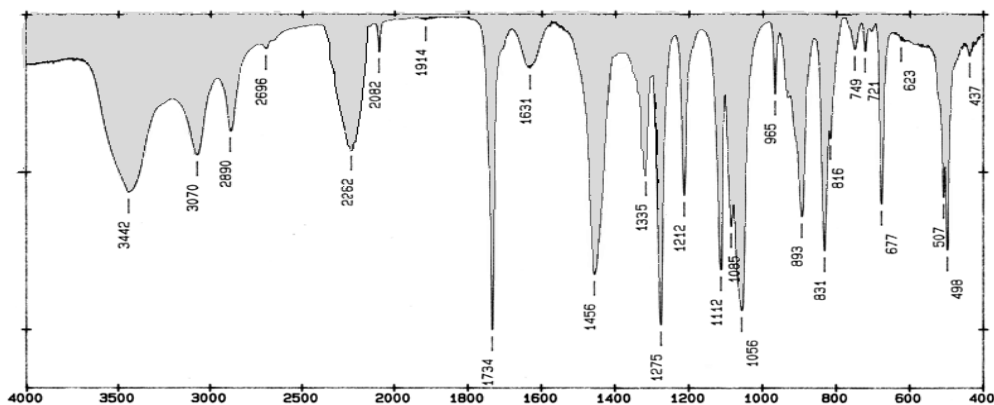


Рис. 4. Фур'є ІЧ-спектр повного дейтероаналогу диметил-N-трихлорацетиламідфосфату (D[L-d<sub>6</sub>]) (V) в області 400–4000 см<sup>-1</sup>

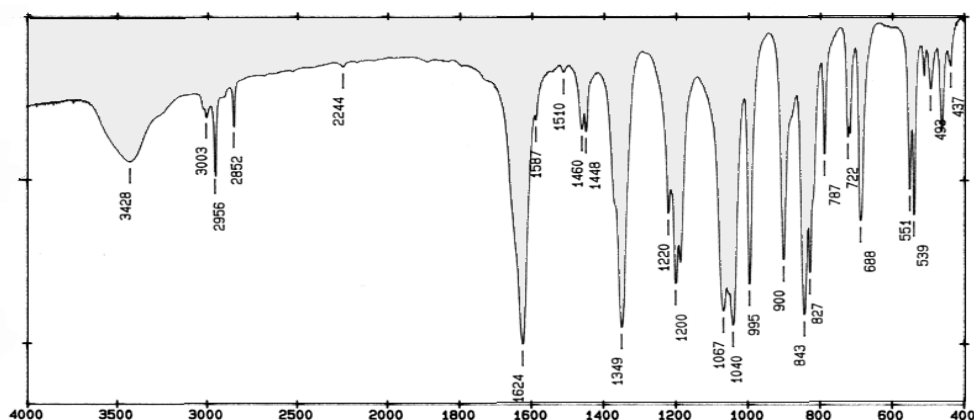


Рис. 5. Фур'є ІЧ-спектр Na[L] (I) в області 400–4000 см<sup>-1</sup>

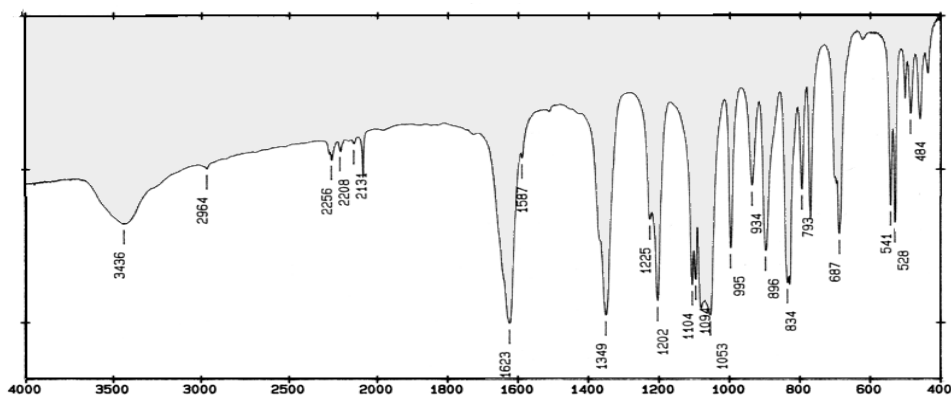


Рис. 6. Фур'є ІЧ-спектр Na[L-d<sub>6</sub>] (III) в області 400–4000 см<sup>-1</sup>

При порівнянні спектрів H[L], H[L-d<sub>6</sub>] і D[L-d<sub>6</sub>], вдається однозначно віднести валентні коливання N-H групи, враховуючи низькочастотний ізотопний зсув смуги поглинання в області 3000-3100 см<sup>-1</sup> [6]. Так, в спектрах сполук (II) і (IV) смуга поглинання від імідної групи  $\nu(\text{N-H})$  знаходиться при 3068 см<sup>-1</sup>, тоді як в спектрі дейтероаналогу (V),  $\nu(\text{N-D})$  знаходиться при 2262 см<sup>-1</sup> ( $\Delta = 806 \text{ см}^{-1}$ ) (табл. 1). Подібним чином поведуть себе смуги валентних коливань  $\nu_{\text{as}}\text{C-H}$  і  $\nu_{\text{s}}\text{C-H}$ : 2958 і 2885 см<sup>-1</sup> для H[L] та 2274 і 2082 см<sup>-1</sup> для H[L-d<sub>6</sub>] і D[L-d<sub>6</sub>] відповідно.

Частоти деформаційних коливань метильних груп мають такі значення: в H[L]  $\delta_{\text{as}}(\text{CH}_3) = 1460 \text{ см}^{-1}$ , а в H[L-d<sub>6</sub>] і D[L-d<sub>6</sub>] – 1335 см<sup>-1</sup> ( $\Delta = 125 \text{ см}^{-1}$ ). При аналізі інших ділянок спектру, вдалося віднести симетричні ротаційні коливання метильних (дейтерометильних) груп:  $\rho_{\text{s}}(\text{CH}_3) = 1188 \text{ см}^{-1}$  та  $\rho_{\text{s}}(\text{CD}_3) = 1112 \text{ см}^{-1}$ . Для спектрів натрієвих солей, порівняно зі спектрами H[L] і D[L-d<sub>6</sub>], спосте-

рігається цілком аналогічна картина, що обумовлено нечутливістю коливань, пов'язаних із метильними групами до депротонування та координації ліганду.

В табл. 2 наводяться значення основних частот коливань на ділянці 400–4000 см<sup>-1</sup> для деяких синтезованих сполук на основі диметил-N-трихлорацетиламідфосфату.

Різницю між частотами коливань певної функціональної групи в КАФ та лігандвмісній сполуці, тобто параметр  $\Delta$  ( $\Delta_{\text{n}} = \nu_{\text{n}}(\text{H[L]}) - \nu_{\text{n}}(\text{M[L]})$ ), можна застосувати для оцінки відносного подовження чи скорочення зв'язку відповідної функціональної групи у складі тої чи іншої таутомерної форми (1, 2 або 3) (Рис. 7), або при утворенні іонної сполуки (4), при комплексоутворенні (5), чи при утворенні координаційних контактів (6) [7].

Таблиця 1

**Деякі частоти коливань у спектрах H[L], натрієвої солі та їх дейтероаналогів**

Частота коливання, см <sup>-1</sup>	Сполука					Віднесення
	H[L]	H[L-d <sub>6</sub> ]	D[L-d <sub>6</sub> ]	Na[L]	Na[L-d <sub>6</sub> ]	
3068	3068	2262	-	-	-	ν(N-H)
2958	2274	-	2956	2256	-	ν <sub>as</sub> (C-H)
2885	2082	2082	2852	2131	-	ν <sub>s</sub> (C-H)
1734	1734	1734	1624	1623	-	ν(C=O) <sub>(амід-1)</sub>
1460	1335	1335	1460	1335	-	δ <sub>as+s</sub> (C-H)
1457	1456	1456	1349	1349	-	ν(C-N) <sub>(амід-2)</sub>
1268	1275	1275	1200	1202	-	ν(P=O)
1188	1112	1112	1190	1104	-	ρ <sub>s</sub> (CH <sub>3</sub> )
1063	1056	1056	1067	1094	-	ν(P-O), ν(C-C)
1029	1056	1056	1040	1053	-	ν <sub>as</sub> (C-O)
965	965	965	995	995	-	ν <sub>s</sub> (C-O), ν(C-C)
902	893	893	900	896	-	δ(NCC), δ(NCO)
836	831	831	827	834	-	ν(P-N)
677	677	677	688	687	-	ν(C-Cl)
518	507	507	551	541	-	δ(PNC)
501	498	498	539	528	-	δ <sub>s</sub> (NPO)
440	437	437	437	437	-	δ(OPO)

Таблиця 2

**Основні смуги поглинань в ІЧ спектрах досліджених сполук (см<sup>-1</sup>)**

Частота коливання, см <sup>-1</sup>	Сполука					Віднесення
	H[L]	Na[L]	PPh <sub>4</sub> [L]*	(PPh <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> [L]Br·H <sub>2</sub> O*	SbPh <sub>4</sub> [L]*	
3068	-	-	-	-	-	ν(N-H)
2958	2956	2960	2960	2960	2950	ν <sub>as</sub> (C-H)
2885	2852	2850	2850	2850	2850	ν <sub>s</sub> (C-H)
1734	1623	1670	1640	1640	1645	ν(C=O) <sub>(амід-1)</sub>
1460	1460	1455	1450	1450	1440	δ <sub>as+s</sub> (C-H)
1457	1349	1350	1350	1350	1325	ν(C-N) <sub>(амід-2)</sub>
1268	1200	1230	1195	1195	1140	ν(P=O)
1188	1190	1190	1190	1190	1180	ρ <sub>s</sub> (CH <sub>3</sub> )
1063	1067	1070	1070	1070	1070	ν(P-O), ν(C-C)
1029	1040	1040	1040	1040	1035	ν <sub>as</sub> (C-O)
965	995	1000	1000	1000	995	ν <sub>s</sub> (C-O), ν(C-C)
902	900	880	880	880	885	δ(NCC), δ(NCO)
836	827	830	830	830	835	ν(P-N)
677	688	680	680	680	680	ν(C-Cl)
518	551	530	535	530	530	δ(PNC)
501	539	500	500	500	510	δ <sub>s</sub> (NPO)
440	437	460	460	460	460	δ(OPO)

\* - Смуги поглинання, що відповідають коливанням в іонах PPh<sub>4</sub><sup>+</sup> і SbPh<sub>4</sub><sup>+</sup> у таблиці не наведені.

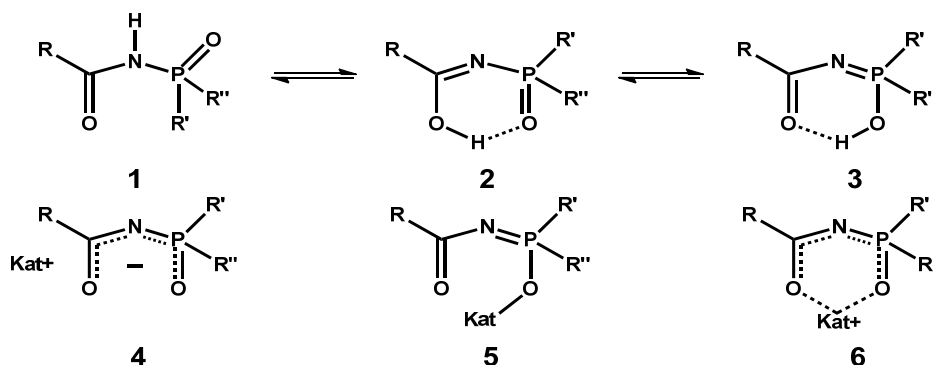


Рис. 7. Явище амід-імідольної прототропної таутомерії для H[L], як представника карбаціламідодифосфатів естерного типу, його депротонування та комплексоутворення (R = CCl<sub>3</sub>, R'<sup>1</sup>=R''<sup>1</sup>= OCH<sub>3</sub>)

У роботі [8] було показано, що карбаціламідодифосфати, як і β-дикетони, теоретично можуть існувати у вигляді трьох рівноважних таутомерних форм 1, 2 та 3.

У спектрі вільного диметил-N-трихлорацетиламідодифосфату (H[L]), широка смуга поглинання в області 3068 см<sup>-1</sup> відноситься до валентних коливань ν(N-H), тобто реалізується форма 1. Уширення цієї смуги пов'язано з тим, що протон імідної групи в H[L] бере участь в утворенні водневого зв'язку з атомом кисню фосфорильної групи сусідньої молекули [6].

Відсутність смуг поглинання в спектрах солей та комплексів на цій ділянці свідчить про те, що диметил-

N-трихлорацетиламідодифосфат входить до складу останніх в ацидоформі.

В області 1600–1800см<sup>-1</sup> спостерігаються характеристичні смуги поглинання ν(C=O) карбонільної групи. У спектрі вільного ліганду ν(C=O) спостерігається в області 1732 см<sup>-1</sup>, що є характерним для коливань карбамідного подвійного зв'язку карбон – кисень у заміщених амідах і естерах карбонових кислот [9].

Оскільки у випадку сполуки PPh<sub>4</sub>[L], спостерігається найменший низькочастотний зсув смуги ν(C=O), то можна стверджувати, що ліганд, імовірно за все, знаходиться у некоординованому та неасоційованому стані (Δ = 64 см<sup>-1</sup>) [7]. Смуга поглинання ν(C=O) у спектрі

(PPh<sub>4</sub>)<sub>2</sub>[L]Br·H<sub>2</sub>O займає проміжне положення між аналогічними смугами для PPh<sub>4</sub>[L] та Na[L], з чого можна припустити наявність певної взаємодії між аніоном [L] та молекулою води.

У спектрі H[L] у області 1455 см<sup>-1</sup> спостерігається інтенсивна смуга поглинання, котру ми відносимо до коливання амід-2. Вона співрозмірно з ν(CO) зсувається у низькі частоти у спектрах солей і комплексів (Δ ≈ 100 см<sup>-1</sup>). В області 1455 і 1190 см<sup>-1</sup> знаходяться малоінтенсивні смуги поглинання деформаційних та ротаційних (відповідно δ<sub>as+s</sub>(C-H) і ρ<sub>s</sub>(CH<sub>3</sub>)) коливань метокси-груп ліганду, котрі характеризуються постійним положенням у спектрах всіх синтезованих сполук. Ці коливання не є чутливі до депротонування та координації. Аналогічний висновок можна зробити і про валентні коливання ν(C-C) + ν(P-O)<sub>естерна</sub> (1070–1060 см<sup>-1</sup>), ν<sub>as+s</sub>(C-O)<sub>естерна</sub> (1040–960 см<sup>-1</sup>), та ν(C-Cl) (680 см<sup>-1</sup>).

В ІЧ спектрах розглянутих сполук, смуги, котрі відповідають коливанням фосфорильної групи в цілому, не є характеристичними, але детальний порівняльний аналіз спектрів дозволяє віднести їх з високим ступенем достовірності. Слід вказати на факт максимального зсуву цих смуг поглинання у низькі частоти при переході від H[L] до (PPh<sub>4</sub>)<sub>2</sub>[L]Br·H<sub>2</sub>O (Δ<sub>max</sub> = 73 см<sup>-1</sup>). З урахуванням змін в ряду розглянутих сполук, ми вважаємо, що смугу поглинання в області 520–550 см<sup>-1</sup> можна віднести до деформаційних коливань δ(PNC).

Дослідження координаційно-хімічної поведінки диметил-N-трихлор-ацетиламідфосфату H[L], як амполідентатного ліганду, цікаве з точки зору способів його координації, оскільки він містить щонайменше три потенційних донорних центри (карбонільний та фосфорильний атоми кисню та амідний атом нітрогену).

З метою встановлення переважного центру координації ліганду був отриманий тетрафенілстибонієвий комплекс SbPh<sub>4</sub>[L]. SbPh<sub>4</sub><sup>+</sup>-катион, в силу стеричних перешкод та специфіки координаційної поведінки, може координувати лише один донорний атом.

Аналіз ІЧ-спектральних даних для тетрафенілстибонієвої сполуки, у порівнянні з даними для H[L] та солі PPh<sub>4</sub>[L] (табл. 2), свідчить про практичне співпадіння положень основних смуг поглинання у КАФ частині, окрім тих, на положення яких впливає депротонування чи (та) координація.

В. Труш, канд. хим. наук  
trush@univ.kiev.ua  
КНУ имени Тараса Шевченко, Киев

## ИК-СПЕКТРАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИМЕТИЛ-N-ТРИХЛОРАЦЕТИЛАМИДОФОСФАТА И НЕКОТОРЫХ ЕГО СОЕДИНЕНИЙ

*Синтезировано частично замещенный (H[L-d<sub>6</sub>]) и полный дейтероаналог (D[L-d<sub>6</sub>]) диметил-N-трихлорацетиламидофосфата (H[L]), а также его натриевые соли (Na[L]) и (Na[L-d<sub>6</sub>]), соответственно. На основании детального анализа данных ИК-спектров было отнесено полосы поглощения, которые отвечают колебаниям с участием имидных и метокси-группировок в молекуле карбазиламидофосфата.*

*Ключевые слова: диметил-N-трихлорацетиламидофосфат, дейтероаналог, ИК-спектроскопия*

V. Trush, PhD  
trush@univ.kiev.ua  
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv

## IR-SPECTRAL INVESTIGATIONS OF DIMETHYL-N-TRICHLOROACETYLAMIDOPHOSPHATE AND ITS SOME COMPOUNDS

*Partially H[L-d<sub>6</sub>] and full (D[L-d<sub>6</sub>]) deuterio-substituted analogues of dimethyl-N-trichloroacetylamidophosphate (H[L]) as well as its sodium salts (Na[L]) and (Na[L-d<sub>6</sub>]) have been synthesized. It was shown the possibility of their interconversion excepting the direct replacement of protons of the methyl groups on deuterons. The detailed comparative analysis of IR-spectra clearly allowed ascribing of the absorption bands corresponding to N-H and C-H valence and deformation vibrations in dimethyl-N-trichloroacetylamidophosphate molecule. The shape of the absorption band N-H in the region 3068 cm<sup>-1</sup> (for N-D – 2262 cm<sup>-1</sup>) demonstrates the realization of imidic structure among three of theoretically possible tautomeric forms of H[L] in solid state. In the spectra of the sodium salts the absence of these bands indicates the existence of dimethyl-N-trichloroacetylamidophosphate in the anionic form. Isotopic substitution of methyl protons leads to a significant low-frequency shift of the bands of stretching and deformation vibrations: (ν<sub>as+s</sub>C-H) 2958–2885 cm<sup>-1</sup>, (δ<sub>as+s</sub>C-H) 1460 cm<sup>-1</sup> in the spectrum of H[L] and (ν<sub>as+s</sub>C-D) 2274–2082 cm<sup>-1</sup>, (δ<sub>as+s</sub>C-D) 1335 cm<sup>-1</sup> in the spectrum of D[L-d<sub>6</sub>] respectively. The low-frequency shifts (Δ ≈ 60–100 cm<sup>-1</sup>) of characteristic ν(C=O) band were observed in the spectra of onic- salts and complexes due to delocalization of π-electron density in the OCNPO – chelate fragment under deprotonation or coordination. The same tendency reveals ν(P=O) band (Δ ≈ 38–128 cm<sup>-1</sup>). The biggest low-frequency shift (128 cm<sup>-1</sup>) was fixed for this absorption band in the spectrum of SbPh<sub>4</sub>[L], that allowed the definition of the most preferable donor centre of dimethyl-N-trichloroacetylamidophosphate-anion [L] – the oxygen atom of phosphoryl group.*

*Keywords: dimethyl-N-trichloroacetylamidophosphate, deuterioanalogue, IR-spectroscopy.*

Так, наприклад, ν(CO) для комплексу тетрафенілстибонію, очевидно, можна віднести до коливань карбонільної групи, яка не бере участі в координації до катіону, оскільки її положення практично співпадає з ν(CO) в іонній сполуці PPh<sub>4</sub>[L]. Відповідно, в ряді розглянутих сполук для SbPh<sub>4</sub>[L] спостерігається максимальний зсув частоти ν(PO) у низькочастотну ділянку (Δ = 60 см<sup>-1</sup> у порівнянні з положенням ν(PO) в ІЧ спектрі Na[L]). Завдяки цим даним нами було встановлено переважний центр координації у диметил-N-трихлорацетиламідфосфаті – фосфорильний атом кисню.

**Висновок.** Таким чином, проведення ізотопного заміщення в диметил-N-трихлорацетиламідфосфаті N-H протонів та протонів метильних груп на атоми дейтерію, дало можливість віднести в ІЧ-спектрах всіх синтезованих простих та комплексних сполук ті смуги поглинання, які відповідають коливанням імідної та метильних груп в КАФ.

### Список використаних джерел

- Смит А. Прикладная ИК-спектроскопия: основы, техника, аналитическое применение. М.: Мир, 1982, 328 с.
- Smit A. Applied infrared spectroscopy: fundamentals, techniques, analytical application. Moscow, Mir, 1982, 328 p.
- Накамото К. Инфракрасные спектры неорганических и координационных соединений. М.: Мир, 1966, 411 с.
- Nakamoto K. Infrared spectra of inorganic and coordination compounds. Moscow, Mir, 1966, 411 p.
- Е.А. Bundyа, V.M. Amirkhanov, V.A.Ovchynnikov, V.A.Trush, K.V. Domasevitch, J.Sieler, V.V. Skopenko. Z. Naturforsch, 1999, 54b, 1033-1038.
- Сущик О.В., Труш В.О., Амирханов В.М., Домасевич К.В. Вісник КНУ імені Тараса Шевченка, 2004, №41, 12–15.
- Susych O.V., Trush V.O., Amirkhanov V.M., Domasevych K.V. Visnyk Kyivs'koho natsional'noho universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Khimiia, 2004, 41, 12–15.
- Фосфазосоединения. (Под ред. А.В. Кирсанова). Киев: Наук. думка, 1965, 154–160.
- Phosphazocompounds. (Editor A.V. Kirsanov). Kiev, Nauk. dumka, 1965, 154–160.
- Амирханов В.М., Труш В.А. Журн. общ. химии, 1995, № 7, 1120-1124.
- Amirkhanov V.M., Trush V.A. Zhurnal obshhej himii, 1995, 7, 1120–1124.
- К.Е. Gubina, V.M. Amirkhanov, J.Swiatk-Kozłowska, V.A. Trush, K.V. Domasevitch. Polyhedron, 2005, 24(9), 1007-1014.
- М.И. Кабачник, В.А. Гиляров, Е.М. Попов. Изв. АН СССР отд. х. н., 1961, 1022–1030.
- Kabachnik M.I., Giljarov V.A., Popov E.M. Yzv. AN SSSR, otdelenie himicheskikh nauk, 1961, 1022-1030.
- Деркач Г.И., Губницкая Е.С., Шокол В.А., Кисиленко А.А. Журн. общ. химии, 1964, 34(1), 82-85.
- Derkach H.I., Gubnickaja E.S., Shokol V.A., Kisilenko A.A. Zhurnal obshhej himii, 1964, 34(1), 82-85.

Надійшла до редколегії 29.09.16