

и, соответственно, высокие системные требования баз ERP. Кроме того, это сложности при обновлении, более высокие риски отказа оперативного учета. В реальности интерпретация данных из контура MES в ERP работает на порядок хуже, чем если бы это была интеграция через какую-нибудь готовую шину данных.

При технической поддержке очень важно учесть простоту и продуманность проектирования интерфейсов первичного учета. В MES-системах он выполняется силами тех, кто выполняет производственные и складские операции. Такие интерфейсы в принципе трудно сделать, ведь при разработке учетных систем исторически больше внимания уделяется организации хранения и обработки данных, чем удобству ввода данных и взаимодействия с ними.

УДК 681.5

В. П. Кобринец, доц., канд. техн. наук;

О. Г. Барашко, доц., канд. техн. наук;

Д. С. Карпович, канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА СУШКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ

Основным продуктом калийной промышленности является хлорид калия (КСl), который используется в качестве удобрений и как составляющая сложных удобрений в сельском хозяйстве. Промышленная переработка калийных руд выполняется преимущественно флотационным и галургическим способом.

Технология переработки сильвинитовой руды флотационным способом в условиях ОАО «Беларуськалий» включает следующие операции: измельчение, классификацию, обесшламливание, флотацию, обезвоживание продуктов обогащения, осветление оборотных потоков и сушку концентрата.

Галургический метод переработки калийных руд также содержит операцию сушки. Сушка является завершающей стадией на пути для получения товарного продукта. Высушивание проводится до остаточной влажности не более 1%, если продукт предназначен для отправки потребителю, и не более 0,5%, если он идет после сушки на грануляцию.

В калийной промышленности в основном применяются барабанные сушилки (и сушилки с псевдооживленным кипящим слоем (аппараты КС)). Все эти аппараты имеют топки для сжигаемого топлива, а сушка проводится горячими продуктами сжигания. Процесс

осуществляется при прямом контакте между теплоносителем и концентратом КС1. При этом наиболее эффективным по производительности по энергосбережению является процесс сушки в аппаратах КС, особенности автоматизации которого представляют практический и научный интерес.

В аппарате КС взаимодействие твердых частиц и газов происходит в псевдооживленном слое, создаваемым на газораспределительной решетке, при подаче на нее сверху влажного продукта, а снизу теплоносителя, который создает эффект псевдооживления. Скорость газа в слое 1-2 м/с в зависимости от крупности частиц, продолжительность высушивания – несколько минут.

Основной задачей автоматического контроля и управления процессом сушки в аппарате КС является минимизация расхода топлива при получении продукта заданной конечной влажности.

Основными возмущающими воздействиями являются изменение количества сырого материала или его начальной влажности, или того и другого вместе взятых. Основной выходной параметр – конечная влажность продукта.

Особенностью установок для сушки в аппарате КС является большая интенсивность процесса и большая скорость изменения параметров, которые характеризуют процесс сушки. Одной из основных задач регулирования промышленных установок КС является поддержание теплового баланса процесса путем стабилизации температуры слоя в аппарате. Этот параметр является наиболее важным показателем процесса сушки в КС, потому что однозначно определяет конечную влажность продукта.

Регулирование температуры слоя можно осуществить двумя разными способами. При первом способе стабилизируется температура и количество теплоносителя, которые определяют природную часть теплового баланса, а постоянство температуры слоя поддерживается путем регулирования количества влажности материала, подаваемого в слой. При таком способе регулирования температуры слоя между сушкой и предыдущим процессом целесообразно установить промежуточный бункер, который должен сглаживать возможные небольшие колебания нагрузки.

Второй способ регулирования температурного слоя можно использовать в том случае, если по технологическим условиям установка КС должна работать без промежуточного бункера. Стабилизация температурного слоя достигается в этом случае изменением температуры теплоносителя. Поскольку при постоянном расходе воздуха температура теплоносителя определяется только расходом топлива, то

этот способ сводится к регулированию расхода топлива в зависимости от температуры слоя.

Выбор способа регулирования температуры зависит от конкретных условий сушки и работы предыдущих ей производственных отделений. Кроме управления температурой слоя, для нормальной работы аппарата КС необходимо также поддерживать на определенном заданном уровне сопротивление слоя, от которого зависит аэродинамический режим сушки.

Сопротивление слоя может быть измерено по разности давлений среды до и после него. При этом стабилизация сопротивления слоя может быть достигнута путем изменения количества выгружаемого из слоя сухого материала при помощи изменения производительности разгрузочного устройства. Для нормальной работы аппарата КС также необходимо обеспечить определенную скорость газа в слое, т.е. подачу определенного количества воздуха в систему путем стабилизации величины разряжения в верхней части аппарата КС.

Проведенный анализ динамических свойств установки КС показал, что по каналам связи «загрузка – температура в слое», «влажность материала – температура в слое» установка КС может быть описана апериодическими звеньями 1-го порядка. Эти динамические характеристики могут быть использованы для синтеза системы управления процессом сушки, инвариантной к указанным возмущениям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьміцкі, І.Ф. Аўтаматызацыя хімічна-тэхналагічных працэсаў і вытворчасцяў. І.Ф. Кузьміцкі, В.П. Кобрынец. – Мн.: БДТУ, 2004. – 232 с.

2. Головков, Б.Ю. Системы и средства автоматизации обогатительных фабрик. Б.Ю. Головков, Л.А. Рейбман, Г.Т. Колмаков. – М.: Наука, 1990. – 232 с.