

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ МНОГОМЕРНОЙ САУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ СУШКИ ГРАНУЛИРОВАННЫХ СМЕСЕЙ

Гриценко А. А., магистрант; Жукова Н. В., доц., к.т.н., доц.

(ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет» г. Донецк, ДНР)

Сушильный агрегат, как объект управления характеризуется большим количеством технологических переменных, которые используются для контроля его функционирования. Главными технологическими управляемыми величинами объекта являются производительность и влажность продукта на выходе агрегата. Для поддержания процесса сушки в оптимальном режиме требуется поддерживать правильные значения вспомогательных технологических параметров. В процессе работы сушилки на нее действуют не только главные управляющая величина (подача газа) и возмущение (скорость подачи влажного сыпучего материала в печь), но и другие воздействия, такие как подача воздуха для поддержания правильной температуры сушильного агента, а также влажность подаваемого материала, которая может меняться в некоторых пределах. Кроме того, подача воздуха, необходимого для оптимального горения газовой горелки и др.

Рассмотрим технологию сушки с точки зрения управления процессом. Как правило, технологический процесс сушки в цепочке и поэтому производительность ее определяется величиной подачи материала на сушку, задаваемой предыдущими технологическими процессами. При работе в автономном режиме производительность сушилки задается оператором. Поэтому с точки зрения управления непосредственно процессом сушки подача материала, а, следовательно, и производительность сушилки, не поддается внутреннему регулированию, все остальные процессы должны подстраиваться под заданную извне производительность сушилки.

Управление производительностью объекта осуществляется с помощью САУ с управлением по отклонению (рис. 1).

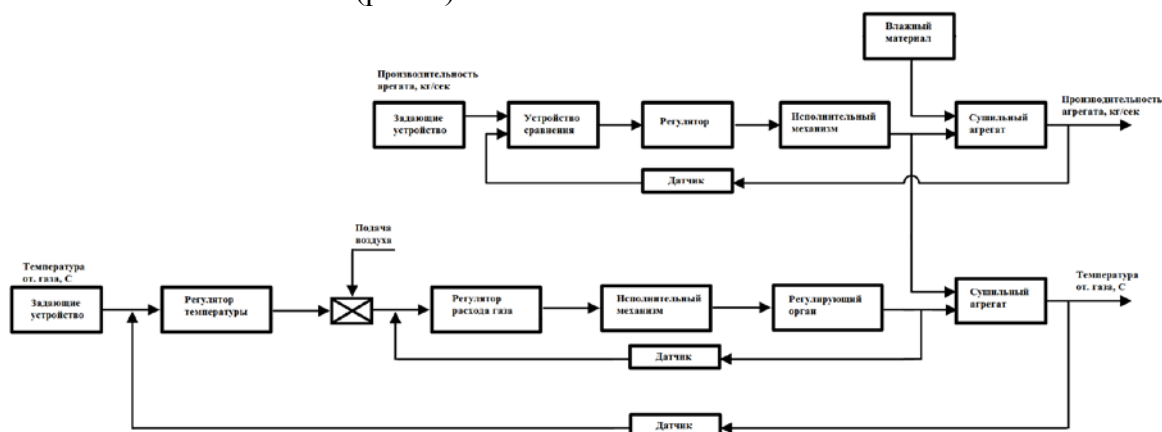


Рисунок 1 – Схема автоматизации ТП сушки гранулированных смесей

Таким образом, система управления сушильным агрегатом представляет собой многомерный объект управления и может быть реализована в виде двух параллельно работающих САУ. Первая САУ производительности обеспечивает необходимую подачу материала для сушки, а вторая САУ обеспечивает требуемую влажность концентрата на выходе сушилки косвенным образом посредством температуры отходящих газов, подавая требуемое соотношение теплоносителя. Как видно, вторая САУ будет являться в некотором смысле подчиненной по отношению к первой. Для анализа динамики необходимо разработать математические модели объектов по каналам управления и возмущения,

определить модели основных элементов САУ. Выбрать законы управления и оптимально настроить их параметры исходя из требуемых показателей качества регулирования.

Методика решения задачи.

Для динамической модели объекта управления достаточно иметь его репрезентативные разгонные характеристики. В качестве объекта регулирования выступает технологический процесс сушки гранулированных смесей. Проанализируем имеющиеся технологические данные. Время прогрева «пустой» печи, при увеличении подачи теплоносителя с 7000 куб.м/час до примерно 10000 куб.м/час, составляет 400 сек. А при изменении подачи теплоносителя с 8000 до 10000 куб.м/час при увеличивающейся подаче концентрата, составляющей вначале 1т/час, характерное время изменения температуры составляет примерно 100 сек.

Структурная схема САУ представлена на рис. 2. Система управления производительности.

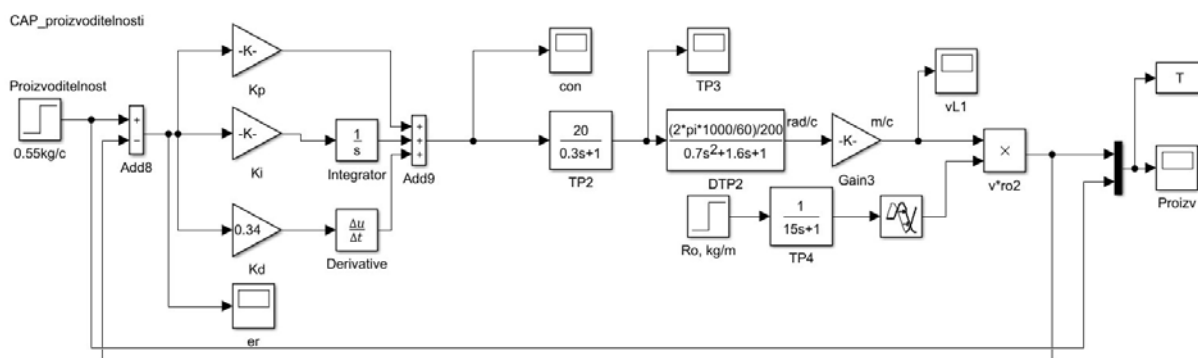


Рисунок 2 – Схема моделирования канала производительности

На рис. 3 представлена переходная характеристика производительности при увеличении подачи сырых гранул. При увеличении подачи сырья с 2 т/час до 2,5т/час в момент времени 1600с можно наблюдать всплеск. На графике видно, что производительность увеличилась до 0,72 кг/сек.



Рисунок 3 – График изменения производительности на выходе из сушильной камеры

На рис. 4 приведена переходная характеристика скорости подачи сырья. В момент времени 1600с управляющее воздействие, скорость ленты, уменьшается на 0,12м/сек, с целью компенсации увеличения подачи концентрата, вернув тем самым производительность на заданный уровень 0,55м/час.

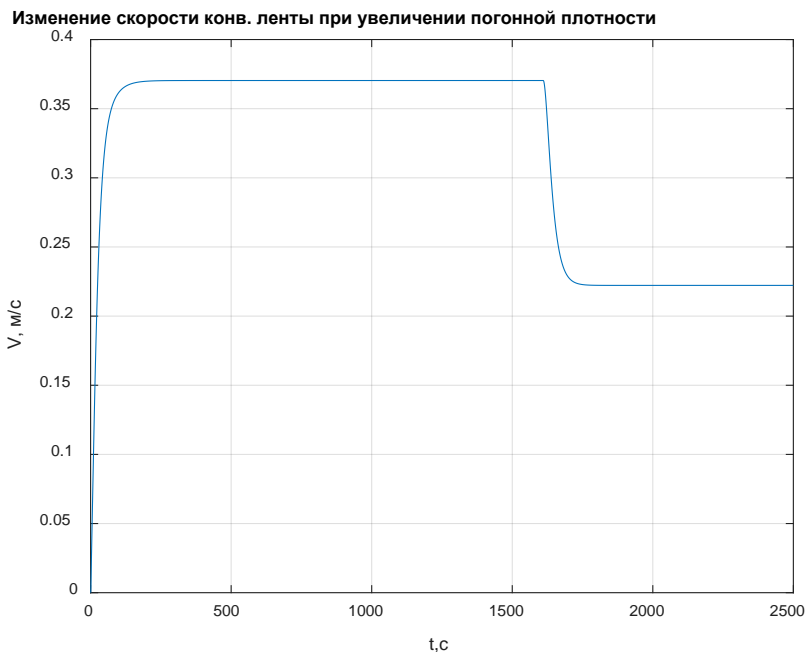


Рисунок 4 – Скорость подачи концентрата в печь КС

Структурная схема многомерной САУ представлена на рис.5. Система с плавной регулировкой мощности, когда управление нагревом осуществляется процессором ПИД – регулятора.

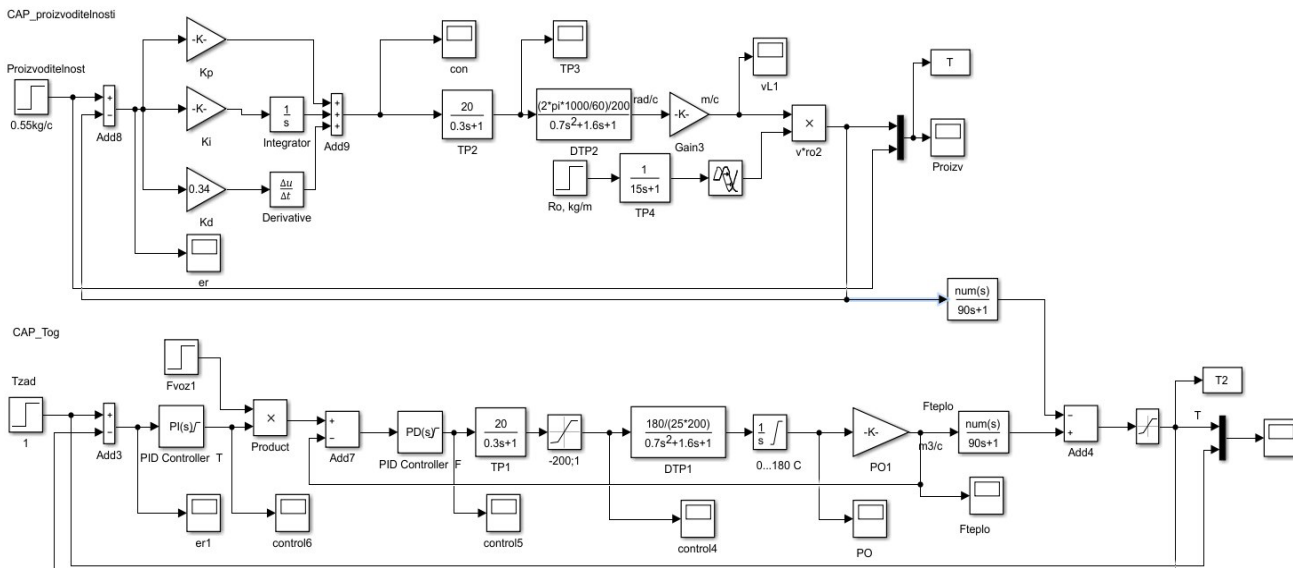


Рисунок 5 – Система моделирования каналов производительности, управления и возмущения

Выполним моделирование системы при полученных настройках регуляторов. Результаты моделирования в виде переходных процессов, представлены на рис. 6, рис.7, рис. 8. Из графика (рис. 6) видно, что требования по показателям качества регулирования удовлетворительны:

- аperiodический характер переходного процесса с перерегулированием 15 %;

- время установления (регулирования) 12 мин;
- время отработки внешнего возмущения 7 мин.

При этом переходной процесс РО имеет плавный апериодический характер без всплесков, не выходит за пределы ограничений по открытию 0...180 град, что хорошо с точки зрения технических условий эксплуатации. В момент времени 1600 с заслонка приоткрывается до 97 град. для увеличения подачи теплоносителя с целью компенсации изменения подачи концентрата.

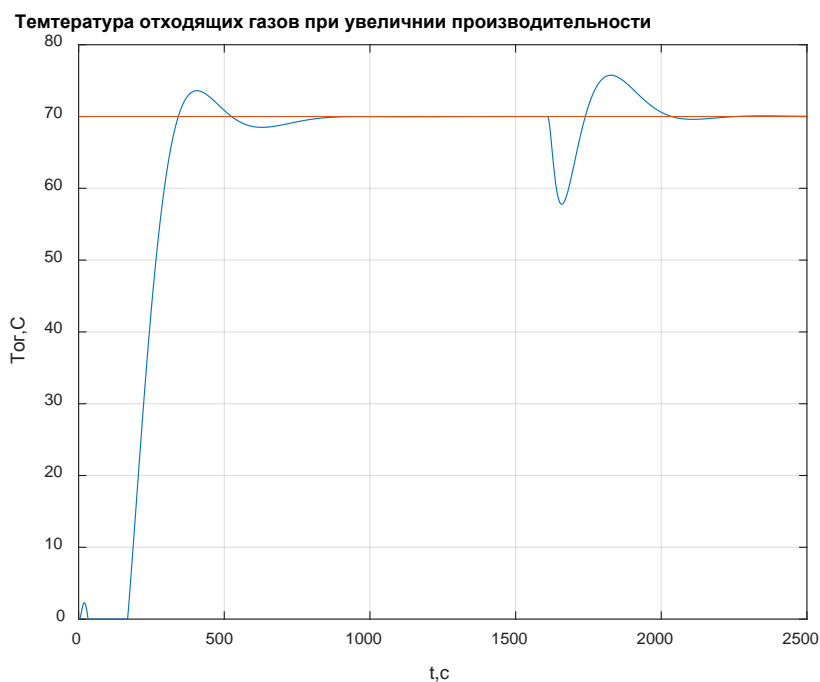


Рисунок 6 – График изменения температуры отходящих газов на выходе из сушильной камеры



Рисунок 7 – График изменения напряжения на выходе регулятора температуры

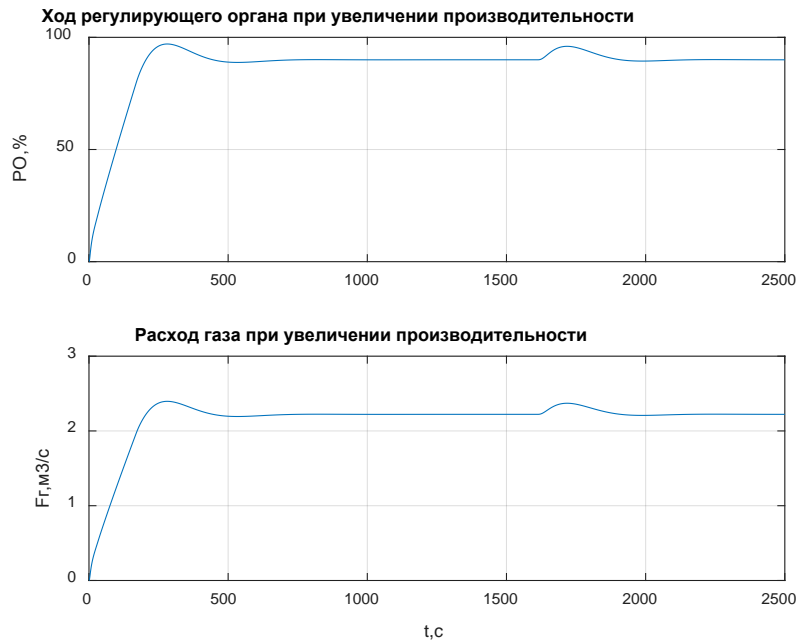


Рисунок 8 – График зависимости хода управляющего органа и расхода газа при увеличении производительности

Выводы.

1. Получена динамическая модель процесса сушки в печи с кипящим слоем, являющаяся инерционным объектом, а также математические модели исполнительного механизма и регулирующего органа, учитывающие технологические реальные ограничения по каналу управления и возмущения на входные и выходные сигналы.

2. В качестве принципа управления выбран принцип обратной связи. Структура САУ температурой отходящих газов, реализует принцип подчиненного регулирования с внутренним регулятором соотношения газ/воздух, что позволяет сэкономить затраты на газ. САУ производительности является возмущением для САУ температуры.

3. Настраиваемые параметры регуляторов были автоматически оптимизированы средствами блока PID-control с дополнительной ручной коррекцией.

4. Результаты моделирования доказывают работоспособность САУ и возможность применения разработанных систем в условиях сушки в печах КС.

Перечень ссылок

1. Федосов, Б. Т. Многомерные объекты. Описание, анализ и управление [Электронный ресурс] / Б. Т. Федосов. – Рудный, 2010. – Режим доступа : http://www.model.exponenta.ru/bt/bt_171_MultyDim_Obj_Contr.htm#L008. – Загл. с экрана.

2. Ким, Д. П. Теория автоматического управления: учеб. пособие в 2 т. / Д. П. Ким. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2004.

Т. 2. : Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. – 464 с.

3. Беспалов, А. В. Системы управления химико-технологическими процессами : учебное пособие для вузов / А. В. Беспалов, Н. И. Харитонов. – Москва : Академкнига, 2007. – 690 с.

4. Беспалов, А. В. Задачник по системам управления химико-технологическими процессами : учебное пособие для вузов / А. В. Беспалов, Н. И. Харитонов. – Москва : Академкнига, 2005 – 307 с.

5. Гурецкий, Х. Анализ и синтез систем управления с запаздыванием / Х. Гурецкий. – Москва : Машиностроение, 1984. – 329с.