

гой стороны, для повышения эффективности использования рабочего объема аппарата непрерывного действия необходимо осуществлять вывод обработанных частиц в течение минимального интервала времени  $\Delta t$ , с целью исключения явления передержки частиц и заполнения рабочего объема аппарата прореагировавшими частицами. Это условие может быть осуществлено за счет уменьшения величины интеграла  $G$ . Таким образом, оптимальным условиям работы любого типа аппарата непрерывного действия будут отвечать условия, когда  $A = 0$ ,  $G = 0$  и  $B = 1$ . В целом можно считать, что достижение высоких значений  $x$  лимитируется в основном не особенностями кинетики проводимого в аппарате процесса, а особенностями работы того аппарата, в котором этот процесс протекает, т. е. зависит от вида структуры потока и характера функции распределения.

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОДСИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ АЛЮМИНИЕВЫМ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРОМ С ОБОЖЖЕННЫМИ АНОДАМИ

Глущенко М.А.

*Санкт-Петербургский Государственный горный  
институт им. Г.В. Плеханова*

Имитационное моделирование заключается в имитации на ЭВМ процесса функционирования и структуры исследуемого объекта. Строгое детальное описание отдельных частей объекта в данном случае не предусматривается, а протекающие в них процессы имитируются в интегрированном виде, позволяющем определить лишь основные данные, необходимые для принятия решений на более высоком уровне.

Процесс электролитического производства алюминия является основным в современной электрометаллургии алюминия и заключается в электролизе глинозема, растворенного в расплавленном криолите.

Электролизер как объект управления по каналу концентрации глинозема и фтористого алюминия представляет собой простое инерционное звено, описываемое уравнением материального баланса по глинозему и фтористому алюминию. Управление таким объектом заключается в контроле концентрации глинозема и фтористого алюминия. Они могут быть оценены по результатам изменений напряжения и тока, проходящего через него.

Теплообмен в электролизере имеет распределенный в пространстве характер. Но, учитывая, что в системах управления электролизом отсутствуют распределенный контроль и распределенные управляющие воздействия, можно считать, что адекватной тепловой моделью электролизера как объекта управления является модель с сосредоточенными параметрами. Принимая электролизер одной сосредоточенной тепловой емкостью (одноемкостная аппроксимация), рассчитывается его энергетический баланс. В процессе электролиза криолит-глиноземного расплава изменяется и межполюсное расстояние, что значи-

тельно влияет на температуру процесса, а следовательно и на значение приведенного напряжения.

На основании математического описания в пакете MATLAB с использованием инструмента визуального моделирования Simulink при помощи интерфейсной функции S-function создана имитационная модель электролизной ванны с обожженными анодами.

Проведено исследование поведения уравнения измерений при различных значениях концентрации глинозема, криолитового отношения, температуры электролита и межполюсного расстояния. Имитационные модель электролизера и модель подсистем управления концентрацией глинозема также как и система управления, используемая в промышленности, состоят из аналоговых и дискретных компонентов. Это гибридная система - система со сложным взаимодействием дискретной и непрерывной динамики. Она характеризуется не только непрерывным изменением состояния системы, но и скачкообразными вариациями в соответствии с логикой работы управляющей подсистемы. Поэтому для численного моделирования систем, характеризующихся сложным поведением используются диаграммы состояний и переходов, предложенные Д. Харелом. Все Моделирование физики технологических процессов (непрерывная составляющая поведения системы) дополняется моделированием логики работы управляющих ими устройств (дискретная компонента). Математический аппарат описания в данном случае - это система уравнений, но не дифференциальных, а дифференциально-алгебраическо-логических. Для моделирования подсистем управления концентрацией глинозема и фтористых солей использовались диаграммы состояний и переходов StateFlow.

Преимуществом использования компоненты StateFlow является возможность провести верификацию моделируемой системы, т.е. отладку и диагностику реализованного алгоритма (например, проверку всех веток алгоритма). Особенностью применения при имитационном моделировании диаграмм состояний и переходов StateFlow является возможность реализации точных алгоритмов решаемых задач контроллера. Также во время выполнения алгоритма StateFlow генерирует C-код, что дает возможность использовать ЭВМ с моделью как PC-контроллер.

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА

Петров П.А.

*Санкт-Петербургский государственный горный  
институт им. Г.В. Плеханова*

Один из важнейших процессов в нефтехимии и нефтепереработке – каталитический риформинг, предназначенный для повышения октанового числа бензинов и для производства индивидуальных ароматических углеводородов – бензола, толуола, ксилола.

Нефтеперерабатывающие предприятия переходят на новые катализаторы, работающие при более низких давлениях и повышающие глубину и селективность превращений. Этот переход предпочтителен