

УДК 541.123.31:544.351.3

Р.Ш.Еркасов<sup>1</sup>, Р.М.Несмеянова<sup>2</sup>, А.Колпек<sup>2</sup>, Г.Ж.Байсалова<sup>1</sup>,  
Г.Г.Абдуллина<sup>2</sup>, Р.С.Оразбаева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, Астана;

<sup>2</sup>Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова  
(E-mail: erkass@mail.ru)

### **Растворимость в системе хлорид марганца – карбамид – хлороводородная кислота – вода при 25 °С**

Методом растворимости при 25 °С изучены гетерогенные равновесия в четырехкомпонентной системе: хлорид марганца – карбамид – хлороводородная кислота – вода. Найдены закономерности взаимного влияния компонентов друг на друга, концентрационные границы образования соединений, существование которых было ранее установлено при изучении растворимости составляющих трехкомпонентных систем, а также двух новых координационных соединений, содержащих в своем составе одновременно хлорид марганца, карбамид и хлороводородную кислоту.

*Ключевые слова:* метод растворимости, четырёхкомпонентная система, карбамид, хлороводородная кислота, амидкислота, координационные соединения марганца.

В продолжение исследования процессов и продуктов взаимодействия в четырёхкомпонентных системах соль биометалла – амид – кислота – вода [1, 2] изучена растворимость в системе хлорид марганца – карбамид – хлороводородная кислота – вода.

Метод изучения растворимости в системе заключался в насыщении эвтонических растворов систем хлорид марганца – карбамид – вода и карбамид – хлороводородная кислота – вода возрастающими количествами четвёртого компонента. Пробы твёрдой и жидкой фаз анализировали химическими анализами на содержание хлорида марганца (комплексометрическое титрование трилоном Б), карбамида (по количеству азота методом Кьельдаля), хлороводородной кислоты (титрование 0,1 н. раствором гидроксида натрия), твердая фаза контролировалась также кристаллооптическим и рентгенофазовым методами анализа [3–5].

Результаты по растворимости в системе приведены в таблице (мас. %) и графически изображены на рисунке в виде центральной проекции пространственной изотермы.

Фигуративные точки на проекции диаграммы выражают состав безводной части системы (солевой состав). Для учёта содержания воды в системе рассчитаны значения водного числа, которое равно количеству молей воды, необходимого для растворения 1 моля суммы солей, находящихся в растворе.

Ветвь изотермы, включающая точки 1–5, отвечает кристаллизации эвтонического состава системы хлорид марганца – карбамид – вода  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{MnCl}_2 \cdot 4\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ . С ростом концентрации хлороводородной кислоты в эвтоническом растворе от 0 до 6,80 % происходит кристаллизация этих соединений из растворов содержащих карбамид от 63,19 до 59,01 % и хлорид марганца от 15,94 до 19,18 %. При этом наблюдается понижение значения водного числа от 0,98 до 0,63, что указывает на всаливающее действие хлороводородной кислоты на растворимость эвтонической смеси. В результате протекающего взаимодействия в точке 5 наблюдается кристаллизация нового химического соединения —  $\text{MnCl}_2 \cdot 2\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{HCl}$ .

Таблица

Растворимость в системе  $MnCl_2 - CO(NH_2)_2 - HCl - H_2O$  при 25 °С

№ точек	Состав жидкой фазы, мас. %			Состав жидкой фазы в сухих компонентах, мас. %			Водное число, ω	Равновесная твердая фаза	
	$MnCl_2$	$CO(NH_2)_2$	HCl	$H_2O$	$MnCl_2$	$CO(NH_2)_2$			HCl
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	15,94	63,19	0	20,87	20,14	79,86	0	0,98	$CO(NH_2)_2 + MnCl_2 \cdot 4CO(NH_2)_2$
2	18,01	61,62	1,34	19,03	22,24	76,10	1,65	0,88	"–"
3	18,55	59,78	3,17	18,5	22,76	73,35	3,89	0,84	"–"
4	19,15	59,13	5,71	16,01	22,80	70,40	6,80	0,69	"–"
5	19,18	59,01	6,80	15,01	22,57	69,43	8,00	0,63	$CO(NH_2)_2 + MnCl_2 \cdot 4CO(NH_2)_2 + MnCl_2 \cdot 2CO(NH_2)_2 \cdot HCl$
6	20,99	57,08	6,91	15,02	24,70	67,17	8,13	0,64	$MnCl_2 \cdot 4CO(NH_2)_2$
7	23,11	54,17	7,08	15,64	27,39	64,21	8,39	0,68	"–"
8	25,44	51,50	8,57	14,49	29,75	60,23	10,02	0,62	"–"
9	26,41	49,09	9,99	14,51	30,89	57,42	11,69	0,62	"–"
10	28,58	46,08	11,37	13,97	33,22	53,36	13,22	0,59	"–"
11	28,36	44,78	12,88	13,98	32,97	52,06	14,97	0,59	$MnCl_2 \cdot 4CO(NH_2)_2 + MnCl_2 \cdot 2CO(NH_2)_2 + MnCl_2 \cdot CO(NH_2)_2 \cdot HCl$
12	29,06	41,6	10,34	19	35,88	51,36	12,7	0,87	$MnCl_2 \cdot 4CO(NH_2)_2 + MnCl_2 \cdot 2CO(NH_2)_2$
13	30,63	38,56	7,86	22,95	39,75	50,05	10,20	1,16	"–"
14	29,79	36,32	5,97	27,92	41,33	50,39	8,28	1,54	"–"
15	29,58	34,06	3,42	32,94	44,11	50,79	5,10	2,04	"–"
16	27,48	31,98	1,40	39,14	45,15	52,55	2,30	2,75	"–"
17	26,61	30,50	0	42,89	46,59	53,41	0	3,31	"–"
18	0	58,40	11,56	30,04	0	83,48	16,52	1,29	$CO(NH_2)_2 + 2CO(NH_2)_2 \cdot HCl$
19	2,36	58,05	11,57	28,02	3,28	80,65	16,07	1,19	"–"
20	4,47	57,84	11,72	25,97	6,04	78,13	15,83	1,09	"–"
21	7,37	60,93	12,63	19,07	9,11	75,29	15,61	0,75	"–"
22	10,13	61,04	12,85	15,98	12,06	72,65	15,29	0,61	"–"
23	13,08	60,72	13,25	12,95	15,03	69,75	15,22	0,49	$CO(NH_2)_2 + 2CO(NH_2)_2 \cdot HCl + MnCl_2 \cdot 2CO(NH_2)_2 \cdot HCl$
24	14,42	57,83	12,72	15,03	16,97	68,06	14,97	0,58	$MnCl_2 \cdot 2CO(NH_2)_2 \cdot HCl$
25	15,44	57,77	11,73	15,06	18,18	68,01	13,81	0,59	"–"

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
26	17,68	57,49	10,30	14,53	20,69	67,26	12,05	0,58	"-
27	18,88	58,74	8,35	14,03	21,96	68,33	9,71	0,57	"-
28	13,15	59,14	15,67	12,04	14,95	67,24	17,81	0,44	2CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> · HCl
29	13,12	57,23	17,61	12,04	14,92	65,06	20,02	0,43	"-
30	14,41	54,21	19,32	12,06	16,39	61,64	21,97	0,43	"-
31	15,25	52,29	20,42	12,04	17,34	59,45	23,22	0,43	"-
32	15,52	49,51	22,92	12,05	17,65	56,29	26,06	0,42	"-
33	15,82	47,86	24,3	12,02	17,98	54,40	27,62	0,42	"-
34	15,90	45,98	26,36	11,76	18,02	52,11	29,87	0,40	2CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> · HCl + CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> · HCl + + MnCl <sub>2</sub> · CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> · HCl
35	0	46,98	22,91	30,11	0	67,22	32,78	1,18	2CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> · HCl + CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> · HCl
36	1,72	48,10	24,12	26,06	2,33	65,05	32,62	0,98	"-
37	5,04	48,16	24,75	22,05	6,47	61,78	31,75	0,80	"-
38	7,30	48,72	25,95	18,03	8,91	59,44	31,66	0,63	"-
39	9,56	47,49	25,97	16,98	11,52	57,20	31,28	0,60	"-
40	11,75	47,29	26,08	14,88	13,80	55,56	30,64	0,52	"-
41	16,33	43,45	26,96	13,26	18,83	50,99	31,08	0,46	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> · HCl
42	17,50	38,82	27,6	16,08	20,85	46,26	32,89	0,58	"-
43	17,95	36,18	27,86	18,01	21,89	44,13	33,98	0,66	"-
44	18,38	31,50	29,18	20,94	23,25	39,84	36,91	0,79	"-
45	17,53	28,08	30,40	23,99	23,06	36,94	39,99	0,92	"-
46	16,52	24,19	32,25	27,04	22,64	33,16	44,20	1,06	"-
47	14,54	21,79	33,62	30,05	20,79	31,15	48,06	1,19	"-
48	18,38	43,58	25,01	13,03	21,13	50,11	28,76	0,46	MnCl <sub>2</sub> · CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> · HCl
49	21,55	43,45	21,89	13,11	24,80	50,01	25,19	0,49	"-
50	23,86	43,07	19,60	13,47	27,57	49,77	22,65	0,52	"-
51	25,13	43,58	17,15	14,14	29,27	50,76	19,97	0,56	"-
52	27,34	43,89	14,79	13,98	31,78	51,02	17,19	0,57	"-
53	28,58	41,10	15,21	15,11	33,67	48,42	17,92	0,63	MnCl <sub>2</sub> · 2CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>
54	30,85	37,86	15,33	15,96	36,71	45,05	18,24	0,68	"-
55	33,24	33,20	16,55	17,01	40,05	40,00	19,94	0,74	"-
56	33,21	30,11	17,5	19,18	41,09	37,26	21,65	0,85	"-
57	34,39	26,42	20,13	19,06	42,49	32,64	24,87	0,84	"-
58	34,92	24,08	21,11	19,89	43,59	30,06	26,35	0,88	"-
59	34,03	22,53	23,49	19,95	42,51	28,14	29,34	0,86	MnCl <sub>2</sub> · 2CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> + MnCl <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
60	48,79	12,79	0	38,42	79,23	20,77	0	3,55	–"
61	46,29	13,14	2,60	37,97	74,63	21,18	4,19	3,20	–"
62	44,32	14,08	5,60	36	69,25	22,00	8,75	2,70	–"
63	43,79	14,60	7,51	34,1	66,45	22,15	11,40	2,37	–"
64	41,08	15,92	11,07	31,93	60,35	23,39	16,26	1,98	–"
65	39,24	16,70	14,01	30,05	56,10	23,87	20,03	1,71	–"
66	37,51	17,42	16,90	28,17	52,22	24,25	23,53	1,49	–"
67	35,98	19,29	19,84	24,89	47,90	25,68	26,41	1,20	–"
68	34,91	21,05	21,90	22,14	44,84	27,04	28,13	1,00	–"
69	34,56	18,87	24,59	21,98	44,30	24,19	31,52	0,97	MnCl <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O
70	33,52	15,25	26,11	25,12	44,76	20,37	34,87	1,13	–"
71	31,91	12,65	27,32	28,12	44,39	17,60	38,01	1,29	–"
72	31,64	9,88	27,54	30,94	45,82	14,31	39,88	1,47	–"
73	30,36	6,77	28,88	33,99	45,99	10,26	43,75	1,65	–"
74	28,45	6,49	30,70	34,36	43,34	9,89	46,77	1,62	–"
75	25,62	2,54	33,89	37,95	41,29	4,09	54,62	1,79	–"
76	22,99	1,49	35,52	40,00	38,32	2,48	59,20	1,88	–"

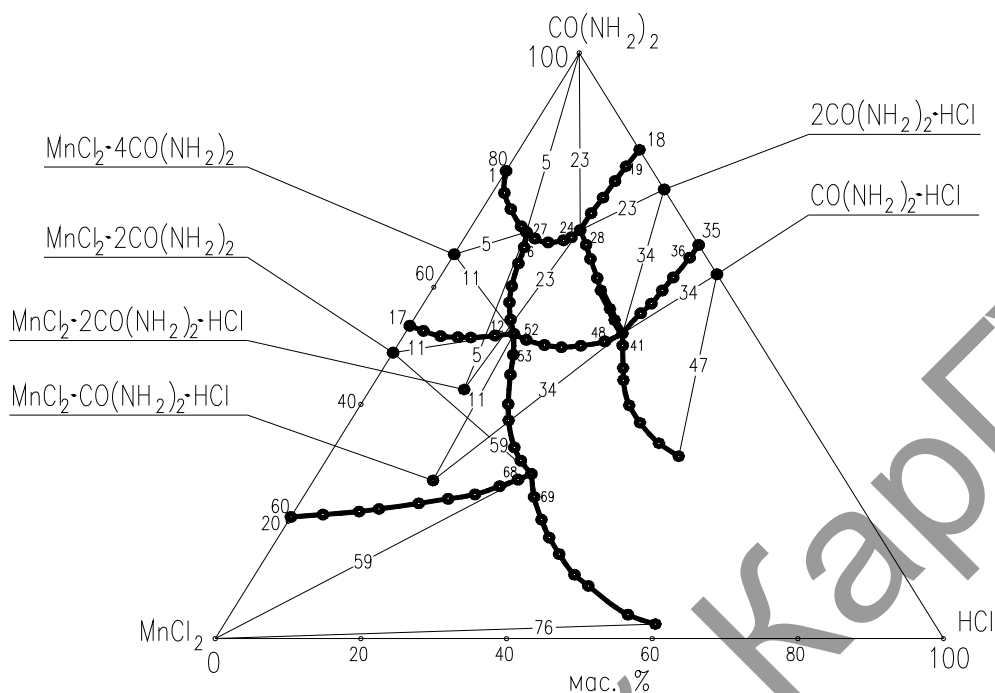


Рисунок. Центральная проекция изотермы растворимости в системе хлорид марганца – карбамид – хлороводородная кислота – вода при 25 °С

Ветвь изотермы (точки 5, 23–27) соответствует выделению в твёрдую фазу образовавшегося нового соединения, содержащего одновременно три исходных компонента. Увеличение концентрации хлороводородной кислоты от 6,80 до 13,25 % приводит к снижению концентрации хлорида марганца от 19,18 до 13,08 %, концентрация карбамида находится в пределах концентраций 57,49 до 60,72 %. Значение водного числа в этих растворах понижается от 0,63 до 0,49, что указывает на всаливающее действие хлороводородной кислоты на растворимость тройного соединения.

Прибавление в эвтонический раствор системы карбамид – хлороводородная кислота – вода хлорида марганца до 13,08 % (точки изотермы 18–23) приводит к увеличению в растворе содержания карбамида и хлороводородной кислоты от 58,40 до 60,72 % и от 11,56 до 13,25 % соответственно. В твёрдую фазу при этом выделяется эвтоническая смесь  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 2\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{HCl}$ , в точке состава 23 наблюдается образование нового тройного соединения —  $\text{MnCl}_2 \cdot 2\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{HCl}$ . Водное число в этих растворах уменьшается от 1,29 до 0,49, т.е. образование нового соединения происходит за счет всаливающего действия хлорида марганца на эвтоническую смесь.

Ветвь изотермы, соответствующая точкам 5–11, отвечает кристаллизации из насыщенных растворов двойного соединения  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ .

Рост концентрации хлороводородной кислоты от 6,80 до 12,88 % приводит к уменьшению содержания карбамида в растворе от 59,01 до 44,78 %, при этом концентрация хлорида марганца повышается от 19,18 до 28,36 %. Значение водного числа изменяется весьма незначительно от 0,63 до 0,68 (точки 5–7), затем оно понижается до 0,59.

Ветвь изотермы, соответствующая точкам 23, 28–34, отвечает выделению из насыщенных растворов соединения  $2\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{HCl}$ . Увеличение концентрации хлорида марганца от 13,08 до 15,90 % приводит к снижению концентрации карбамида от 60,72 до 45,98 % и увеличению концентрации хлороводородной кислоты от 13,25 до 26,36 %. Уменьшение при этом значения водного числа от 0,49 до 0,40 указывает на небольшое всаливающее влияние хлороводородной кислоты на растворимость данного соединения.

Ветвь изотермы растворимости, соответствующая точкам 17–11, отвечает кристаллизации из насыщенных растворов смеси двойных соединений  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{MnCl}_2 \cdot 2\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ .

Рост концентрации хлороводородной кислоты от 0 до 12,88 % приводит к уменьшению водного числа от 3,31 до 0,59, что указывает на сильное всаливающее влияние её на растворимость эвтониче-

ской смеси, приводящей к кристаллизации в точке состава 11 нового тройного соединения —  $\text{MnCl}_2 \cdot \text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{HCl}$ . При этом в растворе увеличивается содержание карбамида от 30,5 до 44,78 % и хлорида марганца от 26,61 до 28,36 %.

Ветвь изотермы, соответствующая точкам 35–40, 34, отвечает кристаллизации из насыщенных растворов смеси двух амидкислот:  $2\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{HCl} + 2\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{HCl}$ .

Рост концентрации хлорида марганца от 0 до 15,90 % приводит к снижению содержания карбамида в растворе от 46,98 до 45,98 % (через повышение 48,72 % в точке 38) и увеличению кислоты от 22,91 до 26,36 %.

Понижение значения водного числа от 1,18 до 0,40 указывает на сильное всаливающее влияние хлорида марганца на растворимость амидкислот, приводящее к кристаллизации в точке состава 34 нового тройного соединения —  $\text{MnCl}_2 \cdot \text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{HCl}$ .

Ветвь изотермы, содержащая точки 11, 34, 48–52, отвечает кристаллизации образовавшегося нового соединения  $\text{MnCl}_2 \cdot \text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{HCl}$ . Концентрация карбамида насыщенных растворов этой ветви изотермы изменяется в интервалах от 43,07 до 45,98 %, хлорида марганца — от 28,36 до 15,9 % при росте концентрации хлороводородной кислоты от 12,88 до 26,36 %. С ростом концентрации кислоты наблюдается понижение значения водного числа, что свидетельствует о ее всаливающем действии на растворимость нового тройного соединения.

Ветвь изотермы, соответствующая точкам 34, 41–47, отвечает кристаллизации из насыщенных растворов  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{HCl}$ .

На этом участке изотермы при концентрациях кислоты в пределах от 26,36 до 33,62 % наблюдается рост значения водного числа от 0,40 до 1,19. Это указывает на высаливающее влияние хлороводородной кислоты на растворимость данной амидкислоты, при этом содержание карбамида уменьшается от 45,98 до 21,79 %, а содержание хлорида марганца увеличивается от 15,90 до 18,38 % и затем уменьшается до 14,54 %.

Ветвь изотермы растворимости, соответствующая точкам 11, 53–59, отвечает кристаллизации из насыщенных растворов двойного соединения хлорида марганца с карбамидом —  $\text{MnCl}_2 \cdot 2\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ .

Кристаллизация этого соединения сопровождается уменьшением количества карбамида в жидкой фазе от 44,78 до 22,53 % и увеличением концентрации хлорида марганца в растворе от 28,36 до 34,03 %, при увеличении содержания хлороводородной кислоты от 12,88 до 23,49 %.

Водное число в растворах данной ветви изотермы возрастает от 0,59 до 0,86, что указывает на высаливающее действие хлорида марганца на растворимость данного соединения.

На ветви изотермы растворимости, соответствующей точкам 60–68, 59, наблюдается кристаллизация из насыщенных растворов смеси, состоящей из гидрата исходной соли  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  и соединения хлорида марганца с карбамидом  $\text{MnCl}_2 \cdot 2\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ .

Рост концентрации хлороводородной кислоты в растворе от 0 до 23,49 % приводит к увеличению содержания в растворе карбамида от 12,79 до 22,53 % и понижению содержания хлорида марганца от 48,79 до 34,03 %.

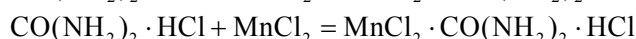
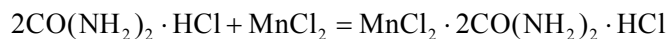
Водное число на этом участке изотермы понижается от 3,55 до 0,86, что указывает на всаливающее действие кислоты на образующиеся соединения, однако это не приводит к образованию нового соединения.

Ветвь изотермы, соответствующая точкам 59, 69–76, отвечает кристаллизации из насыщенных растворов гидрата исходной соли  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ . С ростом концентрации хлороводородной кислоты в растворе от 23,49 до 35,52 % происходит снижение содержания карбамида от 22,53 до 1,49 % и хлорида марганца от 34,03 до 22,99 %, проходя через максимум в точке 69 (34,56 %). Водное число увеличивается от 0,86 до 1,88, что свидетельствует о высаливающем влиянии хлороводородной кислоты на растворимость соли.

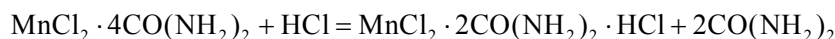
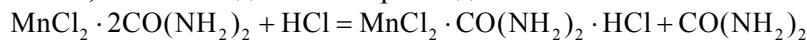
Таким образом, образование нового тройного соединения  $\text{MnCl}_2 \cdot 2\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{HCl}$  отмечено в системе при содержании исходных компонентов в ней, в точках, обозначенных номерами 5, 23–27, соединения  $\text{MnCl}_2 \cdot \text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{HCl}$  — в точках 11, 34, 48–52.

Кислотно-основное взаимодействие в изученной четырёхкомпонентной системе, приводящее к образованию тройных соединений, возможно в результате протекания следующих реакций:

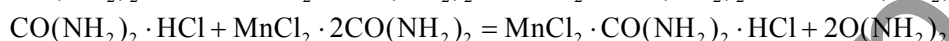
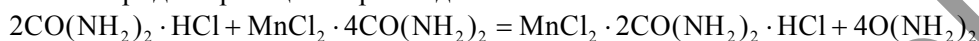
а) соединение соли металла с амидкислотой. Происходит при прибавлении соли металла к эвтоническому раствору системы карбамид – хлороводородная кислота – вода, при этом образуется новое координационное соединение:



б) соединение бинарного соединения с кислотой. Происходит при прибавлении кислоты к эвтоническому раствору системы карбамид – хлорид марганца – вода, при этом образуются новые координационные соединения, а также выделяется карбамид:



в) новое координационное соединение образуется и при взаимодействии амидкислот с двойными соединениями хлорида марганца с карбамидом:



Таким образом, изучение растворимости в четырёхкомпонентной системе хлорид марганца – карбамид – хлороводородная кислота – вода при температуре 25 °С позволило установить образование и концентрационные пределы кристаллизации двух новых тройных соединений  $\text{MnCl}_2 \cdot 2\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{HCl}$ ,  $\text{MnCl}_2 \cdot \text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{HCl}$  и известных ранее соединений карбамида с неорганическими солями:  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ,  $\text{MnCl}_2 \cdot 2\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  и амидкислот:  $2\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{HCl}$ ,  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{HCl}$  [6, 7].

#### Список литературы

- 1 Еркасов Р.Ш., Колпек А., Абдуллина Г.Г., Оразбаева Р.С., Несмеянова Р.М. Взаимодействие в системе хлорид бериллия – карбамид – хлороводородная кислота – вода при 25 °С // Вестн. Евраз. нац. ун-та им. Л.Н.Гумилева. — 2013. — № 4(95). — С. 339–344.
- 2 Еркасов Р.Ш., Несмеянова Р.М., Оразбаева Р.С., Большаева С.М. Растворимость в системе  $\text{ZnCl}_2 - \text{CO}(\text{NH}_2)_2 - \text{HCl} - \text{H}_2\text{O}$  при температуре 25 °С // Журн. неорг. химии. — 2013. — № 2. — С. 250–252.
- 3 Климова В.А. Основные микрометоды анализа органических соединений. — М.: Наука, 1975. — 223 с.
- 4 Шварценбах Г., Флашка Г. Комплексонометрическое титрование. — М.: Химия, 1970. — 360 с.
- 5 Крешков А.П. Основы аналитической химии. — М.: Химия, 1965. — Т. 2. — 442 с.
- 6 Нурахметов Н.Н. Амидкислоты // Итоги науки и техники. — ВИНТИ. Сер. физ. химия. — 1989. — Т. 4. — 64 с.
- 7 Сулайманкулов К.С. Соединения карбамида с неорганическими солями. — Фрунзе: Илим, 1971. — 224 с.

Р.Ш.Еркасов, Р.М.Несмеянова, А.Колпек, Ф.Ж.Байсалова,  
Г.Г.Абдуллина, Р.С.Оразбаева

### 25 °С кезіндегі марганец хлориді – карбамид – хлорсутек қышқылы – су жүйесінің ерігіштігі

Ерігіштік әдісімен 25 °С кезіндегі төрт құрауышты жүйедегі гетерогендік тепе-теңдіктер зерттелген: марганец хлориді – карбамид – хлорсутек қышқылы – су. Құрауыштардың бір-біріне өзара әсерінің заңдылықтары, қосылыстар түзілуінің концентрациялық шекарасы, үшқұрауыштан тұратын жүйенің ерігіштігін зерттеген кезде алынған қосылыстардың болатыны анықталды, сонымен қатар бір мезгілде құрамында марганец хлориді, карбамид және хлорсутек қышқылы болатын екі жаңа координациялық қосылыс алынды.

R.Sh.Yerkassov, R.M.Nesmeyanova, A.Kolpek, G.Zh.Baisalova,  
G.G.Abdullina, R.S.Orazbaeva

### Solubility in system manganese chloride – carbamide – hydrochloric acid – water at 25 °C

By solubility method at 25 °C are studied heterogeneous balance in four-component system: manganese chloride — carbamide — hydrochloric acid — water. Regularities of mutual influence of components at each other are found, concentration borders of formation of the connections, which existence was earlier established when studying solubility of making three-component systems, and also two new coordination connections containing in the structure at the same time chloride of manganese, a carbamide and hydrochloric acid.

#### References

- 1 Yerkassov R.Sh., Kolpek A., Abdullina G.G., Orazbaeva R.S., Nesmeyanova R.M. *Bull. of the L.N.Gumilyov Eurasian National University*, 2013, 4(95), p. 339–344.
- 2 Yerkassov R.Sh., Nesmeyanova R.M., Orazbaeva R.S., Bolysbekova S.M. *Journal of inorganic chemistry*, 2013, 2, p. 250–252.
- 3 Klimova V.A. *Main micromethods of the analysis of organic compounds*, Moscow: Nauka, 1975, 223 p.
- 4 Shwarsenbah G., Flashka G. *Titration by a complexometric methods*, Moscow: Khimiya, 1970, 360 p.
- 5 Kreshkov A.P. *Fundamentals of analytical chemistry*, Moscow: Khimiya, 1965, 2, 442 p.
- 6 Nurahmetov N.N. *The results of science and technology, HISATI, Ser. Physical chem.*, 1989, 4, 64 p.
- 7 Sulaimankulov K.S. *Compounds of a carbamide with inorganic salts*, Frunze: Ilim, 1971, 224 p.

#### Сведения об авторах

**Еркасов Рахметулла Шарапиденович** — доктор химических наук, профессор, Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, Астана.

**Несмеянова Римма Михайловна** — доцент, кандидат химических наук, Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова.

**Колпек Айнагуль** — кандидат химических наук, доцент, Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова.

**Байсалова Галия Жумамуратовна** — доцент, кандидат химических наук, Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, Астана.

**Абдуллина Гульнара Госмановна** — доцент, кандидат химических наук, Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова.

**Оразбаева Райкуль** — доцент, кандидат биологических наук, Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, г. Астана.

#### Information about authors

**Yerkassov Rahmetulla Sharapidenovish** — Doctor of chemical sciences, Professor, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana.

**Nesmeyanova Rimma Mihailovna** — Candidate of chemical sciences, Lecturer, S.Toraygyrov Pavlodar State University.

**Kolpek Ainagul** — Candidate of chemical sciences, Lecturer, S.Toraygyrov Pavlodar State University.

**Baisalova Galiya Zhumamuratovna** — Candidate of chemical sciences, Lecturer, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana.

**Abdullina Gulnara Gosmanovna** — Candidate of chemical sciences, Lecturer, S.Toraygyrov Pavlodar State University.

**Orazbaeva Raikul** — Candidate of biological sciences, Lecturer, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana.