

# МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

УДК 681.5

## Методика декомпозиции модели производственного процесса на звенья первого порядка

Ю.Н. Алпатов<sup>1 a</sup>, А.А. Дриженко<sup>2 b</sup><sup>1</sup>Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия<sup>2</sup>ОАО «РУСАЛ-Братск», промплощадка БрАЗа<sup>a</sup>iipm@brstu.ru, <sup>b</sup>drizhenko@mail.ru

Статья получена 15.03. 2015, принята 11.05 2015

*Работа алюминиевых электролизеров характеризуется периодическим возникновением анодных эффектов, вызывающих резкое увеличение электрического сопротивления электролизера. Влияние анодного эффекта на электролиз носит двойственный характер. С одной стороны анодный эффект выравнивает подошву анода (что положительно влияет на выработку металла) и облегчает технологическую обработку электролизера. С другой стороны возникновение анодных эффектов отрицательно сказывается на электролизе, вызывая повышенный расход электроэнергии фтористых солей и анодов, а также осложняет работу источников постоянного электрического тока. Кроме того, анодный эффект является одной из основных причин частого нарушения процесса электролиза расплава NaCl. Таким образом, определение условий, обеспечивающих устойчивую работу анода, не осложняемую возникновением анодного эффекта, приобретает для данного процесса важное значение. Поэтому на Братском алюминиевом заводе возникла задача регулирования анодного эффекта. Был проведен ряд экспериментов, определяющих взаимосвязи между параметрами электролизера и процессами, происходящими в нем. В результате проведенного анализа для исследований были выбраны некоторые технологические параметры, такие как сила тока серии производственных корпусов, напряжение на электролизере, дозы глинозема, криолитовое отношение, фтористый кальций, фтористый магний, уровень электролита и другие параметры. Используя предложенную методику, была произведена декомпозиция математической модели, в результате определены интервал времени для упреждения возникновения анодного эффекта, в течение которого нужно внести изменения в работу электролизера.*

**Ключевые слова:** регрессионный анализ; математическая модель; цепная дробь; устойчивость системы; постоянная времени звена; комплексное число; передаточная функция; структурная схема; цепная дробь; математическое ожидание; дисперсия.

## Decomposing technique for production process model on links of the first order

Yu.N. Alpatov<sup>a</sup>, A.A. Drizhenko<sup>b</sup>

Bratsk State University; 40, Makarenko St., Bratsk, Russia

UC RUSAL, Bratsk Aluminium Smelter; Bratsk, Russia

<sup>a</sup>iipm@brstu.ru, <sup>b</sup>drizhenko@mail.ru

Received 15.03.2015, accepted 11.05.2015

*The work of aluminium electrolyzers is characterized by periodic occurrence of anode effects, causing a sharp increase in the electrical resistance of an electrolyser. Influence of anode effects on electrolysis has dual nature. On the one hand, the anode effect adjusts the anode face (that has a positive effect on the metal production) and also makes it easier to process the electrolyser. On the other hand, the anode effects have a negative impact on electrolysis, causing increased energy consumption and concentration of fluoride and anodes as well as complicates the work of direct current power supply. Furthermore, the anode effect is one of the main causes of the frequent violations of the electrolysis of molten NaCl. Thus, determination of conditions to ensure the sustainability of the anode, which is not complicated by the anode effects, is important for this process. Therefore, Bratsk Aluminium Plant has a task to regulate the anode effect. Experiments have been done to define the relationship between the parameters of electrolyser and the processes occurring in it. As a result of the analysis done, some technological parameters have been chosen such as current intensity of production series, electrolyser voltage, doses of alumina, cryolite proportion, calcium fluoride, magnesium fluoride, electrolyte level and other parameters. By using the technique proposed, decomposition of mathematical model has been done. As a result, time interval for anticipating anode effect has been determined. It is necessary to make changes in electrolyser operation during this time interval.*

**Key words:** regression analysis; mathematical model; chain fraction; system stability; link time constant; complex number; transfer function; structural scheme; mathematical expectation; dispersion.