

ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА СУХОГО МОЛОКА

Волынская Е.Л., Богуслов С.В.

Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий
г. Могилев, Беларусь

Особенности производства сухих молочных продуктов по сравнению с получением питьевого молока предусматривают выполнение дополнительных операций тепловой обработки молока: выпаривания и сушки. Выпаривание предназначено для удаления воды и повышения концентрации нелетучих сухих веществ (до 50 %), в результате чего образуется сгущенное молоко.

Такое молоко или молочная смесь представляют собой коллоидную систему. Соли и углеводы содержатся в сгущенном молоке в состоянии молекулярного раствора, белки – в коллоидном, а жир – в виде эмульсии.

Сушка предназначена для получения молочного продукта с концентрацией сухих веществ не менее 95 %. Молоко обычно сушат в контактных или в распылительных сушильных установках.

Сушильная установка как объект регулирования имеет входные параметры – влажность сгущенного молока, температуру и влагосодержание. Изменение параметров теплоносителя – это возмущающее воздействие. Управляющие воздействия – расход сгущенного молока, теплоносителя и расход пара. Конструкция установки и опасность самовозгорания продукта ограничивают использование входных параметров – температуры воздуха и расхода пара (в качестве управляющих воздействий), несмотря на наибольшие коэффициенты передачи по этим каналам. Управляющим воздействием выбирают входной параметр – расход сгущенного молока [1]. Автоматизацию процесса сушки можно осуществлять по прямым, косвенным или смешанным показателям. В первом случае процесс сушки регулируется по показателям, непосредственно характеризующим качество готового продукта. К таким показателям прежде всего относится содержание влаги в молочном порошке.

Во втором случае о качестве готового продукта судят по косвенным показателям. К ним относятся параметры теплоносителя на входе и выходе из установки, расход и концентрация продукта, поступающего в сушилку.

В третьем случае процесс сушки регулируется по совокупности прямых и косвенных показателей. Использование этого принципа наиболее приемлемо для регулирования сушки, особенно в комбинированных установках.

Считается, что наиболее рационально автоматическое регулирование процесса сушки молока осуществлять по каналу «расход сгущенного продукта – влажность сухого молока» с корректировкой по содержанию сухих веществ в сгущенном молоке и температуре сушильного агента [2].

Выбор закона регулирования рассмотрим для регулирования температуры отвода воздуха из сушильной башни V , так как в распылительных сушильных установках температура отработавшего воздуха является показателем, косвенно свидетельствующим о содержании влаги в готовом продукте. Качество регулирования обеспечивается выбором закона регулирования. Объект управления описывается передаточной функцией апериодического звена первого порядка и звеном чистого запаздывания.

Передаточная функция объекта управления имеет вид

$$W_o(p) = \frac{K}{T_p+1} e^{-\tau p},$$

где K – коэффициент усиления объекта управления;

T – постоянная времени объекта управления, с;

τ – время запаздывания, с.

Для получения передаточной функции в виде отношения двух полиномов аппроксимируем звено чистого запаздывания рядом Тейлора 3 порядка. Для получения устойчивой системы с необходимыми показателями качества (величина перерегулирования и время переходного процесса) в систему введем регулятор. Были рассчитаны переходные процессы с разными типами регуляторов. Проанализировав все полученные результаты, остановились на ПИД-регуляторе. График переходного процесса системы регулирования с применением ПИД-регулятора представлен на рисунке 1.

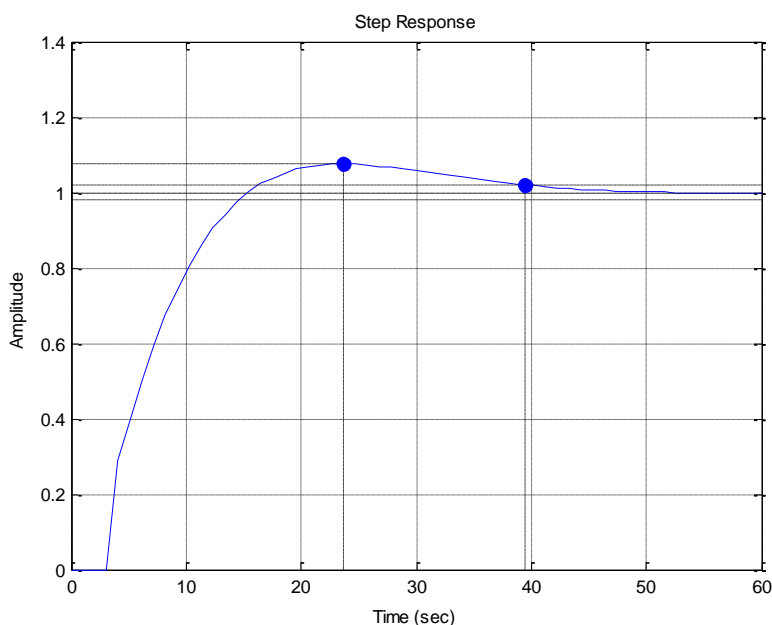


Рисунок 1 – График переходного процесса скорректированной системы с ПИД-регулятором и минимальным временем регулирования

Таким образом, для контура регулирования температуры отвода воздуха из сушильной башни, был выбран закон регулирования. Объект управления был описан передаточной функцией аperiodического звена первого порядка и звеном чистого запаздывания. С учетом требуемых показателей качества рассчитаны параметры ПИ- и ПИД-регуляторов, выбран наиболее подходящий регулятор с ПИД-законом регулирования.

Список использованных источников

- 1 Тихомирова Г. П. Выбор канала и закона автоматического регулирования процесса сушки молока распылением. – Труды ВНИМИ, 1975. Вып. 40. – С. 69–74.
- 2 Соколов В. А. Автоматизация технологических процессов пищевой промышленности. – М.: Агропромиздат, 1991. – 445 с.