

ляет плановый контроль выполняемых ТП. База данных в MS DOS заполняется информацией, поступающей от датчиков сенсорной (измерителей температуры и влажности воздуха производственного помещения), измерительной (комплексов измерительных преобразователей в рабочих резервуарах) и телеизмерительной (подключение к другим подсистемам или удаленным комплексам датчиков) сетей. Такая топология сетей может охватывать узлы сетей (серверы) между подсистемами на пользовательском уровне и организовывать связь с внешней средой.

Изложенный подход в оптимальном управлении ТП изготовления дрожжевых смесей автоматически распространяется на смежные производства изготовления теста, очистки и сушки зерна, варки сиропов и т.д.

Выводы

Этапы, предшествующие построению оптимальной системы управления на микроуровне проектирования АСУТП.

1. Выработка структуры схемы технологических цепей для основных и вспомогательных производств многофазных продуктов в виде жидких дрожжей.

2. Определение основных расчетных параметров для составных элементов, включая регуляторы, оборудование ТОО и вычислительное устройство, после-

дующая компоновка и трассировка трубопроводных коммуникаций и компьютерных сетей на системном уровне проектирования.

3. Выработка основных требований к измеряемым физическим величинам для разработки комплексных измерительных преобразователей на последующем макроуровне проектирования подсистемы.

Изложенный метод оптимизации систем управления может быть распространен на многомерный случай; полученная методика расчета элементов систем управления может быть использована для расчетов параметров и характеристик регуляторов в АСУТП гидродинамического типа.

Список литературы

1. Хоменюк В.В. Элементы теории многоцелевой оптимизации. М.: Наука, 1983.
2. Понтрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Миценко Е.Ф. Математическая теория оптимальных процессов. М.: Наука, 1969.
3. Бельский В.З. Некоторые модели оптимального планирования, основанные на схеме межотраслевого баланса. // Экономика и математические методы. 1967. №3. Вып.4.
4. Справочник по теории автоматического управления/ Под ред. А.А. Красовского. М.: Наука. 1987.
5. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике / Под ред. И.Г. Арамановича. М.: Наука. 1978.

Баталов Сергей Алексеевич – канд. техн. наук, доцент кафедры "Информатика" Уфимского технологического института сервиса, директор научно-исследовательского предприятия "Автоматизированные системы". Контактный телефон в г. Уфе 34-38-85. E-mail: squart@mail.ru

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОТЖИГА ПРОВОЛОКИ В ПЕЧАХ

С.А. Кижяев (ЗАО "СКК")

Рассматриваются вопросы автоматизации процесса отжига проволоки в печах на базе компьютерной техники, алгоритмизация ТП путем вычисления величины относительного удлинения в статике. Описывается печь отжига как объект регулирования. Приводятся графики переходных процессов.

Все печи для отжига проволоки или для старения проводов из алюминиевых сплавов делятся на две основные группы: непрерывного и периодического действия. В данной работе рассмотрим работу печей непрерывного действия или, как их еще называют, печей сухого отжига.

При нагреве в печах проволоки важным является знание ее относительного удлинения, т.к. оно по существу определяет качество изготавливаемой продукции.

Рассмотрим процесс нагрева проволоки (жилы) на основании закона сохранения и превращения энергии, для чего составим урав-

нение теплового баланса с учетом выделения тепла за счет нагрева.

$$c_m m_m \Delta T_m + c_k m_k \Delta T_k + c_n m_n \Delta T_n = P \eta t, \quad (1)$$

где c_m, c_k, c_n – удельные теплоемкости соответственно проволоки, материала катушки и печи; m_m, m_k, m_n – массы проволоки, катушки и печи; $\Delta T_m, \Delta T_k, \Delta T_n$ – перепады температур при нагреве проволоки, катушки и печи; P – мощность нагрева; η – КПД способа нагрева; t – время нагрева.

Проведя ряд преобразований и учитывая, что при температуре отжига, например, медной жилы $\Delta T_m \approx 600^\circ\text{C}$ сечение медной жилы в

нагретом состоянии будет $S_{mn} \approx 3S_{mx}$, а $\Delta S_m = 2S_{mx}$ ($\Delta S_m = S_{mn} - S_{mx}$), где S_{mx} и S_{mn} – сечение жилы в холодном и нагретом состояниях, получим величину относительного удлинения жилы

$$\varepsilon_T = \frac{1}{k_1 m_m} \left(\frac{k_4 P t}{\Delta T_m} - \frac{k_2 m_k \Delta T_k}{\Delta T_m} - \frac{k_3 m_n \Delta T_n}{\Delta T_m} \right), \quad (2)$$

где $2c_m = k_1$; $c_k/l_{mx} = k_2$; $c_n/l_{mx} = k_3$; $\eta = k_4$, l_{mx} – длина жилы в холодном состоянии.

Учитывается, что проволока намотана на катушку, т.е. $\Delta T_k = \Delta T_m$.

С учетом арифметического суммирования начального отно-

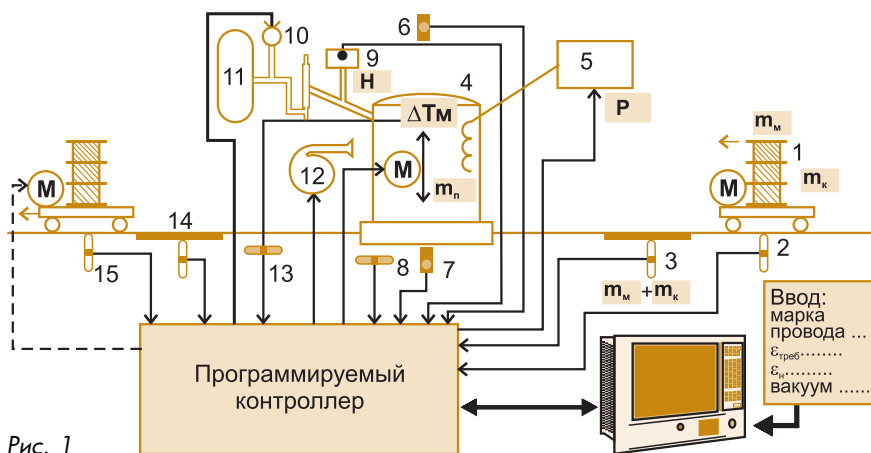


Рис. 1

сительного удлинения жилы (провода) и удлинения от нагрева общее относительное удлинение будет выражаться:

$$\varepsilon = \varepsilon_n + \varepsilon_T + \frac{1}{k_1 m_m} \times \left(\frac{k_4 t P}{\Delta T_m} - k_2 m_k - k_3 m_n \frac{\Delta T_n}{\Delta T_m} \right), \quad (3)$$

где ε_n — начальное удлинение проволоки.

Из уравнения (3) следует, что величина относительного удлинения проволоки при нагреве в печи зависит от отношения $P/\Delta T_m$, массы жилы на катушке m_m , массы катушки m_k , массы печи m_n (постоянная величина), времени нагрева t и температуры нагрева $\Delta T_m, \Delta T_n$.

Отжигаемую проволоку загружают на тележке в печь отжига (рис. 1). Для создания защитной оболочки в печи создают вакуум, вводят нейтральный газ. В последнее время вентилятором перемешивают воздух.

Рассмотрим, как ведется процесс отжига.

В печи (4) производится отжиг медной или алюминиевой проволоки. Печь имеет массу потерь на нагревание m_n . Нагрев производится сопротивлениями, получающими питание от тиристорного источника (5). Печь имеет привод М для подъема/опускания колпака при загрузке катушек с проволокой (1), которые устанавливаются на тележке с приводом М1. Загрузка тележки контролируется датчиком загрузки (2). Загруженная тележка подается для взвешивания на электронные весы (3).

Контроль за состоянием загрузки печи ведется с помощью датчиков открытия (6)/закрытия (7) печи. Подача катушек с проволокой (1) в печь (4) контролируется с помощью датчика загрузки (8). Вакуум-насос (11) создает вакуум в печи, уровень которого регулируется приводом (10) задвижки и измеряется датчиком (9).

Процесс отжига ведется путем измерения и вычисления в ПЛК средней величины относительного удлинения по алгоритму (3) и регулирования подводимой к печи электрической мощности P . После окончания процесса отжига печь открывается и начинается охлаждение мощным вентилятором (12) катушек (1) с отожженной проволокой.

После охлаждения до $t_{окр}$, что контролируется датчиком (13), тележка передвигается на весы (14), с помощью которых фиксируется окончательная масса отожженной проволоки. Тележка с катушками подается на позицию для вывоза, что контролируется датчиком (15) готовности. Затем цикл отжига повторяется с новыми катушками.

На панели оператор печи отжига вводят следующие величины: требуемое относительное удлинение ε , начальное относительное удлинение ε_n , величину вакуума H , марку материала проволоки. Вес медной проволоки m_m , вес пустых катушек m_k (вес потерь печи m_n вводится один раз технологом) вводятся автоматически при взвешивании.

Средства измерения: электронные весы (3, 14), датчики степени

разряджения (9) и температуры отжига (13).

Датчики блокировки защиты: готовности проволоки к взвешиванию (2), готовности печи к загрузке проволоки (6), готовности печи к отжигу (7), окончания процесса отжига (15).

Средства управления. Передвижение тележки (1) приводом М, управление открытием колпака печи (4) приводом М1, управление вентилятором (12), управление задвижкой (10) вакуум-насоса (11).

Вычисления, производимые в компьютере: время отжига, действительное значение относительного удлинения в данный момент времени, мощность печи отжига.

Регулирование: по температуре отжига для медной или алюминиевой проволоки и вычисляемой величине относительного удлинения.

На рис. 2 представлена структурная схема системы автоматического регулирования относительного удлинения проволоки ε . Здесь в компьютере оператором задается величина требуемого удлинения ε_3 , а также рассчитывается действительная величина относительного удлинения отжигаемой проволоки.

Ранее аналогичные системы строились с применением только контроллера [2], что создавало много неудобств, особенно для технологов, т.к. отсутствовали возможности ведения записей процессов при их архивации.

Приведем данные печи отжига как объекта регулирования.

Передающая промежуточная функция печи отжига по контуру "мощность-температура", полученная опытным путем в результате проведения экспериментов при отжиге алюминиевой проволоки, имеет вид

$$W_{n(P-T)}(p) = \frac{k_{n(P-T)}}{T_{n(P-T)}(p) + 1} = \frac{0,0047}{42000p + 1},$$

где $k_{n(P-T)} = 0,0047 \text{ } ^\circ\text{C/Вт}$ — коэффициент передачи печи отжига; $T_{n(P-T)} = 42000 \text{ с}$ — постоянная времени печи отжига по этому контуру.

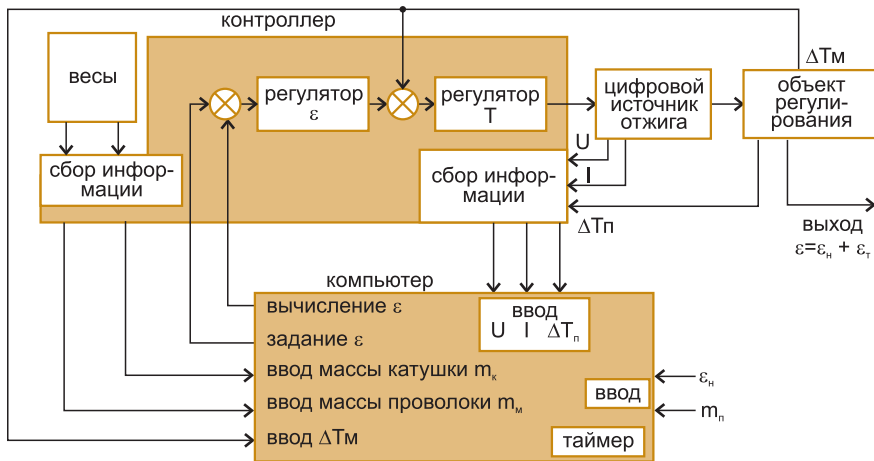


Рис.2. Структурная схема автоматического регулирования относительного удлинения при отжиге проволоки в печи

Передаточная функция печи по контуру "температура – относительное удлинение":

$$W_{n(T-\epsilon)} = \frac{k_{n(T-\epsilon)}}{T_{n(T-\epsilon)}} = \frac{0,0468}{7200}$$

где $k_{n(T-\epsilon)} = 0,0468 \text{ \%}/^\circ\text{C}$ – коэффициент передачи по этому контуру; $T_{n(T-\epsilon)} = 72000 \text{ с}$ – постоянная времени по этому контуру.

Передаточные функции получены при снятии переходных характеристик объекта управления в результате проведенных экспериментов для печи ОКБ-164 при отжиге медной проволоки.

В таблице приведены передаточные функции узлов системы управления относительным удлинением.

На рис. 3 приведены графики переходных процессов в системе с регулированием процесса по относительному удлинению (кривая 2) и в системе с регулированием процесса по температуре отжига (кривая 1). Отсюда видно, что процесс с регули-

рованием по относительному удлинению значительно лучше: в нем отсутствует перерегулирование; значительно меньше время регулирования.

Это позволило уменьшить на 3,8 % отходы проволоки при отжиге за счет уменьшения пережога.

В системе используются: цифровой источник отжига – Simodrive, Siemens (Германия); контроллер- Simatic S7-200 (Siemens); промышленный компьютер – Simatic PC, исполнение Panel PC; весы-весовой терминал ТВ 003/05Д фирмы TENSO-M (Россия); прибор измеренной степени разряджения – Sitrans P сер. Z (Siemens); датчики температуры – на базе Sitrans TK (Siemens); привод тележки – Micromaster Vector MMV200/4 (Siemens); привод колпака печи – Micromaster Vector MM 55/3 (Siemens); привод вентилятора – Micromaster Vector MM 110/3 (Siemens); датчики готовности, загрузки/выгрузки – индуктивные датчики типа BERO 3RG41-46 (Siemens).

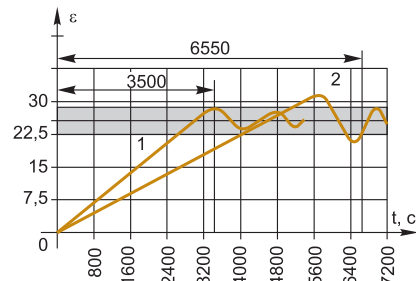


Рис.3. Графики переходных процессов с регулированием относительного удлинения (1) и без регулирования относительного удлинения (2)

Таблица. Передаточные функции узлов системы стабилизации относительного удлинения

№ п/п	Наименование узла в системе	Передаточная функция
1	Цифровой источник отжига: управляемый выпрямитель регулятор тока регулятор напряжения	$W_{з.в.}(p) = k = 38 \text{ В/В}$ $W_{р.т.}(p) = \frac{2,16 (443 p + 1)}{443 p}$ $W_{р.н.}(p) = k = 23,1$
2	Регулятор температуры	$W_{р.т.}(p) = \frac{64,1 (201 p + 1)}{201 p}$
3	Регулятор относительного удлинения	$W_{р.ε.}(p) = \frac{8,6 (234 p + 1)}{234 p}$
4	Датчики температуры: при измерении меди и металла катушки при измерении металла печи	$W_{д.т.}(p) = k = 0,015 \text{ В}/^\circ\text{C}$ $k = 0,015 \text{ В}/^\circ\text{C}$

Список литературы

1. Яворский Б. М., Детлаф А.А. Справочник по физике/М.: Наука. 1971.
2. Бульхин А.К., Кидяев В.Ф., Кижяев С.А. Электропривод и автоматизация волоочильного оборудования / Самара. "ИЦ Книга". 2002.

Кижяев Станислав Алексеевич – заслуженный изобретатель РФ, главный электроник ЗАО "Самарская кабельная компания".
Контактный телефон (8462) 282-455, факс (8462) 552-220.
E-mail: kijaev@samaracable.ru

Уважаемые читатели!
Продолжается подписка на журнал "Автоматизация в промышленности" на 2004 г.
Оформить подписку Вы можете:
В любом почтовом отделении
Индексы в каталоге "Роспечать" – 81 874,
в Объединенном каталоге "Пресса России" – 39206
В редакции и
Сети Интернет по адресу: www.avtprom.ru