

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОХОЖДЕНИЯ ПЕРЕМЕННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА ЧЕРЕЗ РАСТВОР ЕДКОГО НАТРА

### Сообщение 2

В. П. ПИЩУЛИН, А. П. МАРЧЕНКО

(Представлена научно-методическим семинаром кафедры процессов, аппаратов  
и кибернетики химических производств)

Исследования процесса выпаривания раствора едкого натра с прямым электрическим нагревом [1] показали, что наиболее целесообразно с экономической точки зрения применение выпарных аппаратов электродного типа на третьей стадии процесса выпаривания, т. е. при выпаривании растворов каустической соды концентрацией от 42% NaOH и выше. Результаты коррозионных испытаний электродов из различных материалов [2] позволили рекомендовать для конструирования электродных выпарных аппаратов в качестве электродов электродный уголь. В данном сообщении приведены результаты исследования удельного граничного сопротивления угольных электродов в растворах едкого натра концентрацией 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80% (массовых) при различных температурах и плотностях электрического тока.

Исследования удельных граничных сопротивлений проводились по методике, описанной ранее [3], в измерительной ячейке из фторопласта-4 с плоскопараллельными электродами из угля с рабочей площадью  $4 \text{ см}^2$  и расстоянием между электродами 54 мм.

Полученные усредненные значения удельных граничных сопротивлений в системе угольный электрод — раствор едкого натра — угольный электрод при различных концентрациях и температуре раствора, плотности электрического тока приведены в табл. 1.

Результаты исследования показали, что значения удельных граничных сопротивлений для угольных электродов ниже таковых для графитовых электродов при равных значениях концентрации и температуры раствора и плотности электрического тока, полученных ранее [3], кроме того, замечено, что удельное граничное сопротивление «фазового» электрода несколько выше удельного граничного сопротивления «нулевого» электрода.

Увеличение удельного граничного сопротивления для графитовых электродов можно объяснить большой коррозионной устойчивостью угля в условиях прямого электрического нагрева в растворах едкого натра, поскольку графитовые электроды частично разрушаются в результате вероятного электролизного окисления углерода и пропиточных смол, увеличивающего электрическое сопротивление пограничного слоя продуктами окисления, причем на «фазовом» электроде процесс электролизного окисления протекает интенсивнее.

Увеличение концентрации раствора едкого натра приводит к неравномерному росту удельного граничного сопротивления. Так, при увели-

Таблица 1

№ пп.	Температу- ра, °С	Плотность тока, $a/cm^2$	Удельное граничное сопротивление в $ом \cdot см^2$ для угольных электродов при концентрации раствора едкого натра (массовые проценты)							
			45	50	55	60	65	70	75	80
			4	5	6	7	8	9	10	11
1	90	1,25	0,64	—	—	—	—	—	—	—
2		1,87	0,54	—	—	—	—	—	—	—
3		2,50	0,48	—	—	—	—	—	—	—
4		3,12	0,45	—	—	—	—	—	—	—
5	100	1,25	0,48	0,64	0,69	0,72	0,76	0,80	—	—
6		1,87	0,42	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	—	—
7		2,50	0,36	0,45	0,47	0,50	0,50	0,52	—	—
8		3,12	0,35	0,42	0,43	0,44	0,46	0,48	—	—
9	110	1,25	0,40	0,54	0,60	0,62	0,64	0,68	—	—
10		1,87	0,36	0,45	0,47	0,48	0,50	0,51	—	—
11		2,50	0,33	0,39	0,41	0,42	0,43	0,45	—	—
12		3,12	0,32	0,36	0,37	0,38	0,40	0,43	—	—
13	120	1,25	0,36	0,44	0,50	0,53	0,54	0,58	0,78	2,40
14		1,87	0,31	0,37	0,40	0,43	0,44	0,44	0,64	2,36
15		2,50	0,30	0,33	0,36	0,37	0,38	0,40	0,56	2,20
16		3,12	0,30	0,32	0,33	0,34	0,35	0,38	0,53	2,00
17	130	1,25	0,32	0,38	0,42	0,44	0,46	0,52	0,62	—
18		1,87	0,29	0,31	0,36	0,39	0,40	0,42	0,54	—
19		2,50	0,28	0,28	0,32	0,34	0,35	0,36	0,48	—
20		3,12	0,28	0,27	0,30	0,32	0,33	0,34	0,46	—
21	140	1,25	—	0,32	0,36	0,40	0,43	0,46	0,56	1,41
22		1,87	—	0,27	0,32	0,35	0,36	0,37	0,48	1,20
23		2,50	—	0,25	0,30	0,32	0,33	0,34	0,44	1,00
24		3,12	—	—	0,30	0,29	0,30	0,31	0,42	0,95
25	150	1,25	—	—	0,34	0,34	0,34	0,40	0,52	—
26		1,87	—	—	0,31	0,30	0,29	0,33	0,44	—
27		2,50	—	—	0,30	0,30	0,27	0,30	0,40	—
28		3,12	—	—	—	0,27	0,27	0,28	0,38	—
29	160	1,25	—	—	—	—	0,30	0,32	0,48	0,72
30		1,87	—	—	—	—	0,25	0,30	0,42	0,66
31		2,50	—	—	—	—	0,24	0,26	0,36	0,66
32		3,12	—	—	—	—	0,24	0,25	0,35	0,64
33	170	1,25	—	—	—	—	—	—	0,44	—
34		1,87	—	—	—	—	—	—	0,37	—
35		2,50	—	—	—	—	—	—	0,33	—
36		3,12	—	—	—	—	—	—	0,31	—
37	180	1,25	—	—	—	—	—	—	0,40	0,48
38		1,87	—	—	—	—	—	—	0,33	0,47

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
39		2,50	—	—	—	—	—	—	0,30	0,44
40		3,12	—	—	—	—	—	—	0,29	0,43
41	190	1,25	—	—	—	—	—	—	0,36	—
42		1,87	—	—	—	—	—	—	0,31	—
43		2,50	—	—	—	—	—	—	0,28	—
44		3,12	—	—	—	—	—	—	0,28	—
45	200	1,25	—	—	—	—	—	—	—	0,40
46		1,87	—	—	—	—	—	—	—	0,38
47		2,50	—	—	—	—	—	—	—	0,36
48		3,12	—	—	—	—	—	—	—	0,35

чении концентрации раствора от 45 до 70% NaOH удельное граничное сопротивление возрастает в 1,5—1,7 раза, при дальнейшем увеличении концентрации от 70 до 80% происходит резкое возрастание удельного граничного сопротивления в 3—4 раза, что связано с переходом раствора едкого натра в менее диссоциированное состояние, соответствующее составу NaOH · H<sub>2</sub>O (69% NaOH).

Увеличение плотности тока приводит к уменьшению удельного граничного сопротивления, что объясняется большей подвижностью ионов и ускорением электродных реакций с увеличением плотности переменного электрического тока, причем при больших температурах эффект уменьшения снижается. Для раствора едкого натра с концентрацией 60% при температуре 100°C удельное граничное сопротивление уменьшается в 1,64 раза с увеличением плотности тока от 1,25 до 3,12 *a/cm<sup>2</sup>*, при 130°C — в 1,38 раза, а при 150°C — уже в 1,26 раза.

С увеличением температуры раствора едкого натра происходит плавное уменьшение удельного граничного сопротивления, связанное с большей подвижностью ионов с ростом температуры. Для меньших плотностей тока снижение удельного граничного сопротивления выражено более ясно. Так, для раствора едкого натра концентрацией 60% при плотности электрического тока 1,25 *a/cm<sup>2</sup>* удельное сопротивление уменьшилось в 2,12 раза при увеличении температуры раствора от 100 до 150°C, а при плотности тока 3,12 *a/cm<sup>2</sup>* — только в 1,63 раза.

#### Выводы

1. Проведены исследования удельного граничного сопротивления угольных электродов в растворах едкого натра в условиях прямого электрического нагрева.

2. Установлено, что удельное граничное сопротивление зависит от материала электрода, от схемы подключения электродов: для «фазового» электрода удельное граничное сопротивление несколько выше, чем для «нулевого»; удельное граничное сопротивление увеличивается с концентрацией раствора NaOH в исследованном интервале, уменьшается с ростом температуры и плотности тока.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Н. И. Козлова, В. П. Пищулин. Применение прямого электрического нагрева для выпаривания раствора NaOH. Труды молодых ученых, Томск, 1971.
2. В. П. Пищулин, В. И. Косинцев. Коррозия электродных и конструкционных материалов при выпаривании растворов едкого натра в аппаратах с прямым электрическим нагревом. Сообщение 1 (настоящий сборник).
3. В. П. Пищулин, Н. И. Козлова. Исследование прохождения переменного электрического тока через раствор едкого натра. Известия ТПИ, т. 259. Томск, Изд-во Томского университета (в печати).