

Корисна модель відноситься до нових хімічних сполук координаційної будови, а саме потрійної солі міді(II), цинку і кадмію з аміаком та ортофосфатним іоном у твердому стані загальної формули $Cu_{3-x-y}Zn_xCd_y(PO_4)_{2,0} \cdot n(NH_3) \cdot m(H_2O)$ де $x=0,75 \div 1,5$; $y=0,75 \div 1,5$; $x+y=1,5 \div 2,25$; $n=2,3-3,0$; $m=2,5-2,8$.

Найбільш близьким за хімічною суттю і досягнутим результатом до винаходу, що передбачається, є кристалічний подвійний аквааміномонофосфат міді(II)-цинку складу $[Cu_{1,5}Zn_{1,5} \cdot 3NH_3 \cdot 3,5H_2O]$, одержаний шляхом розчинення кристалічних гідратованих ортофосфатів міді(II) і цинку в концентрованому водному розчині аміаку з подальшим додаванням до розчину, що утворився, ацетону, відділенням донної фази і її висушуванням при кімнатній температурі до постійної маси [Пат. 18822 СО 1В 25/26 UA /Кристалічний подвійний аквааміномонофосфат міді(II)-цинку. - Бюл. № 11, 15.11.2006.]

Недоліком найближчого аналогу стосовно об'єкту, що заявляється, є неможливість одержання кристалічної потрійної солі ортофосфату акваамініміді(II)-цинку-кадмію за вказаною процедурою внаслідок ряду причин:

- 1) передбачувана наявність у складі речовини лише двох двовалентних металів Cu і Zn та відсутність Cd;
- 2) недостатні умови для одержання індивідуальної сполуки, яка відноситься до потрійних солей за складом катіонів і одночасно до акваамінофосфатів координаційної будови;
- 3) наявність у складі потрійної солі ортофосфату акваамініміді(II)-цинку-кадмію трьох металів робить її більш універсальною за своїми властивостями при використанні.

Корисною моделлю ставлення завдання одержати у твердому стані кристалічну потрійну сіль ортофосфату акваамініміді(II)-цинку-кадмію, що відноситься до координаційних солей за будовою комплексного катіону, у якій можна регулювати співвідношення вмісту Cu^{2+} : Zn^{2+} : Cd^{2+} (моль:моль).

Поставлене корисною моделлю завдання досягається тим, що кристалічну потрійну сіль ортофосфату акваамініміді(II)-цинку-кадмію індивідуального складу загальної формули $Cu_{3-x-y}Zn_xCd_y(PO_4)_{2,0} \cdot n(NH_3) \cdot m(H_2O)$ де $x = 0,75 \div 1,5$; $y=0,75 \div 1,5$; $x+y=1,5 \div 2,25$; $n=2,3-3,0$; $m=2,5 \div 2,8$ одержують, використовуючи у якості вихідних реагентів ортофосфати міді(II) $Cu_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$, цинку $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$ і кадмію $Cd_3(PO_4)_2 \cdot 5H_2O$, концентрований водний розчин аміаку (23-25% мас.) та ацетон. Синтез виконують у такому порядку. Наважки фосфатів міді(II), цинку та кадмію, взятих виходячи із заданого мольного співвідношення Cu^{2+} : Zn^{2+} : Cd^{2+} в цільовому продукті, повністю розчиняють у концентрованому водному аміаку. Одержаний розчин вливають в ацетон і утворену при цьому маслянисту донну фазу синього кольору відділяють від маточного розчину і витримують на повітрі при $15-25^\circ C$ до повного тверднення та постійної маси. Одержують полідисперсні речовини синього кольору, що відповідають брутто-формулі $(3-x-y)CuO \cdot xZnO \cdot yCdO \cdot P_2O_5 \cdot (2,3-3,0)NH_3 \cdot (2,5-2,8)H_2O$.

Приклад 1. В 50мл 23%-го водного аміаку розчиняють повністю при перемішуванні 1,500г твердого $Cu_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$ (56,3% CuO), 1,594г твердого $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$ (52,98% ZnO) і 1,546г твердого $Cd_3(PO_4)_2 \cdot 5H_2O$ (63,01% CdO). Одержаний розчин вливають в 100мл ацетону. Утворюється донна фаза у вигляді маслянистої рідини синього кольору, яку далі відділяють від маточного розчину і витримують при $15-25^\circ C$ до повного тверднення. Висушують осад на повітрі до постійної маси. Одержують полідисперсний порошок синього кольору, який за хімічним складом відповідає брутто-формулі $1,0CuO \cdot 1,0ZnO \cdot 1,0CdO \cdot P_2O_5 \cdot 2,3NH_3 \cdot 2,8H_2O$, молекулярна формула фосфату $Cu_{1,0}Zn_{1,0}Cd_{1,0}(PO_4)_2 \cdot 2,3NH_3 \cdot 2,8H_2O$.

Приклад 2. В 50мл 23%-го водного аміаку розчиняють повністю при перемішуванні 2,000г твердого $Cu_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$ (56,3% CuO), 1,063г твердого $Cd_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$ (52,98% ZnO) і 0,892г твердого $Cd_3(PO_4)_2 \cdot 5H_2O$ (63,01% CdO). Одержаний розчин вливають в 100 мл ацетону. Утворюється донна фаза у вигляді маслянистої рідини синього кольору, яку далі відділяють від маточного розчину і витримують при $15-25^\circ C$ до повного тверднення. Висушують осад на повітрі до постійної маси. Одержують полідисперсний порошок синього кольору, який за хімічним складом відповідає брутто-формулі $1,5CuO \cdot 0,75ZnO \cdot 0,75CdO \cdot P_2O_5 \cdot 3,0NH_3 \cdot 2,8H_2O$, молекулярна формула фосфату $Cu_{1,5}Zn_{0,75}Cd_{0,75}(PO_4)_2 \cdot 2,3NH_3 \cdot 2,8H_2O$.

Приклад 3. В 50мл 23%-го водного аміаку розчиняють повністю при перемішуванні 0,941г твердого $Cu_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$ (56,3% CuO), 2,000г твердого $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$ (52,98% ZnO) і 0,839г твердого $Cd_3(PO_4)_2 \cdot 5H_2O$ (63,01% CdO). Одержаний розчин вливають в 100 мл ацетону. Утворюється донна фаза у вигляді маслянистої рідини синього кольору, яку далі відділяють від маточного розчину і витримують при $15-25^\circ C$ до повного тверднення. Висушують осад на повітрі до постійної маси. Одержують полідисперсний порошок синього кольору, який за хімічним складом відповідає брутто-формулі $0,75CuO \cdot 1,5ZnO \cdot 0,5CdO \cdot P_2O_5 \cdot 2,9NH_3 \cdot 2,5H_2O$, молекулярна формула фосфату $Cu_{0,75}Zn_{1,5}Cd_{0,5}(PO_4)_2 \cdot 2,9NH_3 \cdot 2,5H_2O$.

В одержаних за прикладом 1-3 сполуках наявність координованого катіонами Cu^{2+} та Zn^{2+} кадмію підтверджено даними ІЧ спектроскопії. У табл. 2 наведено характерні частоти смуг поглинання координованих молекул NH_3 на ІЧ спектрах продуктів.

На ІЧ спектрах усіх сполук спостерігаються смуги поглинання в інтервалі $1500-1220cm^{-1}$ характерні для координованої молекули аміаку, які відсутні на ІЧ спектрах вихідних гідратованих ортофосфатів. В області $1025-975cm^{-1}$ розміщений ряд сильних смуг поглинання, які відносяться до асиметричних.

Загальну формулу синтезованої речовини встановлено за її хімічним складом (табл. 1).

Таблиця 1

Визначення хімічної формули кристалічного потрійного аквааміноортофосфату міді(II)-цинку-кадмію

Показники складу речовини за прикладами	Компоненти продуктів					
	CuO	ZnO	CdO	P ₂ O ₅	NH ₃	H ₂ O
Складові компоненти						
Вміст компонентів, %						
за прикладом 1	15,27	15,66	24,63	27,28	7,51	9,66
за прикладом 2	22,92	18,46	11,76	27,28	9,89	9,65
за прикладом 3	11,67	23,88	18,79	27,75	9,51	8,66
Мольні частки компонентів						
за прикладом 1	0,1920	0,1924	0,1919	0,1922	0,4421	0,5368

за прикладом 2	0,2883	0,1438	0,1445	0,1922	0,5820	0,5363
за прикладом 3	0,1468	0,2934	0,1463	0,1955	0,5592	0,4811
Стехіометричні коефіцієнти компонентів у брутто-формулі сполуки						
за прикладом 1	1,0	1,0	1,0	1,0	2.3	2,8
за прикладом 2	1,5	0,75	0,75	1.0	3.0	2,8
за прикладом 3	0,75	1,5	0,75	1,0	2,9	2,5
Брутто-формула речовини за компонентним складом						
за прикладом 1	1,0CuO·1,0ZnO·1,0CdO·P ₂ O ₅ ·2,3NH ₃ ·2,8H ₂ O					
за прикладом 2	1,5CuO·0,75ZnO·0,75CdO·P ₂ O ₅ ·3,0NH ₃ ·2,8H ₂ O					
за прикладом 3	0,75CuO·1,5ZnO·0,75CdO·P ₂ O ₅ ·2,9NH ₃ ·2,5H ₂ O					
Хімічна формула за речовинним складом						
за прикладом 1	Cu _{1,0} Zn _{1,0} Cd _{1,0} (PO ₄) ₂ ·2,3NH ₃ ·2,8H ₂ O					
за прикладом 2	Cu _{1,5} Zn _{0,75} Cd _{0,75} (PO ₄) ₂ ·2,3NH ₃ ·2,8H ₂ O					
за прикладом 3	Cu _{0,75} Zn _{1,5} Cd _{0,75} (PO ₄) ₂ ·2,9NH ₃ ·2,5H ₂ O					

коливань групи PO₄³⁻, а в області 970-928 см⁻¹ - до симетричних валентних коливань PO₄³⁻.

Слабкі смуги спостерігаються в області 715-705см⁻¹, що відповідають лібраційним коливанням координованого аміаку. Нижче 615см⁻¹ розміщені смуги поглинання, які відносяться до деформаційних асиметричних і симетричних коливанням PO₄³⁻, а також і коливанням зв'язків Me-N і Me-O.

Результати рентгенофазового аналізу показали, що синтезовані, за вказаних умов, потрійні ортофосфати акваамініміди(II)-цинку-кадмію індивідуального складу загальної формули Cu_{3-x-y}Zn_xCd_y(PO₄)_{2,0-n}(NH₃)_m(H₂O) де x = 0,75÷1,5; y=0,75÷1,5, x+y=1,5÷2,25; n=2,3÷3,0; m=2,5-2,8 є кристалічними і задовільно індиціюються в триклинній сингонії. В табл. 3. наведено основні кристалографічні характеристики потрійного ортофосфату акваамініміди(II)-цинку-кадмію.

Таблиця 3

Кристалохімічні характеристики ортофосфату акваамініміди(II)-цинку-кадмію

Речовина	Параметри кристалічної гратки, Å			Кути, град.			Об'єм комірки, Å ³	Синьонія
	a	b	c	α	β	γ		
Cu _{1,0} Zn _{1,0} Cd _{1,0} (PO ₄) ₂ ·2,3NH ₃ ·2,8H ₂ O	9,920(8)	12,784(4)	20,008(1)	90	90	90	2537,67	Триклинна
Cu _{1,5} Zn _{0,75} Cd _{0,75} (PO ₄) ₂ ·2,3NH ₃ ·2,8H ₂ O	9,997(4)	12,620(9)	20,039(3)	90	90	90	2522,61	Триклинна
Cu _{0,75} Zn _{1,5} Cd _{0,75} (PO ₄) ₂ ·2,9NH ₃ ·2,5H ₂ O	10,028(6)	15,938(9)	20,011(0)	90	90	90	3198,65	Триклинна

Частоти максимумів смуг поглинання NH₃ на ІЧ спектрах ортофосфатів акваамініміди(II) - цинку - кадмію.

Me ₃ (PO ₄) ₂ ·xH ₂ O	Cu _{1,0} Zn _{1,0} Cd _{1,0} (PO ₄) ₂ ·2,3NH ₃ ·2,8H ₂ O	Cu _{1,5} Zn _{0,75} Cd _{0,75} (PO ₄) ₂ ·2,3NH ₃ ·2,8H ₂ O	Cu _{0,75} Zn _{1,5} Cd _{0,75} (PO ₄) ₂ ·2,9NH ₃ ·2,5H ₂ O
3465-3370с.ш.	3475-3110с.ш.	3490-3160с.ш.	3470-3150с.ш.
1590 ер.	1630 ер. 1600с.	1600с.	1620 ер. 1600с.
-	1480 пл. 1435 ер.	1500пл. 1453 сл.	1490пл. 1435 пл.
-	1370с. 1237 ер.	1380с. 1225 ер.	1375с. 1220 ер.
1135с.	1020с.	1090с.	1010с.
1035с.	975сл	985с.	980пл.
1000пл.			
970с.	930сл.	930сл	928пл.
942 пл.			
-	715пл.	705 пл.	705 пл.
615 пл.	600 сл.	605 пл.	610 сл.
605с.	575 ер.		
585 сл.	540 сл.	570 ер.	568 ер.
543 сл.	420 сл.	530 пл.	525 сл.

с. - сильна; ер. - середня; сл. - слабка; ш. - широка інтенсивна смуга поглинання; пл. - плече.