

УДК 541.123.3

Г. П. ПОВИКОВ, Л. Е. ВОРОНАЕВ, П. К. РУДЬКО,
И. М. ЖАРСКИЙ

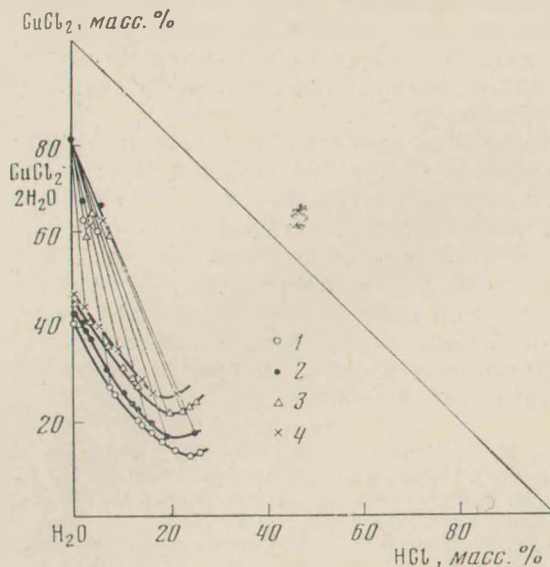
СИСТЕМА $\text{CuCl}_2 - \text{HCl} - \text{H}_2\text{O}$ ПРИ 10, 25, 40 И 55° С

Изотермическим методом изучена растворимость хлорной меди в хлористоводородной кислоте. Изотермы растворимости имеют минимум в области концентрации кислоты 18–24 масс.%. Получены уравнения изотерм растворимости.

В работе [1] изучена растворимость CuCl_2 при 0 и 25° С. Целью настоящей работы является определение составов жидкой и твердых фаз при температурах 10, 25, 40 и 55° С.

Исследование проводили в водяном термостате. Температуру поддерживали с точностью $\pm 0,05^\circ\text{C}$. Для получения температуры 10°С использовали два холодильных агрегата типа КС-120.

Перемешивание водно-солевой смеси проводили в запаянных стеклянных ампулах емкостью около 20 мл, которые выдерживали при задан-



Изотермы растворимости в системе $\text{CuCl}_2 - \text{HCl} - \text{H}_2\text{O}$. 1 - 10; 2 - 25; 3 - 40; 4 - 55° С

ной температуре в течение 1–2 суток. В качестве исходных веществ использовали хлорную медь марки «ч.д.а.», очищенную перекристаллизацией, и соляную кислоту марки «о.с.ч.».

После установления равновесия жидкую фазу и твердый остаток анализируют на содержание меди (II) иодометрическим титрованием [2] и хлора по методике [3]. Состав твердой фазы определяли по методу

Данные по растворимости в системе $\text{CuCl}_2\text{—HCl—H}_2\text{O}$ при 10, 25, 40 и 55° С

Состав раствора, масс. %		CuCl_2 , рассчитан- ное по (1)	Относитель- ная погреш- ность, %	Состав твердого остатка, масс. %		Твердая фаза
CuCl_2	HCl			CuCl_2	HCl	
$t=10^\circ\text{C}$						
41,53	0,00	41,41	0,29	—	—	$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
27,91	7,59	28,46	1,97	71,28	1,37	То же
26,34	9,19	25,90	1,68	70,74	1,48	» »
22,82	10,99	23,20	1,66	68,83	2,64	» »
20,57	12,91	20,58	0,04	68,87	2,13	» »
19,64	13,57	19,75	0,56	70,87	1,58	» »
17,75	15,58	17,49	1,46	68,70	2,41	» »
15,98	17,97	15,40	3,62	67,28	3,18	» »
14,07	20,48	14,04	0,21	69,81	2,98	» »
13,32	23,92	13,79	3,25	17,21	3,62	» »
14,34	24,64	14,01	2,30	69,36	3,30	» »
$t=25^\circ\text{C}$						
43,61	0,00	43,47	0,33	—	—	$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
40,37	1,53	40,95	1,43	63,71	0,98	То же
39,28	2,78	38,75	1,33	66,8	0,89	» »
37,06	3,61	37,22	0,43	68,7	1,09	» »
30,93	5,56	30,33	1,97	71,07	1,62	» »
25,89	9,14	26,90	1,00	67,48	1,97	» »
23,77	11,47	24,34	239	69,70	2,11	» »
22,96	12,06	23,46	2,17	71,30	1,38	» »
21,5	13,49	21,52	1,74	69,71	2,31	» »
19,32	15,44	19,22	0,52	67,58	3,14	» »
16,13	18,91	16,37	1,48	69,38	3,18	» »
16,85	19,39	16,13	4,28	71,30	3,71	» »
18,91	24,07	17,75	6,13	69,14	3,38	» »
$t=40^\circ\text{C}$						
46,28	0,00	48,72	5,28	—	—	$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
41,43	2,55	43,13	4,10	67,36	1,20	То же
35,25	6,85	34,90	0,99	71,44	1,76	» »
30,58	9,74	30,35	0,75	63,38	2,64	» »
28,77	11,55	28,33	1,53	71,27	2,08	» »
27,94	11,75	27,80	0,51	67,30	3,23	» »
21,82	19,17	22,60	3,57	66,28	5,21	» »
22,61	21,78	22,07	2,03	68,31	3,78	» »
22,89	22,32	22,93	0,17	71,21	3,50	» »
24,99	24,47	24,12	3,48	66,97	5,71	» »
$t=55^\circ\text{C}$						
46,58	0,00	44,84	3,74	—	—	$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
43,49	1,28	43,55	0,13	64,08	0,98	То же
38,91	4,90	39,25	0,87	69,37	1,75	» »
34,92	8,79	34,26	1,90	68,21	2,37	» »
28,79	13,46	29,14	1,21	67,80	3,90	» »
26,87	16,56	27,08	0,78	71,63	2,75	» »
26,92	20,56	26,85	0,27	69,52	3,91	» »

Скрейнмакенса. Данные по растворимости в системе $\text{CuCl}_2\text{—HCl—H}_2\text{O}$ приведены на рисунке и в табл. 1.

Как видно из рисунка, растворимость CuCl_2 уменьшается с ростом концентрации хлористоводородной кислоты. Это объясняется тем, что введение HCl приводит к связыванию воды вследствие гидратации H^+ - и Cl^- -ионов. При концентрации HCl 18–24 масс. % растворимость CuCl_2 имеет минимальное значение. Состояние раствора в этой области характеризуется равновесием [4]



где $x+y=6$, $y \leq 4$.

Значение коэффициентов уравнения регрессии

Температура, °C	a_0	a_1	a_2	a_3
10	41,41	0,138	0,074	-0,0051
25	43,47	-1,603	0,029	+0,0021
40	48,72	-2,27	0,032	0,0008
55	44,84	-0,936	-0,055	+0,0029

Образование тетраэдрического комплекса $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ и появление недиссоциированных молекул HCl приводит к увеличению растворимости CuCl_2 при дальнейшем росте концентрации соляной кислоты.

Экспериментальные данные обработаны по МКН на ЭВМ «Минск-22» с целью получения уравнений изотерм растворимости. В качестве аппроксимирующей функции использовали полином вида

$$c_{\text{CuCl}_2} = a_0 + a_1 c_{\text{HCl}} + a_2 c_{\text{HCl}}^2 + a_3 c_{\text{HCl}}^3 \quad (1)$$

Значения коэффициентов уравнения приведены в табл. 2.

Как видно из табл. 1, концентрация хлорной меди, рассчитанная по уравнению (1), хорошо согласуется с опытными данными.

Литература

1. H. W. Foote. J. Amer. Chem. Soc., 45, 663 (1923).
2. В. Ф. Гиллебранд, Г. Э. Лендель, Г. А. Брайт, Д. И. Гофман. Практическое руководство по неорганическому анализу. М., Госхимиздат, 1960, стр. 262.
3. А. П. Крешков. Основы аналитической химии. М., «Химия», 1970, ч. II, стр. 326.
4. С. И. Андреев, О. В. Сапожникова. Ж. неорган. химии, 10, 2538 (1965).

Белорусский технологический институт им. С. М. Кирова

Поступила в редакцию
30 мая 1978 г.