

УДК 546.185:542.91.732'47

# СКЛАД І ХІМІЧНА ПРИРОДА ПРОДУКТІВ ВЗАЄМОДІЇ В СИСТЕМІ $\text{CoSO}_4\text{—ZnSO}_4\text{—K}_4\text{P}_2\text{O}_7\text{—H}_2\text{O}$

Н.М. Антрапцева, доктор хімічних наук

Н.В. Солод, кандидат хімічних наук

О.В. Гаврилюк, студентка

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Взаємодією в системі  $\text{CoSO}_4\text{—ZnSO}_4\text{—K}_4\text{P}_2\text{O}_7\text{—H}_2\text{O}$  вперше одержано обмежений твердий розчин гідратованих дифосфатів складу  $\text{Co}_{2-x}\text{Zn}_x\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , область гомогенності якого змінюється в межах  $0 < x \leq 0,39$ . Визначено, що кристалізуються синтезовані дифосфати в моноклінній сингонії (пр. гр.  $\text{P}2_1/n$ ,  $Z=4$ ). Наведено їх кристалографічні та ІЧ-спектроскопічні характеристики. Встановлено кореляції між їх змінами та складом твердого розчину.

**Вступ.** Гідратовані кобальт(II) і цинк дифосфати використовують як основу для створення різноманітних неорганічних матеріалів: пігментів, каталізаторів, інгібіторів корозії, термочувливих фарб тощо [1, 2]. Застосування з цією метою твердих розчинів кобальт(II) і цинк дифосфатів, які у своєму складі містять обидва ці катіони, дозволить створювати матеріали з прогнозованим комплексом покращених фізико-хімічних та експлуатаційних характеристик.

Для практичної реалізації синтезу твердого розчину гідратованих кобальт(II) і цинк дифосфатів заданого складу необхідне знання кореляцій між умовами його одержання, складом і властивостями. Умови синтезу індивідуальних гідратованих кобальт(II) і цинк дифосфатів осадженням з водних розчинів досліджено [3–5]. Будь-які дані про взаємодію в системі  $\text{CoSO}_4\text{—ZnSO}_4\text{—K}_4\text{P}_2\text{O}_7\text{—H}_2\text{O}$  в літературі відсутні.

Мета даної роботи – встановити склад і хімічну природу продуктів взаємодії в системі  $\text{CoSO}_4\text{—ZnSO}_4\text{—K}_4\text{P}_2\text{O}_7\text{—H}_2\text{O}$ .

**Методика експерименту.** Взаємодію в системі  $\text{CoSO}_4\text{—ZnSO}_4\text{—K}_4\text{P}_2\text{O}_7\text{—H}_2\text{O}$  досліджували з використанням методу залишкових концентрацій [6]. Співвідношення осаджувача та катіонів  $\text{Co}^{2+}$  і  $\text{Zn}^{2+}$  ( $n = P/\Sigma\text{M}^{II}$ ) на відміну від класичного застосування методу фіксували, змінювали співвідношення між катіонами, що осаджуються, зберігаючи постійною їх сумарну концентрацію.

Враховуючи дані, одержані під час конкретизації умов взаємодії в системах  $\text{CoSO}_4\text{—K}_4\text{P}_2\text{O}_7\text{—H}_2\text{O}$  і  $\text{ZnSO}_4\text{—K}_4\text{P}_2\text{O}_7\text{—H}_2\text{O}$ , як параметри, що забезпечують спільне осадження  $\text{Co}^{2+}$  і  $\text{Zn}^{2+}$  в системі  $\text{CoSO}_4\text{—ZnSO}_4\text{—K}_4\text{P}_2\text{O}_7\text{—H}_2\text{O}$ , визначено такі: початкова концентрація вихідних розчинів – 0.1 моль/л, співвідношення в їх складі  $n = \text{P}_2\text{O}_7^{4-} / \Sigma\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+} = 0,2 \cdot 4,00 \leq K = \text{Co}^{2+} / \text{Zn}^{2+} \leq 49,00$ , тривалість кон-



такту твердої фази з маточним розчином – за досягнення рівноваги, температурний інтервал взаємодії – 293–298 К. Методика спільного осадження катіонів є аналогічною наведеної у [7].

У складі маточних розчинів і твердої фази визначали: загальний вміст фосфору гравіметричним хінолін-молібдатним методом [8]); вміст  $\text{Co}^{2+}$  і  $\text{Zn}^{2+}$  за методикою [9]; вміст води в твердій фазі за втратою маси при нагріванні до 1073 К; аніонний склад за допомогою кількісної паперової хроматографії [1].

Ідентифікацію твердої фази та вивчення синтезованих дифосфатів виконували з використанням рентгенівського

фазового аналізу (дифрактометр ДРОН-4-М, Fe K, внутрішній стандарт NaCl), та методів коливальної спектроскопії (інфрачервоної спектроскопії – спектрометр Nexus – 470, діапазон частот 400 – 4000  $\text{cm}^{-1}$ , пресування фіксованої наважки (0,05%) в матрицю калію броміду; комбінаційного розсіювання – спектрометр ДФС-52, діапазон частот 200–1700  $\text{cm}^{-1}$ ). Для потенціометричних досліджень застосовували рН-метр-мільтметр рН-150М.

**Результати та їх обговорення.** Результати потенціометричних досліджень, представлені на рис. 1, свідчать про те, що зміни значень рН маточних

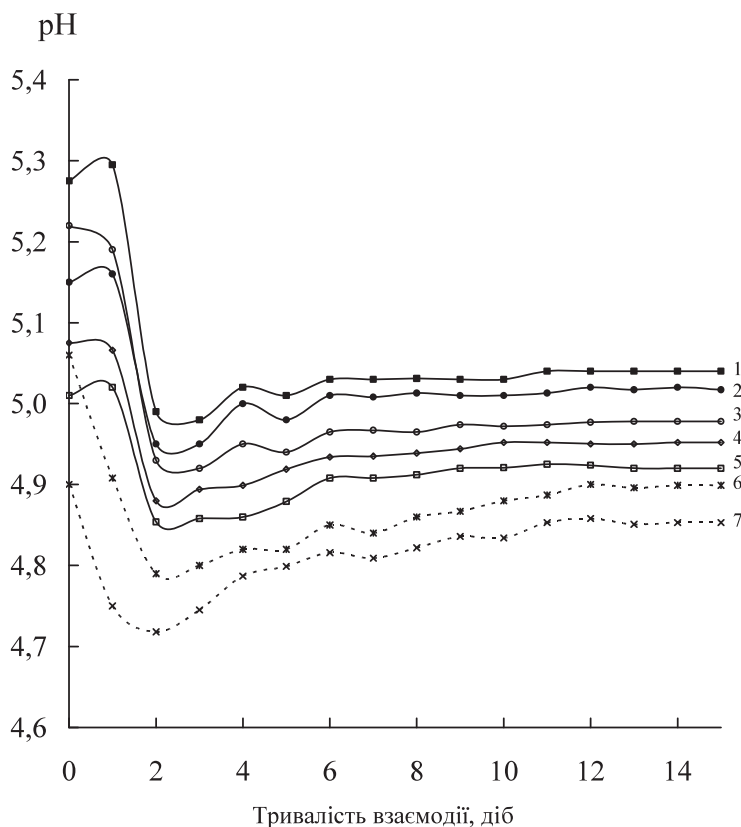


Рис. 1. Зміна рН маточних розчинів під час взаємодії в системі  $\text{CoSO}_4\text{-ZnSO}_4\text{-K}_4\text{P}_2\text{O}_7\text{-H}_2\text{O}$  за відсутності  $\text{Zn}^{2+}$  (1), за значень К ( $K = \text{Co}^{2+}/\text{Zn}^{2+}$ ): 49,00 (2), 19,00 (3), 11,50 (4), 9,00 (5), 5,67 (6), 4,00 (7)

розчинів протягом їх контакту з твердою фазою за умов  $9,00 \leq K \leq 49,00$  (криві 1–5) мають близький характер. Початкові значення рН (5,01–5,28) на 2–3 добу взаємодії знижуються до 4,85–4,99 і стабілізуються за 9 діб. Із зменшенням К до 5,67 і 4,00 (криві 6 і 7) характер зміни рН дещо відрізняється (особливо на початкових стадіях взаємодії). Тривалість досягнення рівноваги в системі збільшується до 15 діб.

Результати хімічного аналізу рівноважної твердої фази, одержаної за всіх значень К із області  $4,00 \leq K \leq 49,00$ , включаючи випадок коли  $Zn^{2+}$  у складі вихідних розчинів відсутній (табл. 1), свідчать про осадження дифосфатів (атомне співвідношення  $n_1 = P/\Sigma Co, Zn = 1,00$ ). Їх аніонний склад на 98,7–99,2 % відн. представлений дифосфатним аніоном.

Катіонний склад дифосфатів визначається значенням К у складі вихідних розчинів і змінюється пропорційно вмісту в них  $Co^{2+}$  і  $Zn^{2+}$ . Щодо вмісту води, то він в дифосфатах, одержаних за умов  $9,00 \leq K \leq 49,00$ , практично не змінюється і відповідає значенням, встановленим для  $Co_2P_2O_7 \cdot 6H_2O$  (з врахуванням заміщення частки  $Co(II)$  на  $Zn$ ). В дифосфатах, що осаджуються при  $4,00 < K < 9,00$ , вміст  $H_2O$  на 5–6 % відн. нижчий, порівняно з першою групою дифосфатів. Склад твердої фази, одержаної за відсутності цинку, відповідає розрахунковим значенням для  $Co_2P_2O_7 \cdot 6H_2O$ .

У повній відповідності до хімічного складу твердої фази перебувають результати рентгенофазового аналізу, за якими дифосфат, що утворюється за відсутності  $Zn^{2+}$ , ідентифікований як індивідуальний кобальт(II) дифосфат гексагідрат. Його рентгенометричні характеристики відповідають наведеним для  $Co_2P_2O_7 \cdot 6H_2O$  в роботах [4,5]. Дифосфати, в складі яких містяться одночасно два катіони ( $4,0 \leq K \leq 49,0$ ), за фазовим

**Таблиця 1. Характеристика дифосфатів, що утворюються в системі  $CoSO_4 - ZnSO_4 - K_3P_2O_7 - H_2O$  ( $n = P_2O_7/\Sigma Co^{2+}, Zn^{2+} = 0,2, C^0 = 0,1$  моль/л, 298 К)**

$K = Co^{2+}/Zn^{2+}$	Склад вихідних розчинів % мол.		Склад твердої фази, % мас.				$K_1^*$	Хімічний склад	Фазовий склад (за результатами РФА та ІЧ-спектроскопії)
	$CoSO_4$	$ZnSO_4$	Co	Zn	P	$H_2O$			
-	100	0	29,51 29,47**	-	15,35 15,49	27,41 27,03	-	$Co_2P_2O_7 \cdot 6H_2O$	Твердий розчин $Co_{0,88}Zn_{0,12}P_2O_7 \cdot 6H_2O$ ( $0 < x \leq 0,39$ )
49,00	98	2	27,38	2,10	15,37	27,38	14,47	$Co_{0,87}Zn_{0,13}P_2O_7 \cdot 6H_2O$	
19,00	95	5	25,08	4,53	15,39	27,30	6,14	$Co_{0,77}Zn_{0,23}P_2O_7 \cdot 6H_2O$	
11,50	92	8	23,96	5,87	15,42	27,26	4,52	$Co_{0,65}Zn_{0,35}P_2O_7 \cdot 6H_2O$	
9,00	90	10	23,48	6,31	15,44	27,25	4,13	$Co_{0,61}Zn_{0,39}P_2O_7 \cdot 6H_2O$	
5,67	85	15	22,25	6,27	15,54	25,98	3,94	$Co_{0,16}Zn_{0,30}P_2O_7 \cdot 6H_2O +$ $Zn_{0,3}P_2O_7 \cdot 5H_2O$	
4,00	80	20	17,90	11,96	15,60	25,71	1,66	Механічна суміш фаз із структурами $Co_2P_2O_7 \cdot 6H_2O$ і $Zn_3P_2O_7 \cdot 5H_2O$	

\*  $K_1$  – співвідношення  $Co/Zn$  (атомне) в складі твердої фази

\*\* Розрахункові значення



складом поділяються на дві різні групи. До першої з них належать дифосфати, що осаджуються за умов  $9,00 \leq K \leq 49,0$ , до другої –  $4,00 \leq K \leq 9,00$ . Рентгенометричні характеристики дифосфатів першої групи аналогічні між собою і відповідають одержаним для  $\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (рис. 2). На рентгенограмах дифосфатів, одержаних за  $K = 5,67$  і  $4,00$ , чітко фіксується наявність другої кристалічної фази із структурою  $\text{Zn}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , інтенсивність рефлексів якої зростає зі зменшенням значення  $K$ .

Різний фазовий склад цих двох груп дифосфатів чітко відображується і в їх ІЧ-спектрах. Форми спектральних кривих,

набір, інтенсивність та максимуми смуг поглинання в ІЧ-спектрах дифосфатів, одержаних за  $9,00 \leq K \leq 49,0$ , ідентичні між собою (табл. 2) і відповідають відомим для індивідуального  $\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  [10,11]. ІЧ-спектри дифосфатів другої групи мають певні особливості, характерні для механічної суміші двох фаз із різними структурами –  $\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  і  $\text{Zn}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Найбільш чітко вони фіксуються в області коливань молекул води, де крива поглинання має вигляд сумарної огибаючої коливань  $\nu(\text{OH})$ , які належать дифосфатам різної гідратності.

Інтерпретація даних хімічного аналізу, рентгенометричних та ІЧ-спектро-

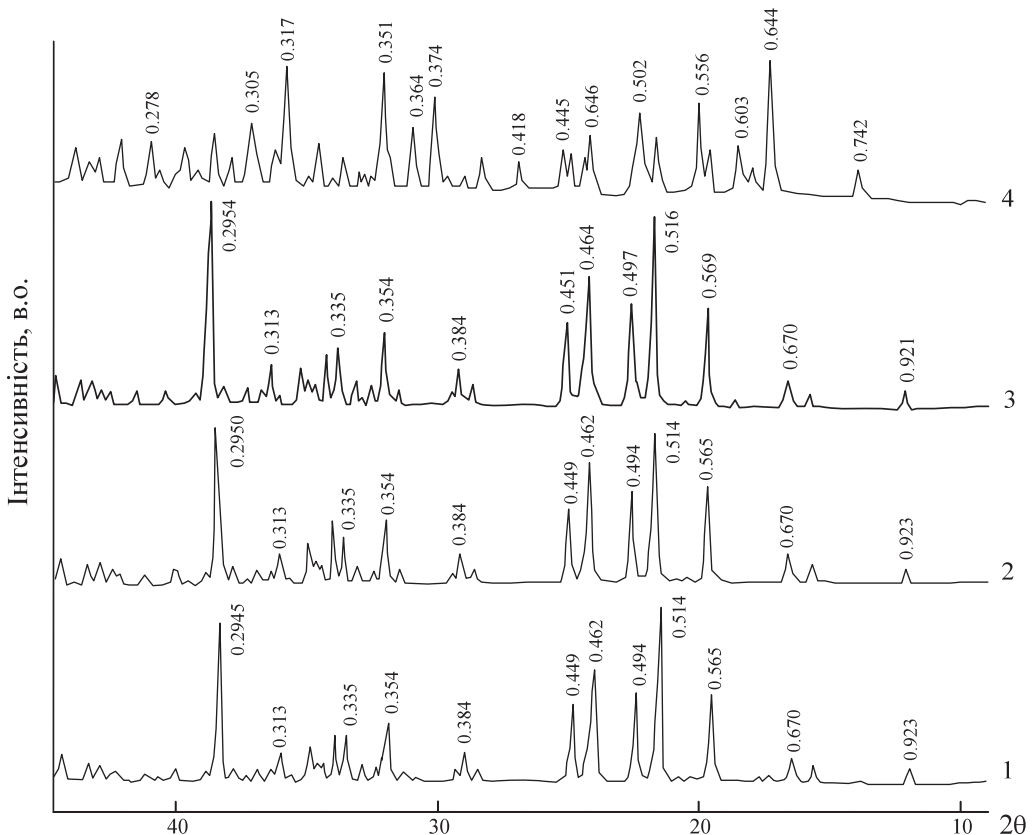


Рис. 2. Зміна рН маточних розчинів під час взаємодії в системі  $\text{CoSO}_4\text{-ZnSO}_4\text{-K}_4\text{P}_2\text{O}_7\text{-H}_2\text{O}$  за відсутності  $\text{Zn}^{2+}$  (1), за значень  $K$  ( $K = \text{Co}^{2+}/\text{Zn}^{2+}$ ): 49,00 (2), 19,00 (3), 11,50 (4), 9,00 (5), 5,67 (6), 4,00 (7)

скопичних досліджень дифосфатів свідчить про те, що під час взаємодії в системі  $\text{CoSO}_4\text{--ZnSO}_4\text{--K}_4\text{P}_2\text{O}_7\text{--H}_2\text{O}$  утворюється обмежений твердий розчин заміщення із загальною формулою  $\text{Co}_{2-x}\text{Zn}_x\text{P}_2\text{O}_7\cdot 6\text{H}_2\text{O}$  ( $0 < x \leq 0,39$ ). Склад насиченого твердого розчину відповідає дифосфату  $\text{Co}_{1,61}\text{Zn}_{0,39}\text{P}_2\text{O}_7\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Утворюється він внаслідок ізоморфного заміщення  $\text{Co(II)}$  у структурі дифосфату-матриці –  $\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7\cdot 6\text{H}_2\text{O}$  на  $\text{Zn}$ . Спроби замістити на  $\text{Zn}$  більш ніж 6,31 мас.%  $\text{Co(II)}$  призводять до осадження механічної суміші двох кристалічних фаз – наси-

ченого твердого розчину заміщення  $\text{Co}_{1,61}\text{Zn}_{0,39}\text{P}_2\text{O}_7\cdot 6\text{H}_2\text{O}$  і фази структури  $\text{Zn}_2\text{P}_2\text{O}_7\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .

В ІЧ-спектрах  $\text{Co}_{2-x}\text{Zn}_x\text{P}_2\text{O}_7\cdot 6\text{H}_2\text{O}$  ( $0 < x \leq 0,39$ ) наявність ізоморфного катіону фіксується незначним зміщенням смуг  $\nu(\text{OH})$  у високочастотну область спектра (табл. 2). Розширення смуги  $\nu(\text{OH})$  і зсув частот в низькочастотну область спектра (порівняно з коливаннями вільної молекули води  $\nu_0 = 3700 \text{ см}^{-1}$ ), вказують на існування в структурі дифосфатів твердого розчину системи досить сильних Н-зв'язків, які відрізняються за енергією і напрямленістю.

**Таблиця 2. Хвильові числа ( $\text{см}^{-1}$ ) максимумів смуг поглинання в ІЧ-спектрах  $\text{Co}_{2-x}\text{Zn}_x\text{P}_2\text{O}_7\cdot 6\text{H}_2\text{O}$  ( $0 < x \leq 0,39$ )**

$\text{Co}_{1,87}\text{Zn}_{0,13}\text{P}_2\text{O}_7\cdot 6\text{H}_2\text{O}$	$\text{Co}_{1,61}\text{Zn}_{0,39}\text{P}_2\text{O}_7\cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Віднесення смуг поглинання
3530	3531	} $\nu(\text{OH})$
3493	3494	
3425	3425	
3340 пл.	3342 пл.	
3215	3228	
3049	3050	
1655	1655	} $\delta(\text{H}_2\text{O})$
1643	1640	
1536	1535	
1153 пл.	1152 пл.	} $\nu_{\text{as}}(\text{PO}_3)$
1135 пл.	1135 пл.	
1125	1126	} $\nu_{\text{s}}(\text{PO}_3)$
1100	1100	
1025	1025	
923	923	} $\nu_{\text{as}}(\text{POP})$
873 пл.	872 пл.	
825	827	} $\nu_{\text{s}}(\text{POP})$
741	740	
618	618	
591 пл.	591 пл.	} $\delta(\text{PO})$
561	561	
524	523	} $\nu(\text{M-O})$
495	495	



Розрахунки енергії Н-зв'язків свідчать про те, що високочастотний максимум у спектрі  $\text{Co}_{1.61}\text{Zn}_{0.39}\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  співвідноситься з коливаннями ОН-груп молекул води, що приймають участь в утворенні відносно слабких міжмолекулярних водневих зв'язків, енергія яких не перевищує 11,3 кДж/моль. Низькочастотна смуга поглинання (максимум  $3050\text{ см}^{-1}$ ) вказує на утворення досить міцного Н-зв'язку, енергія якого досягає 43,3 кДж/моль. Такий зв'язок може утворюватись між ОН-групами молекул води та дифосфатним аніоном.

В області деформаційних коливань молекул води реєструється три компоненти смуги  $\delta(\text{H}_2\text{O})$ , які свідчать про наявність у структурі дифосфатів трьох кристалографічно неідентичних видів молекул кристалогідратної води.

Кількість смуг поглинання в області коливань груп  $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$  (табл. 2) свідчить про низьку симетрію дифосфатного аніона, характерним для якої є зогнута конфігурація містка Р–О–Р. Кут  $\text{POP}$ , враховуючи високу інтенсивність і частоту смуги  $\nu(\text{POP})$ , не перевищує 1600 і в дифосфатах твердого розчину  $\text{Co}_{2-x}\text{Zn}_x\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  ( $0 < x \leq 0,39$ ) різного складу практично не змінюється.

Дифосфати твердого розчину – по-

лікристиали рожевого забарвлення, насиченість кольорового тону яких визначається вмістом  $\text{Co}(\text{II})$  і змінюється від насиченого рожевого для  $\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  до світло-рожевого для дифосфату з максимальним вмістом  $\text{Zn}(\text{II})$  складу  $\text{Co}_{1.61}\text{Zn}_{0.39}\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

Кристалізуються  $\text{Co}_{2-x}\text{Zn}_x\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  ( $0 < x \leq 0,39$ ) у моноклінній сингонії (пр. гр.  $\text{P}2_1/\text{n}$ ,  $Z=4$ ) з параметрами елементарної комірки, що мають близькі значення для дифосфатів різного катіонного складу. Цей факт пов'язаний, як з близькістю йонних радіусів  $\text{Co}^{2+}$  ( $r_{\text{йон.}} = 0,088\text{ нм}$ ) і  $\text{Zn}^{2+}$  ( $r_{\text{йон.}} = 0,089\text{ нм}$ ), так і з відносно малим ступенем заміщення  $\text{Co}(\text{II})$ . Для насиченого твердого розчину складу  $\text{Co}_{1.61}\text{Zn}_{0.39}\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  параметри елементарної комірки становлять, нм:  $a = 0,7199$  (3),  $b = 1,8356$  (4),  $c = 0,7680$  (3),  $V = 1,0410\text{ нм}^3$ ,  $\beta = 92,250$  (5).

Отже, продуктами взаємодії в системі  $\text{CoSO}_4\text{--ZnSO}_4\text{--K}_4\text{P}_2\text{O}_7\text{--H}_2\text{O}$  є гідратовані дифосфати складу  $\text{Co}_{2-x}\text{Zn}_x\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . За хімічною природою вони є обмеженим твердим розчином, що утворюється внаслідок ізоморфного заміщення  $\text{Co}(\text{II})$  на  $\text{Zn}$  в структурі дифосфату-матриці –  $\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Області гомогенності твердого розчину складають  $0 < x \leq 0,39$ .

## Література

1. Щегров Л.Н. Фосфаты двухвалентных металлов. – К.: Наук. думка, 1987. – 216 с.
2. Каназава Т. Неорганические фосфатные материалы: Пер. с англ. – К.: Наук. думка, 1998. – 297 с.
3. Кохановский В.В. Исследование малорастворимых соединений в системе  $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7\text{--Zn}(\text{NO}_3)_2\text{--H}_2\text{O}$  // Журн. неорган. химии. – 1995. – 40, № 1. – С. 173–176.
4. Кохановский В.В., Продан Е.А. Исследование взаимодействия дифосфата калия с азотно-кислым кобальтом в водном растворе // Журн. неорган. химии. – 1988. – 33, № 3. – С. 761–765.
5. Антрапцева Н.М., Ткачева Н.В. Синтез и термические свойства  $\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  // Журн. прикладной химии. – 2009. – 82, № 7. – С. 1153–1159.
6. Береснев Э.Н. Метод остаточных концентраций. – М.: Наука, 1992. – 282 с.
7. Антрапцева Н.М., Ткачева Н.В. Об условиях синтеза твердого раствора  $\text{Zn}_{2-x}\text{Co}_x\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  заданного состава // Вопросы химии и химической технологии. – 2007. – № 6. – С. 7–12.

8. Удобрения минеральные: Методы анализа: ГОСТ 20851.2 – 75 (СТ СЭВ 1326–78). – [Чинний від 1976–01–01]. – М. : Госком. СССР по стандартам, 1986. – 42 с.
9. Антрапцева Н.М., Дегтяренко Л.Н., Рябцева Н.В. Определение марганца, кобальта, цинка в двойных фосфатах // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. – 1992. – 35, №10. – С. 40–45.
10. Атлас инфракрасных спектров фосфатов. Конденсированные фосфаты / Р.Я. Мельникова, В.В. Печковский, Е.Д. Дзюба, И.Е. Малашонок. – М.: Наука, 1985. – 240 с.
11. Vibrational spectra and thermal dehydratoin of  $\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  diphosphate / M. Harcharras, A. Ennaciri, F. Capitelli, G. Mattei // Vibrational Spectroscopy. – 2003. – 33. – P. 189–196.

## АННОТАЦІЯ

**Антрапцева Н.М., Солод Н.В., Гаврилюк О.В.** Состав и химическая природа продуктов взаимодействия в системе  $\text{CoSO}_4\text{--ZnSO}_4\text{--K}_4\text{P}_2\text{O}_7\text{--H}_2\text{O}$  // Биоресурсы и природопользование. – 2013. – 5, № 3–4. – С. 44–50.

Взаимодействием в системе  $\text{CoSO}_4\text{--ZnSO}_4\text{--K}_4\text{P}_2\text{O}_7\text{--H}_2\text{O}$  впервые получен ограниченный твердый раствор гидратированных дифосфатов состава  $\text{Co}_{2-x}\text{Zn}_x\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , область гомогенности которого изменяется в пределах  $0 < x \leq 0.39$ . Установлено, что кристаллизуются синтезированные дифосфаты в моноклинной сингонии (нр. гр.  $P2_1/n$ ,  $Z=4$ ). Приведены их кристаллографические и ИК-спектроскопические характеристики. Установлены корреляции между их изменениями и составом твердого раствора.

## SUMMARY

**N. Antraptseva, N. Solod, O. Gavryliuk.** Composition and the chemical nature of products of interaction in system  $\text{CoSO}_4\text{--ZnSO}_4\text{--K}_4\text{P}_2\text{O}_7\text{--H}_2\text{O}$  // Biological Resources and Nature Management. – 2013. – 5, № 3–4. – P. 44–50.

By interaction in the system  $\text{CoSO}_4\text{--ZnSO}_4\text{--K}_4\text{P}_2\text{O}_7\text{--H}_2\text{O}$  the limited solid solution of hydrated diphosphates with composition  $\text{Co}_{2-x}\text{Zn}_x\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  for the first time is received. The area of homogeneity these diphosphates changes in bounds  $0 < x \leq 0.39$ . It is determined, that synthesized diphosphates is crystallized in monoclinic system (sp. gr.  $P2_1/n$ ,  $Z=4$ ). The crystallographic and IR-spectroscopic characteristics for synthesized diphosphates are determined. Correlations between their changes and composition of solid solution are established.