

УДК 541.13:546.19

М.М. ДОСПАЕВ¹, Н.Ю. ЛУ,
И.В. ФИГУРИНЕН¹, Д.М. ДОСПАЕВ¹, С.С. КВОН²

ПОЛУЧЕНИЕ ПОРОШКОВОГО ОКСИДА МЕДИ (II) В УСЛОВИЯХ НЕСТАЦИОНАРНОГО ПЕРЕМЕННОТОКОВОГО ЭЛЕКТРОЛИЗА

ДГП «Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева»¹;
Карагандинский государственный технический университет²

Показана возможность получения оксида меди(II) промышленным переменным током, а также установлено, что на процесс формования оксида меди(II) существенное влияние оказывает плотность и частота переменного тока на титановом и медном электродах, концентрация электролита и температура раствора. Получена математическая модель выхода по току оксида меди (II), с помощью которой рассчитана номограмма

Развитие и совершенствование процессов электроосаждения металлов из водных растворов солей, а также их интенсификация шли по разным направлениям. С одной стороны, большое внимание уделялось повышению рабочей плотности тока за счет непрерывного перемешивания электролита, подогрева, применения подвижных электродов. С другой стороны, для получения высококачественной продукции изменялись природа и состав электролита, разрабатывались различного рода комплексные растворы сложного состава. Наряду с этим в практике электроосаждения металлов получили широкое применение поверхностно-активные вещества. Таким образом, с начала развития электрохимической технологии все пути совершенствования ее процессов сводились к изменению физико-химических условий электролиза, тогда как его основопитающий ванну постоянный ток долгое время остается неизменным. Использование постоянного тока ведет к большим материальным затратам из-за применения дорогостоящего и дефицитного оборудования - выпрямителя тока, а также к дополнительным расходам на содержание обслуживающего персонала. В этой связи наибольший интерес представляют работы по исследованию электродных процессов при нестационарных электрохимических режимах. При электролизе с применением различных форм тока, отличных от постоянного, становится возможным проведение ряда электрохимических процессов с лучшими показателями [1, 2].

В настоящей работе изучены условия образования оксида меди(II) при электролизе переменным током промышленной частоты. Электролиз проводили в нейтральной среде в растворе сульфата натрия с применением проволочных титановых и пластинчатых медных электродов. Титановый электрод был использован нами исходя из способности титана образовывать вентильные оксидные пленки [3].

После окончания опыта полученный порошок оксида двухвалентной меди фильтровали, тщательно отмывали от электролита дистиллированной водой и для предотвращения окисления обрабатывали 0,05%-ным раствором мыла.

При последовательном изучении факторов методом Зейделя-Гaussa изучено влияние плотности тока на титановом и медном электродах, концентрации сульфата натрия, температуры электролита, продолжительности электролиза на выход по току оксида меди(II). Полученные экспериментальные данные приведены в таблице 1 и на рис.1.

Повышение плотности тока на титановом электроде (табл.1) способствует увеличению выхода по току оксида меди(II) особенно в интервале плотностей тока 5000-75000 А/м², что объясняется параллельным возрастанием скорости формирования полупроводниковых оксидных пленок на поверхности титанового электрода в анодном полупериоде. При плотности тока на титановом электроде 75000 А/м² выход по току достигает максимального значения 96,5%. Дальнейшее повышение плотности тока приводит к снижению выхода по току оксида меди(II). Общий вид этой зависимости описали уравнением в форме с фиксированным положением максимума, x_0 , y_0 [4]

$$y = y_0 (x^{e/\ln x_0} e^{-x_i^{1/\ln x_0}})^n \quad (1)$$

где остается неизвестным показатель n .

Поэтому обработку экспериментальных данных x_i , y_i проводим путем линеаризации зависимости (1) с обозначением

$$X_i = x_i^{e/\ln x_0} e^{-x_i^{1/\ln x_0}} \quad (2)$$

и ее логарифмированием

$$\ln y_i = \ln y_0 + n \ln X_i, \quad (3)$$

откуда находятся значения n , для всех точек, кроме $x=0$, $y=0$ и x_0 , y_0 .

В результате получена зависимость ВТ от плотности тока на i_{Tl} (табл.2).

Результаты проведенных исследований показывают, что в интервале плотностей тока на медном электроде 600-2000 А/м² выход по току оксида меди(II) повышается примерно на 60%, составляя при плотности тока 2000 А/м² 96,5%. Увеличение плотности тока выше 2000 А/м² практически не влияет на выход по току. Незначительное снижение выхода по току при 4000 А/м² объясняется частичной пассивацией медного электрода.

Образование оксида меди(II) при пропускании синусоидального переменного тока через медный и титановый электроды можно объяснить следующим образом. В анодном полупериоде на титановом электроде образуется оксидная пленка, препятствующая протеканию электрохимического процесса. В катодном полупериоде на титановом электроде выделяется газообразный водород



а также частично восстанавливается оксидная пленка титана. При этом медный электрод будет находиться в анодном полупериоде, т.е. происходит его растворение. В объеме раствора гидроксид-ион взаимодействует с ионами меди (II) с образованием гидроксида меди



который в зависимости от условий дегидратируется с образованием оксида меди(II) [5]:



На выход по току существенное влияние оказывает исходная концентрация раствора электролита. Так, с повышением концентрации сульфата натрия (табл.1) до 70 г/л выход по току оксида меди(II) увеличивается, а дальнейшее повышение его концентрации практически не влияет на выход по току.

Температура раствора сульфата натрия в исследуемом интервале существенно влияет на выход по току оксида меди(II) (рис.9, г). Следует отметить, что в интервале температур 25-60 °C при электролизе образуется осадок голубого цвета, основной сульфат меди - CuSO₄ · 3Cu(OH)₂. Последний уже при 70 °C переходит в оксида меди(II) и имеет темно-коричневый цвет. Эти выводы подтверждаются результатами химического и рентгенофазового анализов.

Продолжительность электролиза в интервале 15-60 минут соответствует выходу по току оксида меди(II) 28,6 – 96,5% (рис.9, д). Низкий выход по току при вышеуказанных значениях продолжительности электролиза можно объяснить низкой скоростью процесса дегидратации соединений основных сульфатов меди, т.е. перехода их в оксид меди(II). Увеличение продолжительности выше 60 минут не приводит к изменению выхода по току.

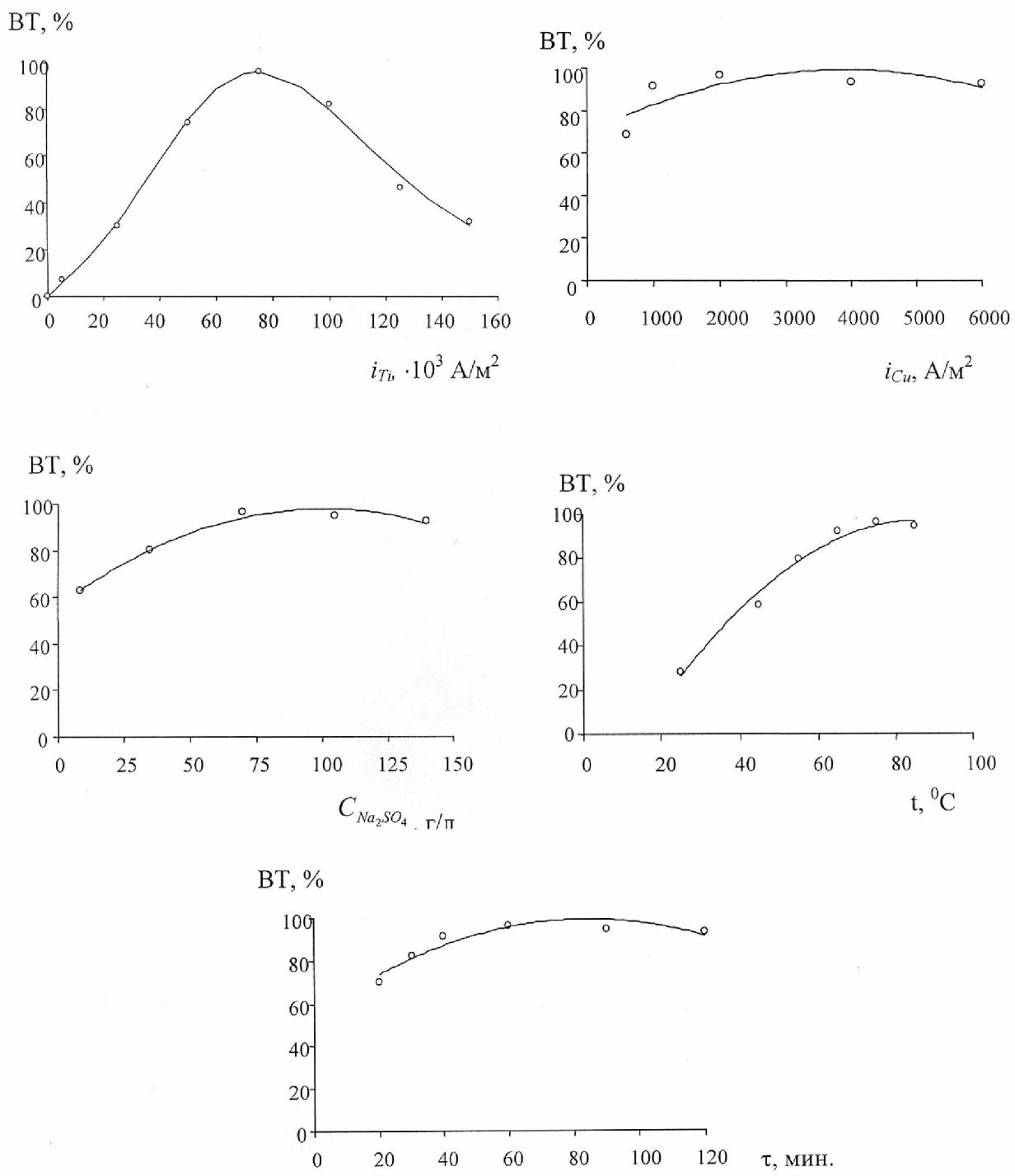
Адекватность частных зависимостей определяли по коэффициенту корреляции R и его значимости t_R (таблица 2).

Таблица 1. Зависимость экспериментальных (Э) и расчетных (Р) значений выхода по току (ВТ) оксида меди(II) при электролизе переменным током промышленной частоты от плотности тока на титановом (i_{Ti}), медном электродах (i_{Cu}), концентрации сульфата натрия ($C_{Na_2SO_4}$), температуры (t), продолжительности электролиза (τ)

Фактор		ВТ _Э , %	ВТ _Р , % из табл.2	ВТ _Р , % (9)
i_{Ti} A/m ² (i_{Cu} -2000A/m ² , t -75 °C, $C_{Na_2SO_4}$ -70 г/л, τ - 60 мин, v - 50 Гц)	0	0	0	0
	5000	6,89	5,57	5,46
	25000	30,1	31,42	30,83
	50000	74,4	75,46	74,04
	75000	96,5	96,50	94,68
	100000	82,41	80,19	78,68
	125000	46,38	51,59	50,62
	150000	31,93	30,08	29,51
i_{Cu} A/m ² (i_{Ti} -75000A/m ² , $C_{Na_2SO_4}$ -70 г/л, t -75 °C, τ - 60 мин, v - 50 Гц)	600	68,78	77,88	80,02
	1000	91,67	82,76	85,03
	2000	96,5	92,16	94,68
	4000	94,24	98,96	99,68
	6000	92,72	89,76	92,22
	8,25	62,71	63,12	63,64
$C_{Na_2SO_4}$ г/л (i_{Ti} -75000A/m ² , i_{Cu} -2000A/m ² , t - 60 мин, v - 50 Гц)	35	80,26	80,29	80,96
	70	96,5	93,91	94,68
	105	94,93	97,48	98,28
	140	92,87	91,01	91,76
	25	28,19	26,23	26,14
	45	58,67	64,95	64,74
t , °C, (i_{Ti} -75000A/m ² , i_{Cu} -2000A/m ² , $C_{Na_2SO_4}$ -70 г/л, τ - 60 мин, v - 50 Гц)	55	79,84	78,71	78,45
	65	92,32	88,72	88,43
	75	96,5	94,99	94,69
	85	94,8	97,53	97,21
	20	70,01	73,71	72,80
	30	82,34	81,11	80,11
$C_{Na_2SO_4}$ г/л, t - 75 °C, τ - 60 мин, v - 50 Гц)	40	91,67	87,27	86,19
	60	96,5	95,87	94,68
	90	94,48	99,47	98,24
	120	93,52	91,90	90,77

Таблица 2. Коэффициент корреляции R и его значимость t_R для частных функций выхода по току оксида меди(II)

Функция выхода по току, %	R	Условие $t_R > 2$	Значимость
$BT = 96,50(i_{Ti}^{e/\ln 75000} e^{-i_{Ti}^{1/\ln 75000}})^{-1,0 \cdot 10^{-8} i_{Ti}^2 + 0,0028 i_{Ti} + 25,259}$	0,997	458,50 > 2	значима
$BT = -2,0 \cdot 10^{-6} i_{Cu}^2 + 0,0154 i_{Cu} + 69,36$	0,670	2,108 > 2	значима
$BT = -0,0041 C_{Na_2SO_4}^2 + 0,8195 C_{Na_2SO_4} + 56,637$	0,986	61,670 > 2	значима
$BT = -0,0187 t^2 + 3,2454 t - 43,221$	0,988	85,45 > 2	значима
$BT = -0,0062 \tau^2 + 1,0499 \tau + 55,196$	0,921	12,12 > 2	значима



Точки – экспериментальные данные; линии – по уравнениям (см.табл2);
 а – влияние плотности тока на титановом электроде; б – влияние плотности тока на медном электроде;
 в – влияние концентрации сульфата натрия; г – влияние температуры;
 д – продолжительность электролиза

Рис. 1. Зависимости выхода по току оксида меди(II) от заданных факторов

Полученные уравнения для выхода по току оксида меди(II) (таблица 2) с учетом значимых функций для описания совокупности действующих факторов обобщаются согласно [5, 6] в виде их произведения с нормировкой по центральному экспериментальному значению. Для общих по всем

функциям условий ($i_{T_i} = 75000 \text{ A/m}^2$, $i_{Cu} = 2000 \text{ A/m}^2$, $C_{Na_2SO_4} = 70 \text{ г/л}$, $t = 75^\circ\text{C}$, $\tau = 60 \text{ мин.}$) значение $BT_{\text{ц}} = 94,688\%$. При этом обобщенное уравнение выразится как

$$BT = \frac{96,5(i_{T_i}^{e/\ln 75000} e^{-i_{T_i}^{1/\ln 75000}})^{-1,0 \cdot 10^{-8} i_{T_i}^2 + 0,0028 i_{T_i} + 25,259} (-2,0 \cdot 10^{-6} i_{Cu}^2 + 0,0154 i_{Cu} + 69,36)}{94,688^4 [0,8195C - 0,0041C^2 + 56,637)(3,2454t - 0,0187t^2 - 43,221)(1,0499\tau - 0,0062\tau^2 + 55,196)]^{-1}} \quad (9)$$

При сопоставлении результатов эксперимента и расчета определим значения $R=0,6479$ и $t_R=5,909 > 2$, доверительный интервал вычисленный через t_R [7], равен $\Delta=16,33\%$, что подтверждает адекватность описания данных эксперимента настоящим уравнением.

С использованием полученной модели процесса (9) была построена номограмма для выхода по току оксида меди(II) (таблица 3). С использованием номограммы можно определить оптимальные области ведения процесса.

Таблица 3. Номограмма выхода по току оксида меди(II)

$i_{T_i}, \text{A/m}^2$		5000				25000				75000				125000				
$C_{Na_2SO_4}$ г/л	$t, ^\circ\text{C}$	$i_{Cu}, \text{A/m}^2$ $\tau, \text{мин}$	700	1500	2000	5000	700	1500	2000	5000	700	1500	2000	5000	700	1500	2000	5000
30	35	30	1,64	1,82	1,91	1,99	9,24	10,3	10,8	11,3	28,4	31,5	33	34,5	15,2	16,9	17,7	18,5
		60	1,94	2,15	2,26	2,36	10,9	12,1	12,7	13,3	33,5	37,3	39,1	40,8	17,9	19,9	20,9	21,8
		90	2,01	2,23	2,34	2,45	11,3	12,6	13,2	13,8	34,8	38,7	40,5	42,4	18,6	20,7	21,7	22,6
		120	1,86	2,06	2,16	2,26	10,5	11,6	12,2	12,7	32,2	35,7	37,4	39,1	17,2	19,1	20	20,9
	45	30	2,24	2,49	2,61	2,73	12,6	14,1	14,7	15,4	38,8	43,2	45,2	47,3	20,8	23,1	24,2	25,3
		60	2,65	2,95	3,09	3,23	15	16,6	17,4	18,2	45,9	51	53,5	55,9	24,5	27,3	28,6	29,9
		90	2,75	3,06	3,2	3,35	15,5	17,2	18,1	18,9	47,6	52,9	55,5	58	25,5	28,3	29,6	31
		120	2,54	2,82	2,96	3,09	14,3	15,9	16,7	17,4	44	48,9	51,2	53,6	23,5	26,1	27,4	28,6
	65	30	3,06	3,4	3,57	3,73	17,3	19,2	20,1	21	53,1	59	61,8	64,6	28,4	31,5	33	34,5
		60	3,62	4,02	4,22	4,41	20,4	22,7	23,8	24,9	62,7	69,7	73	76,3	33,5	37,3	39	40,8
		90	3,76	4,17	4,37	4,57	21,2	23,5	24,7	25,8	65,1	72,3	75,7	79,2	34,8	38,7	40,5	42,3
		120	3,47	3,86	4,04	4,23	19,6	21,8	22,8	23,8	60,1	66,8	70	73,2	32,1	35,7	37,4	39,1
	75	30	3,28	3,64	3,82	3,99	18,5	20,6	21,5	22,5	56,8	63,1	66,1	69,2	30,4	33,7	35,4	37
		60	3,88	4,31	4,51	4,72	21,9	24,3	25,5	26,6	67,1	74,6	78,2	81,7	35,9	39,9	41,8	43,7
		90	4,02	4,47	4,68	4,9	22,7	25,2	26,4	27,6	69,7	77,4	81,1	84,8	37,2	41,4	43,4	45,3
		120	3,72	4,13	4,33	4,52	21	23,3	24,4	25,5	64,4	71,5	74,9	78,4	34,4	38,2	40,1	41,9
70	35	30	1,99	2,21	2,31	2,42	11,2	12,4	13	13,6	34,4	38,2	40	41,8	18,4	20,4	21,4	22,4
		60	2,35	2,61	2,73	2,86	13,2	14,7	15,4	16,1	40,6	45,2	47,3	49,5	21,7	24,1	25,3	26,4
		90	2,43	2,7	2,83	2,96	13,7	15,3	16	16,7	42,2	46,8	49,1	51,3	22,5	25	26,2	27,4
		120	2,25	2,5	2,62	2,74	12,7	14,1	14,8	15,4	39	43,3	45,3	47,4	20,8	23,1	24,2	25,3
	45	30	2,72	3,02	3,16	3,31	15,3	17	17,8	18,7	47,1	52,3	54,8	57,3	25,2	28	29,3	30,6
		60	3,21	3,57	3,74	3,91	18,1	20,1	21,1	22	55,6	61,8	64,7	67,7	29,7	33	34,6	36,2
		90	3,33	3,7	3,88	4,06	18,8	20,9	21,9	22,9	57,7	64,1	67,2	70,2	30,8	34,3	35,9	37,5
		120	3,08	3,42	3,58	3,75	17,4	19,3	20,2	21,1	53,3	59,2	62,1	64,9	28,5	31,7	33,2	34,7
	65	30	3,71	4,12	4,32	4,52	20,9	23,3	24,4	25,5	64,3	71,4	74,8	78,2	34,4	38,2	40	41,8
		60	4,39	4,87	5,11	5,34	24,7	27,5	28,8	30,1	76	84,4	88,4	92,5	40,6	45,1	47,3	49,4
		90	4,55	5,06	5,3	5,54	25,7	28,5	29,9	31,2	78,8	87,6	91,8	95,9	42,1	46,8	49,1	51,3
		120	4,2	4,67	4,89	5,12	23,7	26,3	27,6	28,9	72,8	80,9	84,8	88,6	38,9	43,3	45,3	47,4
	75	30	3,97	4,41	4,63	4,84	22,4	24,9	26,1	27,3	68,8	76,5	80,1	83,8	36,8	40,9	42,8	44,8
		60	4,7	5,22	5,47	5,72	26,5	29,4	30,8	32,2	81,3	90,4	94,7	99	43,5	48,3	50,6	52,9
		90	4,87	5,41	5,67	5,93	27,5	30,5	32	33,4	84,4	93,8	98,2	103	45,1	50,1	52,5	54,9
		120	4,5	5	5,24	5,48	25,4	28,2	29,6	30,9	78	86,6	90,8	94,9	41,7	46,3	48,5	50,7
110	35	30	2,05	2,28	2,39	2,5	11,6	12,9	13,5	14,1	35,6	39,5	41,4	43,3	19	21,1	22,1	23,1
		60	2,43	2,7	2,83	2,96	13,7	15,2	15,9	16,7	42	46,7	48,9	51,2	22,5	25	26,2	27,4
		90	2,52	2,8	2,93	3,07	14,2	15,8	16,5	17,3	43,6	48,5	50,8	53,1	23,3	25,9	27,2	28,4
		120	2,33	2,59	2,71	2,83	13,1	14,6	15,3	16	40,3	44,8	46,9	49,1	21,5	23,9	25,1	26,2
	45	30	2,81	3,12	3,27	3,42	15,9	17,6	18,5	19,3	48,7	54,1	56,7	59,3	26	28,9	30,3	31,7
		60	3,32	3,69	3,87	4,04	18,7	20,8	21,8	22,8	57,5	63,9	67	70	30,8	34,2	35,8	37,4
		90	3,45	3,83	4,01	4,2	19,4	21,6	22,6	23,7	59,7	66,3	69,5	72,7	31,9	35,5	37,2	38,9
		120	3,18	3,54	3,71	3,88	18	20	20,9	21,9	55,2	61,3	64,2	67,1	29,5	32,8	34,3	35,9

Окончание таблицы 3

		30	3,84	4,27	4,47	4,67	21,7	24,1	25,2	26,4	66,5	73,9	77,4	80,9	35,6	39,5	41,4	43,3
65	60	4,54	5,04	5,28	5,52	25,6	28,4	29,8	31,2	78,6	87,3	91,5	95,7	42	46,7	48,9	51,1	
		4,71	5,23	5,48	5,73	26,6	29,5	30,9	32,3	81,5	90,6	94,9	99,3	43,6	48,4	50,8	53,1	
		4,35	4,83	5,06	5,3	24,5	27,3	28,6	29,9	75,3	83,7	87,7	91,7	40,3	44,8	46,9	49	
		30	4,11	4,57	4,79	5	23,2	25,8	27	28,2	71,2	79,1	82,9	86,7	38,1	42,3	44,3	46,3
75	60	4,86	5,4	5,66	5,91	27,4	30,5	31,9	33,4	84,2	93,5	98	99,3	45	50	52,4	54,8	
		5,04	5,6	5,87	6,14	28,4	31,6	33,1	34,6	87,3	97	98,7	99,5	46,7	51,9	54,3	56,8	
		4,66	5,18	5,42	5,67	26,3	29,2	30,6	32	80,7	89,6	93,9	98,2	43,1	47,9	50,2	52,5	
		30	1,85	2,05	2,15	2,25	10,4	11,6	12,1	12,7	32	35,5	37,2	38,9	17,1	19	19,9	20,8
150	35	2,18	2,42	2,54	2,66	12,3	13,7	14,3	15	37,8	42	44	46	20,2	22,4	23,5	24,6	
		2,26	2,51	2,63	2,75	12,8	14,2	14,9	15,5	39,2	43,6	45,6	47,7	21	23,3	24,4	25,5	
		2,09	2,32	2,43	2,55	11,8	13,1	13,7	14,4	36,2	40,2	42,2	44,1	19,4	21,5	22,5	23,6	
		2,53	2,81	2,94	3,07	14,2	15,8	16,6	17,3	43,7	48,6	50,9	53,2	23,4	26	27,2	28,5	
	45	2,99	3,32	3,48	3,63	16,8	18,7	19,6	20,5	51,7	57,5	60,2	62,9	27,6	30,7	32,2	33,6	
		3,1	3,44	3,61	3,77	17,5	19,4	20,3	21,3	53,6	59,6	62,5	65,3	28,7	31,9	33,4	34,9	
		2,86	3,18	3,33	3,48	16,1	17,9	18,8	19,6	49,6	55,1	57,7	60,3	26,5	29,4	30,8	32,3	
		3,45	3,83	4,02	4,2	19,5	21,6	22,7	23,7	59,8	66,4	69,6	72,7	31,9	35,5	37,2	38,9	
	65	4,08	4,53	4,75	4,96	23	25,6	26,8	28	70,6	78,5	82,2	86	37,8	42	44	46	
		4,23	4,7	4,93	5,15	23,9	26,5	27,8	29	73,3	81,4	85,3	89,2	39,2	43,5	45,6	47,7	
		3,91	4,34	4,55	4,76	22	24,5	25,7	26,8	67,7	75,2	78,8	82,4	36,2	40,2	42,1	44,1	
		3,69	4,1	4,3	4,5	20,8	23,1	24,3	25,4	64	71,1	74,5	77,9	34,2	38	39,8	41,6	
	75	4,37	4,85	5,08	5,31	24,6	27,4	28,7	30	75,6	84	88	92	40,4	44,9	47,1	49,2	
		4,53	5,03	5,27	5,51	25,5	28,4	29,7	31,1	78,5	87,2	91,3	95,5	41,9	46,6	48,8	51,1	
		4,19	4,65	4,87	5,09	23,6	26,2	27,5	28,7	72,5	80,5	84,4	88,2	38,8	43,1	45,1	47,2	

Таким образом, нами впервые показана возможность получения оксида меди(II) промышленным переменным током, а также установлено, что на процесс формования оксида меди(II) существенное влияние оказывает плотность и частота переменного тока на титановом и медном электродах, концентрация электролита и температура раствора. Получена математическая модель выхода по току оксида меди (II), с помощью которой рассчитана номограмма

ЛИТЕРАТУРА

1. Озеров А.М., Кривцов А.К., Хамаев В.А. Нестационарный электролиз. Волгоград.:Нижневолжская, 1972. -159с.
2. Якоменко Л.М. Электродные материалы в прикладной электрохимии. -М.:Химия, 1977. -263с.
3. Угай Я. А. Введение в химию полупроводников. -М.:Высшая школа., 1965. -334с.
4. Доспаев М.М., Малышев В.П., Каримова Л.М. Образование оксида меди(I) при электролизе переменным током промышленной частоты// Вестник Карагандинского государственного университета. Серия химия, 2009.-№4(56).-С.
5. Малышев В.П. Математическое описание результатов многофакторного эксперимента, проведенного по методу Зейделя-Гaussса// Вестник АН Каз ССР.-1978.-№4.-С.31-38.
6. Малышев В.П. Кинетический и технологический анализ обобщающих математических моделей химико-металлургических процессов// Доклады Национальной академии наук РК.- 2008.-№2.-С.13-18.
7. Малышев В.П. К определению ошибки эксперимента, адекватности и доверительного интервала аппроксимирующих функций //Вестник МОН РК, НАН РК.- 2000.-№4.-С.22-30.

Доспаев М.М., Лу Н.Ю., Фигуринене И.В., Доспаев Д.М., Квон С.С.

МЫС(II) ТОТЫГЫ ҮТАҒЫН СТАЦИОНАРЛЫ ЕМЕС АЙНЫМАЛЫТОҚТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗ ЖАҒДАЙЫНДА АЛУ

Өндірістік айнымалы тоқпен мыс(II) тотығын алу мүмкіндігі көрсетілген, сонымен катар мыс(II) тотығының түзілу үрдісіне титан және мыс электродтарындағы айнымалы тоқтың тығыздығы мен жиілігі, электролит концентрациясы және ерітінді температурасы елеулі есептегендегі. Мыс(II) тотығының тоқ шығымының математикалық үлгісі алынып, оның көмегімен номограмма есептелінді. Анықталған максимумы бар қысылтаян тәжірибелі тәуелділіктің аса күрделі формуласы өрнектелді.

Dospaev M.M., Lu N. Y., Figurinene I.V., Dospaev Д.М., Квон С.С.

**PRODUCTION OF POWDER COPPER (II) OXIDE IN THE CONDITIONS
OF NON-STATIONARY ALTERNATING CURRENT ELECTROLYSIS**

It was shown the obtaining possibility of copper (II) oxide by the industrial alternating current, and also it was established, that on formation process of copper (II) oxide the essential influence was rendered by density and frequency of an alternating current on titanic and copper electrodes, concentration of electrolyte and solution temperature. It was received the mathematical model of an exit on a current of copper (II) oxide with which help was calculated nomogram.