УДК 669.712.111.2:669.712.111.3

Д.А.САВЕЛЬЕВ
Московский государственный институт стали и сплавов (технологический университет)

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МОДЕЛИ ГЛИНОЗЕМНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ЗАВОДОВ, РАБОТАЮЩИХ ПО СПОСОБУ БАЙЕРА

Дана оценка созданной ранее в Московском институте стали и сплавов модели глиноземного производства по способу Байера для условий Николаевского глиноземного завода. Модель позволяет оперативно оценить работу всего глиноземного производства и выбрать вариант, обеспечивающий наилучшие экономические показатели. Рассмотрены задачи по дальнейшему совершенствованию программы, связанные с оптимизацией основных переделов глиноземного производства – выщелачивания и декомпозиции.

The article gives an estimation of the model of Bayer process alumina production designed in the Moscow Institute of Steels and Allows (MISA), for conditions of the Nikolaev alumina plant. The model is based on technological balance calculation (material balance, heat balance, etc.) allowing determination of technological parameter influence on costs and output of alumina production. The model enables on-line estimation of the whole alumina plant operation and selection of the best variant securing highest economic parameters. Ways of further enhancement of the model, connected with optimization of the main alumina production operations, the leaching and decomposition, are studied.

Программа MGP-941 была разработана в Московском государственном институте стали и сплавов на кафедре легких металлов в 1994 г. В ней на основании материального баланса Николаевского глиноземного завода смоделирован процесс производства глинозема. Модель MGP-941 позволяет производить следующие расчеты:

- усреднения бокситов разных типов (до четырех);
- материального баланса;
- калькуляции себестоимости тонны глинозема;
- потерь глинозема и каустической щелочи по переделам (в процентах и килограммах);
- расхода пара в операциях выщелачивания и выпарки, упрощенные расчеты электроэнергии и жидкого топлива на операции кальцинации;
- пропускной способности переделов по глинозему с нахождением «узкого места», определяющего производительность завода;
- дополнительных экономических показателей, по которым можно оценить эффективность работы завода.

Все расчеты проводятся по двум вариантам, что позволяет методом последовательных приближений осуществить простейшую оптимизацию.

Причина ограниченного использования MGP-941, кроется в несовершенстве интерфейса. Недостатком программы, с точки зрения моделирования процесса глиноземного производства, является отсутствие оптимизации, осуществляемой компьютером. Таким образом, определены направления совершенствования программы MGP-941.

Суть оптимизации заключается в проведении серии расчетов с изменяющимся показателем, влияющим на себестоимость конечной продукции и выбор оптимального варианта расчета. Такая программа не является «думающей», и решение по выбору оптимального варианта полностью возлагается на человека. С целью повышения эффективности оптимизации необходимо переложить

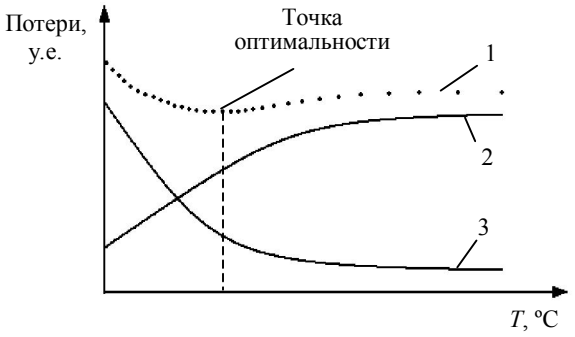


Рис.1. Графический поиск оптимальной температуры при τ = const
1 – суммарные потери; 2 – потери тепла; 3 – потери недоизвлечения

функции объекта принятия решения по выбору оптимального варианта с человека на ЭВМ; это предполагает более высокий уровень требований, предъявляемых к разрабатываемому программному обеспечению. Развитие программного обеспечения в направлении поиска наиболее эффективного варианта работы завода следует считать приоритетным по сравнению с разработкой информационных программ.

При современном уровне развития компьютерной промышленности целесообразно использование ЭВМ, работающих в режиме советчика по управлению производственными процессами, что достигается реализацией оптимизационных программ и позволяет увеличить долю используемых в настоящий момент научных данных. Перед программой оптимизации ставятся две задачи: получение и переработка информации от смоделированного процесса глиноземного производства и выдача рекомендаций по управлению данным процессом. В производстве глинозема по способу Байера основными являются операции выщелачивания и декомпозиции, поэтому оптимизацию целесообразно начинать с этих процессов.

Задается критерий эффективности функционирования конкретного процесса. Это может быть единичный (тепловые потери) или комплексный (тепловые потери, извлечение полезных компонентов из сырья, производительность) показатель. Программа оптимизации осуществляет расчет критерия эффективности данного процесса, изменяя выбранные оператором параметры процесса с заданным шагом.

Для процесса выщелачивания в качестве критерия эффективности можно выбрать комплексный показатель, включающий тепловые потери и потери от недоизвлечения, выраженные в денежных единицах, а в качестве изменяемых (оптимизируемых) параметров процесса – температуру и продолжительность выщелачивания. Поскольку тепловые потери возрастают с увеличением температуры и продолжительности процесса выщелачивания, а потери от недоизвлечения уменьшаются при этих условиях, существует единственный (некраевой) вариант, которому соответствует минимум общих потерь. Это и есть оптимальный вариант (рис.1).

При оптимизации декомпозиции логично воспользоваться формулой эффективности процесса декомпозиции

$$a = (1 - \alpha_a/\alpha_o)100,$$

где a – выход глинозема при декомпозиции, %; α_a и α_o – каустический модуль соответственно алюминатного и оборотного раствора.

Известно, что основным недостатком процесса декомпозиции являются большие временны́е затраты, снижение которых и является целью оптимизации.

Поскольку каустические отношения оборотного и алюминатного растворов задаются, а α_a является начальным условием, целью оптимизации является нахождение таких условий процесса декомпозиции, при которых обеспечивается наиболее быстрое достижение необходимого значения α_o. Это справедливо при наибольшей степени пересыщения алюминатного раствора глиноземом. Нахождение максимума пересыщения показано на рис.2. Кривая на рис.2 является изотермой растворимости, а прямая – лучом изокаустического отношения. Программа последовательно (например, со стороны бóльших концентраций Na_2O) анализирует длину отрезков, характеризующих степень пересыщения, при уменьшении концентрации Na_2O на заданное значение. Программа выбирает наибольшее значение пересыще-

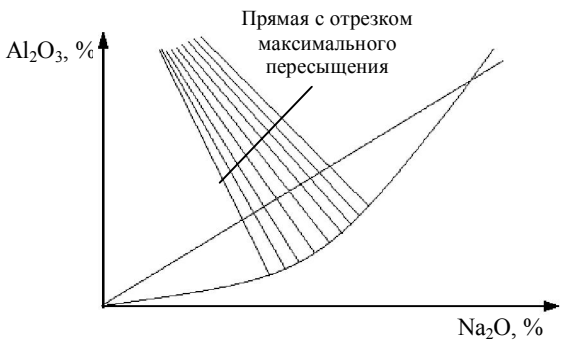


Рис.2. Определение максимального пересыщения раствора Al_2O_3

ния, которое характеризуется оптимальной концентрацией Na_2O в алюминатном растворе после разбавления автоклавной пульпы.

Уровень практического применения оптимизации напрямую связан с уровнем научных данных, которые легли в основу программы, осуществляющей моделирование технологических процессов. Приведенные выше варианты оптимизации могут быть использованы в программах с «учебным» статусом. Для создания оптимизационной программы, по результатам которой можно прогнозировать условия проведения производственных процессов в промышленных масштабах, необходим огромный объем достоверной информации, от которого зависит соответствие технологического процесса, смоделированного на ЭВМ, реально существующему. При этом появляется возможность с достаточной точностью спрогнозировать работу завода при переходе на новое сырье, смене оборудования или изменении параметров проведения какого-либо процесса.

В 2004 г. планируется создание современной модели производства глинозема. Программа разрабатывается на языке DELPHI-7 для операционной системы WINDOWS-XP. В MGP-2004 будут устранены недостатки, присущие MGP-941. Полноценное использование установленного на компьютере оборудования, удобный интерфейс, а также наличие дополнительного оптимизационного расчета переделов выщелачивания, декомпозиции и сгущения позволят использовать программу MGP-2004 при решении широкого круга вопросов, связанных с процессами глиноземного производства. Главная задача MGP-2004 – способствовать развитию программного обеспечения в области производства глинозема.

Научный руководитель д.т.н. проф. *И.В.Николаев*