

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ПЛАВКИ В ИНДУКЦИОННЫХ ПЕЧАХ ИСТ1/0.8-М5

Дымко Е. П.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков*

В работе рассмотрены вопросы построения математической модели процесса индукционной плавки, описывающей состояние системы во времени при выбранном управлении. Модель построена для двух этапов плавки: собственно плавка (расплавление твердой шихты) и выдержка расплава при заданной температуре (или подогрев из жидкого состояния при плавке на «болоте»).

Построение моделей для обоих этапов предполагало возможность контролирования параметров плавки – переменных состояния. Основными параметрами, определяющими как сам процесс плавки, так и безопасность его, являются температура расплава в тигле, температура футеровки, температура охлаждающей жидкости, состояние футеровки индукционной печи и изоляция индуктора, а также значения электрических сигналов в виде силы тока и напряжения на индукторе.

Переменными состояния $z_i(t)$ выбраны значения содержания элементов химического состава расплава в процессе управления на этапе выдержки расплава в индукционной тигельной печи.

При таком рассмотрении уравнениями состояния следует выбирать кинетические уравнения, описывающие изменение во времени содержания элементов химического состава расплава при выбранном управлении. Физическая сущность, закладываемая в такое описание, состоит в следующем. Управление осуществляется изменением подводимой мощности, вследствие чего меняется температура расплава. Изменение температуры влечет за собой изменение констант скорости химических процессов – окислительно-восстановительных реакций, в которых участвуют элементы химического состава. При этом возможны различные варианты кинетических уравнений, в зависимости от порядков протекающих реакций. Как правило, увеличение температуры в такой системе увеличивает скорости протекающих процессов. При этом, конечно, следует учитывать наличие экзотермического эффекта некоторых реакций, тормозящих скорость развития процесса с увеличением температуры системы. Такой эффект, известный как принцип Ле-Шателье – Брауна является проявление обратной связи в управлении физико-химического процесса. Реакции, протекающие в расплаве в процессе индукционной плавки, являются, как правило, эндотермическими, поэтому увеличение температуры вследствие повышения мощности, подводимой к печи, является эффективным способом перевода системы в нужное состояние.

Полученная модель пригодна для оптимального управления плавкой.