

По графіку видно, що АСР с ПИД регулятором забезпечує краще якість регулювання. Перерегулювання становить около 2 %, час регулювання около 160 с.

Затрати на модернізацію системи управління представлені в таблиці 1

Наименование прибора	Количество	Цена	Стоимость
Нормирующие преобразователи для датчиков температуры Овен НПТ-1	2	2300	4600
Регулирующий клапан типа 3277 с позиционером Samson 3730-0	1	43000	43000
Датчик давления пара ОВЕН ПД100-ДИ	1	5000	5000
Датчик давления молока ОВЕН ПД100-ДИ	1	4500	4500
Датчик уровня молока Heinrich Kubler AG CH-6341	1	22000	22000
Преобразователь частоты Altivar 31, 5,5 кВт	1	19000	19000
АРМ на базе ПК INTEL Pentium	1	20000	20000
SCADA Unity Pro XL	1	70000	70000
ИТОГО			188100

Выводы

После модернізації системи управління збільшиться якість регулювання температури пастеризації молока, знизиться расход електроенергії і пара, покращаться умови праці обслуговуючого персоналу. При модернізації чотирьох пастеризаторів вартість засобів автоматизації зменшується і становить около 380 тис. руб. Термін окупності становить около 1,5 років.

Література

1. Бредихин С.А., Космодемьянский Ю. В., Юрин В. Н. Технология и техника переработки молока – М.: Колос, 2003. – 400 с.
2. Мастаков Н. Н. Технология тепловой обработки молока. – Киев.: Вища Школа, 1990. – 167 с.
3. Производство молока и молочных продуктов. Санитарные правила и нормы. - М.: Информационно-издательский центр Госкомсанэпиднадзора России, 1996.– 80 с.

УДК 658.512

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕПЛООВОГО ПРОЦЕССА В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (НА ПРИМЕРЕ ПАСТЕРИЗАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ)

**Валитова Е.Г., ст. преподаватель, Шиянова Н.И., канд. техн. наук, доцент
Филиал ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет технологий и управления
им К.Г. Разумовского», г.Мелеуз, Республика Башкортостан**

В статье приводится математическая модель теплового процесса на примере пастеризатора, показаны статические и динамические характеристики процесса.

This article is told about mathematical model of heating process. Statical and dynamical characteristics of process is shown on the example of pasterizator.

Ключевые слова: управление, пастеризация, динамическая характеристика, статическая характеристика, нечеткий регулятор

Особенность протекания технологических процессов в молочной промышленности определяется большими объемами переработки структурно-сложного сырья животного происхождения (молока) и широким ассортиментом выпускаемой продукции; начальной неопределенностью внешней среды, обусловленной неравномерностью поступления сырья, разбросом его свойств и параметров, колебаниями спроса на продукцию, а также высокой биологической ценностью сырья и продуктов и ограниченными сроками их реализации; необходимостью резервирования отдельных видов продукции в качестве сырья для дальнейшей переработки (1). Для управления технологическими процессами, такими как пастеризация и ох-

лаждение, выпаривание, сушка молока и молочных продуктов и другими, в отечественной промышленности достаточно эффективно применяются ПИ- и ПИД- регуляторы. Однако, учитывая вышеперечисленные особенности, одним из путей повышения эффективности управления является разработка и внедрение интеллектуальных систем управления технологическими процессами.

В качестве предпосылок к применению нечетких регуляторов обычно называются:

- большое число входных параметров, подлежащих анализу (оценке);
- большое число управляющих воздействий (многомерность);
- сильные возмущения;
- нелинейности;
- неточности математических моделей программы регулирования;
- возможность использования технических знаний «know – how».

Рассмотрим процесс нагревания молока при пастеризации молока и молочных продуктов.

Управляющим воздействием является расход пара G_{Π} , подаваемого под давлением $0,3 - 0,5$ кгс/см³, также можно в качестве управляющего воздействия применить расход молока G_M .

Возмущения – непостоянство температуры t_0 исходного молока, колебания давления пара p_{Π} , изменение коэффициента теплопередачи K , которое происходит вследствие отложения белка на теплопередающих поверхностях (зависимость температуры от K является прямо пропорциональной).

Регулируемая величина – температура нагревания молока t_{Π} .

Управление, как правило, обеспечивается за счет опыта оператора, его способности принимать верные решения.

Рассмотрим нагревательную часть пастеризационно – охладительной установки (ПОУ).

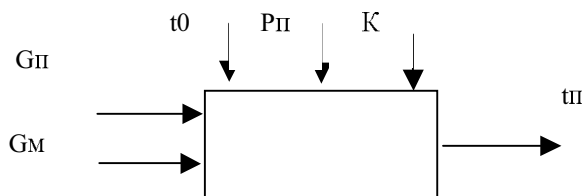


Рис. 1 – Структурная схема пастеризатора как объекта управления

Ее статическая характеристика по каналу $G_{\Pi} - t_{\Pi}$ определяется из уравнения теплового баланса секции пастеризации и систем обогрева паром.

Если пренебречь потерями тепла в окружающую среду, то уравнение теплового баланса в установившемся режиме имеет вид:

$$G_M c_M (1 - \varepsilon)(t_n - t_0) = G_{\Pi} (1 - c_k t_k) \quad (1)$$

где G_{Π} и G_M – соответственно расход пара и молока, кг/с;

t_{Π} , t_0, t_k – температуры соответственно молока на выходе установки; молока на входе установки; конденсата (греющего пара) °С;

c_M, c_k – теплоемкость соответственно молока и конденсата, Дж/кг*°С)

ε – коэффициент регенерации тепла установки;

i – энтальпия пара, Дж/кг.

Преобразуем уравнение (1), получим статическую характеристику нагревательной части установки:

$$t_{\Pi} = t_0 + (1 - c_k t_k) * G_{\Pi} / G_M c_M (1 - \varepsilon) \quad (2)$$

Результаты экспериментальных и теоретических исследований показали (А.А.Лапшин, М.Л. Шапшаевич, М.А. Фиалков, О.А. Муравьенко, А.С. Дубман), что динамическая характеристика аппроксимируется последовательным соединением аperiodическим звеном первого порядка и звеном чистого запаздывания и может быть выражена передаточной функцией (3):

$$W(p) = \frac{K_{\Pi} * e^{-p * \tau}}{Tp + 1} \quad (3)$$

где $K_{\Pi} = 1150$ – коэффициент передачи объекта, °С/(кг/с);

$T = 190$ – постоянная времени объекта, с;

$\tau = 7$ – время запаздывания, с;

p – комплексная переменная (оператор Лапласа).

Если теплопередающие поверхности загрязнены белковыми отложениями, значение постоянной времени T может меняться. При накоплении белковых веществ значение T возрастает в среднем на 50 %

– 60 %.

Постоянную времени нагревательной части установки можно приближенно вычислить по формуле, которая была предложена М.Л. Шабшаевичем:

$$T = 51.15[\tau_{нагр} (1 - \varepsilon)^2 * 104] / K] 0.1017 \quad 5$$

где $\tau_{нагр}$ – время прохождения продукта в нагревательной части, с;
 K – коэффициент теплопередачи в секции водяного нагрева, Вт/ (м²* °С).

Динамические отклонения температуры нагревания и охлаждения молока от заданных значений во время работы автоматических систем регулирования должны быть в пределах ± 2 °С.

Необходимо увеличивать температуру и длительность пастеризации при пастеризации нормализованных смесей с повышенным содержанием жира.

Динамическая характеристика процесса показана на рис. 2.

Статическая характеристика по каналу «давление греющего пара – температура пастеризации» показана на рис. 3.

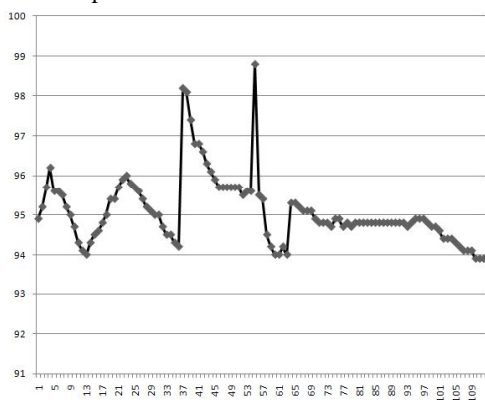


Рис. 2 – Зависимость температуры пастеризации молока от времени в установившемся режиме

Как видно из графика, данная статическая характеристика является нелинейной.

В случае, если давление пара превышает значение 0,9 МПа, необходимо производить останов оборудования с целью очистить аппарат от накипи молока.

Статическая характеристика зависимости температуры от коэффициента теплопередачи имеет линейный вид и показана на рис. 4.

Зависимость коэффициента передачи (именно его увеличение приводит к увеличению постоянной времени T и появлению накипи молока) от давления имеет вид, показанный на рис. 5.

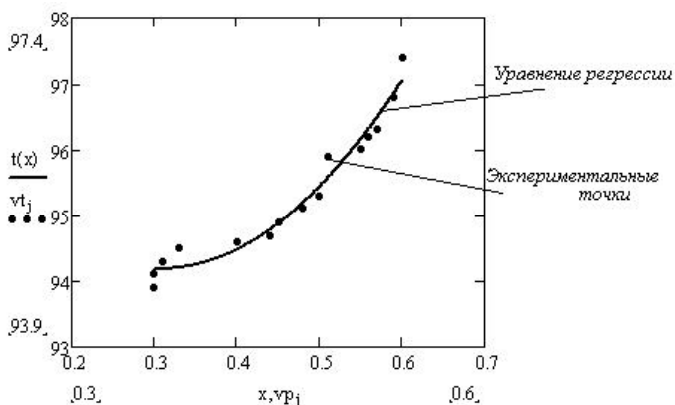


Рис. 3 – Статическая характеристика по каналу «давление греющего пара – температура пастеризации»

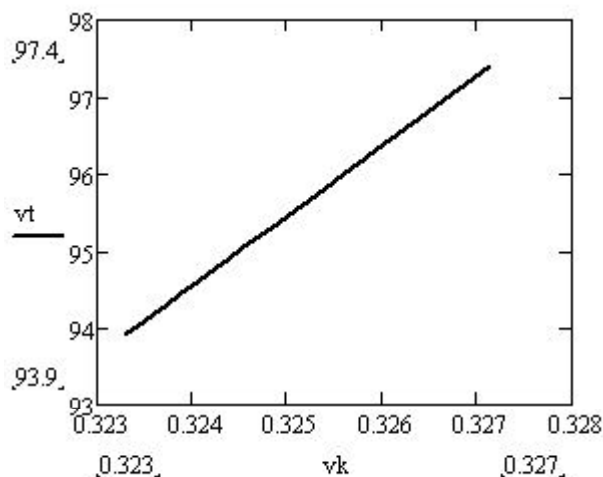


Рис. 4 – Статическая характеристика зависимости температуры от коэффициента теплопередачи

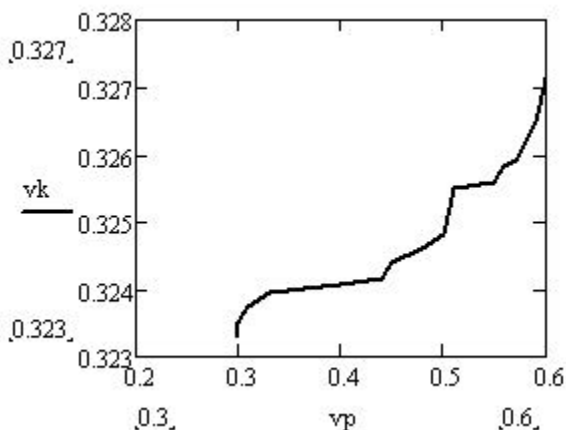


Рис. 5 – Зависимость коэффициента теплопередачи от давления греющего пара

Выводы

Таким образом, из анализа технологического процесса пастеризации молочных продуктов следует, что для эффективной и стабильной пастеризаторов следует обеспечить контроль следующих параметров:

1. Расход сырья – то есть поток сырого молока, подаваемый насосом.
2. Температура пастеризации – для сушки молоко пастеризуется в трубчатых пастеризаторах (их 4 шт.), для цельномолочной продукции – в пластинчатых.
3. Давление пара.
4. Расход пара.
5. Уровень молока в промежуточной емкости.
6. Уровень молока в емкостях хранения горячего молока (для трубчатой пастеризационной установки ТПУ)
7. Жирность нормализованной смеси.

Литература

1. Ивашкин Ю.А., Протопопов И.И., Бородин А.В., Копчиков А.В., Шутов С.А. Моделирование производственных процессов мясной и молочной промышленности / Ю.А. Ивашкин, И.И. Протопопов, А.В. Бородин и др.; под редакцией Ю.А. Ивашкина. М.: ВО «Агропромиздат», 1987.
2. Брусиловский Л.П., Вайнберг А.Я. Автоматизация технологических процессов и производств в молочной промышленности. Изд.: «Пищевая промышленность», 1978 – 346 с.

УДК 62.505

ПАРАМЕТРИЧЕСКА МОДЕЛЬ СУШИЛЬНОЙ БАШНИ «НЕМА – 500»

**Шиянова Н.И., канд. тех. наук, доцент, Хардина А.Е., ассистент
Филиал ФГБОУВПО «Московский государственный университет технологий и управления»
им. К. Г. Разумовского, г. Мелеуз, Республика Башкортостан**

В данной статье рассмотрены статические характеристики сушильной башни по различным каналам управления. Выявлены факторы, которые влияют на основной показатель качества готовой продукции – влажность сухого молока.

This article describes the static characteristics of the drying tower for various control channels. The factors that affect the primary indicator of product quality - moisture content of dried milk.

Ключевые слова: управление сушильной башней, влажность сухого молока, параметрическая модель.

Одной из важнейших задач при производстве сухого молока является управление температурно-влажностным режимом в реальном режиме времени, что существенным образом влияет на производительность оборудования, себестоимость и качество продукции. В связи с этим актуальным является контроль качества продукции в реальном режиме времени.

На ЗАО "Мелеузовский молочно-консервный комбинат" процесс сушки молока осуществляется на распылительной сушильной установке "Нема-500". При распылительной сушке продукт распыляется и высушивается в атмосфере горячего воздуха. Обезвоживание продукта происходит в результате испарения влаги с поверхности мельчайших капель молока. Распылительная сушка позволяет получить высокое качество продукта наряду со сравнительно небольшими энергозатратами.

Экспериментальным путем получены данные входных и выходных параметров технологического процесса сушки молока и молочных продуктов в сушильной установке «Нема – 500». Результаты обследований объекта управления – сушильной установки «Нема – 500», а также анализ литературных данных [1,2] показывают, что основным показателем качества готового продукта является влажность сухого молока и молочных продуктов.

На рис. 1 представлена концептуальная модель сушильной башни «Нема – 500».