И. Л. Гоник, Е. Г. Пасичник

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА
ОБОЖЖЕННОГО АНОДА КАК ФАКТОР,
ВЛИЯЮЩИЙ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА**

Волгоградский государственный технический университет

e-mail: gonik@vstu.ru

Проанализированы основные технологические этапы производства обожженного анода, выявлена технологическая операция, обеспечивающая получение заданного комплекса свойств.

Ключевые слова: обожженный анод, каменноугольный пек, нефтяной кокс, обжиг.

I. L. Gonik, E. G. Pasichnik

**PROCESS PARAMETERS OF THE CALCINED ANODE PRODUCTION
PROCESS AS A FACTOR AFFECTING THE CELL PRODUCTIVITY**

Volgograd State Technical University

The main technological stages of production of the annealed anode are analyzed, the technological operation providing obtaining of the set complex of properties is revealed.

Keywords: annealed anode, coal pitch, petroleum coke, firing.

В настоящее время для получения алюминия, единственным используемым способом является электролиз оксида алюминия Al_2O_3 (глинозема) в расплаве криолита $\text{Na}_3\cdot\text{AlF}_6$. Производство алюминия электролитическим способом осуществляется в электролизерах, процесс протекает при температуре около 960°C и описывается следующим выражением [1]:

Электролиз глинозема происходит в слое расплавленного электролита между анодом и расплавленным металлом. Ионы алюминия восстанавливаются до металла, а ионы кислорода взаимодействуют с анодом, приводя к образованию углекислого газа, то есть осуществляется процесс Эру – Холла, которой выражается реакцией: [2]

Широкое применение углеродистых материалов связано со следующими свойствами углерода:

- не плавится при температурах, которые применяют в технологическом процессе производства;
- обладает низким давлением паров при высокой температуре;
- хорошо проводит электрический ток и тепло.

Для производства анодов используют каменноугольный пек (может упоминаться как связующее) и нефтяной кокс (может упоминаться как наполнитель). Анодную массу, которая состоит из 15 % каменноугольного пека, 84 % нефтяного кокса и 1 % прочих веществ,

получают путем смешения. Затем анодная масса подвергается вибропрессованию с последующим обжигом зеленого анода. Обжиг осуще-

ствляется в кольцевой печи открытого типа при температуре 1100 °С. На рис. 1 представлен режим обжига зеленого анода.

Рис. 1. Диаграмма обжига зеленого анода:
1 интервал – 120–350 °С; 2 интервал – 350–600 °С; 3 интервал – 600–1200 °С

Выделенные процессы важны при формировании структуры обожженного анода тем, что:

- Первый интервал включает:
  - нагрев до 100–120 °С (частичное размягчение пека, релаксация остаточных напряжений);
  - нагрев до 230–300 °С (пек приобретает минимальную вязкость и максимальную пластичность, усадка электрода);
  - нагрев до 280–300 °С (связующие образуют первые нарушения целостности материала из-за разрыва пековых прослоек и обрыв их от зерен наполнителя).
- Второй интервал включает в себя:
  - нагрев до 300–375 °С (интенсивное уплотнение структуры пека, деструкция);
  - нагрев до 400–420 °С (часть продуктов деструкции, не вошедших в поликонденсацию

из-за малой начальной газопроницаемости, накапливается в них, что приводит к увеличению объема изделия).

- Третий интервал – нагрев выше 650 °С (продолжаются процессы уплотнения структуры кокса, образовавшегося из связующего) [3].

Удельное электросопротивление готового анода является одним из требований, предъявляемых к качеству обожженного анода, определяемое условиями эксплуатации, также технико-экономическими показателями. Понижение удельного электросопротивления позволит уменьшить падение напряжения на аноде, повысит силу тока на электролизере, что обеспечит повышение производительности электролизера. Требования к свойствам электрода приведены в таблице.

Контролируемые количественные характеристики обожженных анодов [4]

Показатель	Значение	Метод контроля
Газопроницаемость	$\leq 2,5$	ГОСТ Р ИСО 15906
Предел прочности на сжатие	45 - 58 МПа	ГОСТ Р ИСО 18515
Кажущаяся плотность	$\geq 1,56$ г/см ³	ГОСТ Р ИСО 12985-1
Удельное электросопротивление	$\leq 56,0$ мкОм·м	ГОСТ Р ИСО 11713
Остаток образца от карбоксильной реакции	$\geq 90,0$ %	ГОСТ Р ИСО 12988-1
Остаток образца от реакции в воздухе	75,0 – 85,0 %	ГОСТ Р ИСО 12989-1
Зольность	$\leq 0,6$ %	ГОСТ 22692
Действительная плотность	$\geq 2,04$ г/см ³	ГОСТ Р ИСО 21687
Примеси	Fe – 0,050 % Si – 0,050 % V – 0,025 % Ca – 0,025 %	ГОСТ Р ИСО 12980

Рис. 2. График зависимости удельного электросопротивления электрода от температуры обжига

Заключение

Наиболее стабильное значение удельного электросопротивления анодов (52–54 мкОм·м) получается при обжиге электродов в интервале температур 1050–1090 °C, при рекомендованной температуре обжига до 1200 °C. Для обоснования предложенных режимов обжига необходимы дополнительные исследования химических процессов, протекающих при обжиге.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Галевский, Г. В. Технология производства электродных масс для алюминиевых электролизеров / Г. В. Галевский, В. М. Жураковский, Н. М. Кулагин. – Новосибирск : Издательство «Наука» Сибирская издательская фирма РАН, 1999. – 295 с.
2. Колодин, Э. А. Производство обожженных анодов алюминиевых электролизеров / Э. А. Колодин, В. А. Свердлин. – Москва : Металлургия, 1980. – 84 с.
3. Hulse, K. L. Anode production: raw materials, composition and technological parameters. – New Zealand : R&D Carbon Ltd., 2004. – 452 pp.
4. Янко, Э. А. Аноды алюминиевых электролизеров / Э. А. Янко. – Издательский дом «Руда и Металлы», 2001. – 672 с.