

Рис. 5. Статична модель котла

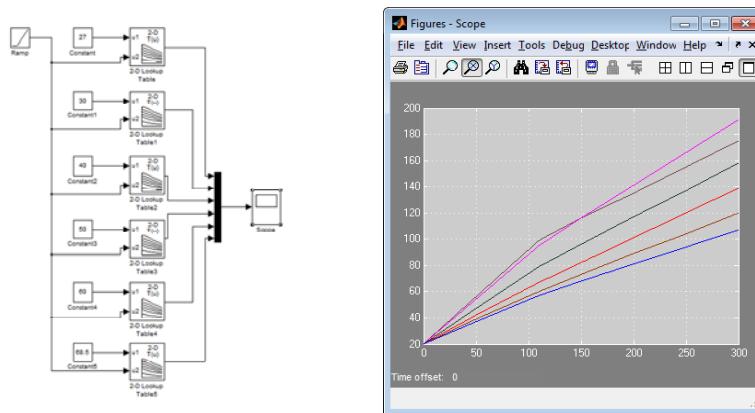


Рис. 6. Модель та статичні характеристики котла за керуванням

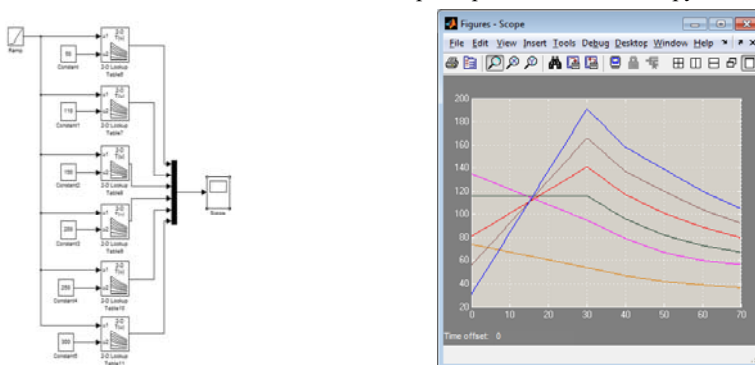


Рис. 7. Модель та статичні характеристики котла за збуренням

Висновки та напрям подальших досліджень. Проведені дослідження дозволили розробити статичну модель котла та отримати його статичні характеристики за керуванням та збуренням. У подальших дослідженнях передбачено побудову лінійної динамічної моделі котла, як другої складової частини динамічної моделі САР температури теплоносія на виході котлової системи.

Список літератури

1. Полонский В.М. Автономное теплоснабжение: Уч. пос. / В.М. Полонский, Г.И. Титов, А.В. Полонский. – М.: Изд-во АСВ, 2006. – 152 с.
2. Ионин А. А. Газоснабжение. 4-е издание, переработанное и дополненное. — М.: Стройиздат, 1989. – 439 с.
3. Державні будівельні норми України. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення: ДБН В.2.2-15-2005. – [Чинні від 2006-01-01]. – К.: Держбуд України, 2006. – 36 с.
4. Федосов Б.Т. Идентификация объекта управления. Построение, оптимизация и исследование моделей САР с использованием современных программных средств. – Рудный, 2007. – 226 с.
5. Ионин А.А. Теплоснабжение / А.А. Ионин, Б.М. Хлыбов, В.Н. Братенков и др. – М.: Стройиздат, 1982. – 336 с.

Рукопис подано до редакції 01.09.11

УДК 681.52: 621.7

А.А. ЖОСАН, канд. техн. наук, доц., Є.С. КИРСАНЬ, аспірант
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

АНАЛІЗ СТАНУ МЕТОДІВ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ МАТЕРІАЛІВ У ТЕХНОЛОГІЧНИХ УСТАНОВКАХ

Во многих областях производства, таких как металлургической, обогатительной, металлообрабатывающей и других, существуют проблемы обработки разных материалов в нагревательных устройствах разной конструкции. В работе приведен обзор основных типичных технологических процессов тепловой обработки материалов и возможность использования концепции дуального управления.

Ключевые слова: промышленные печи, нагревательные печи, автоматизация, температура газа, дуальность, аттракторы, бифуркация.

Постановка завдання. При нагріванні металу в печах відбуваються процеси, які впливають на подальшу обробку і якість металу. Особливо це стосується заготівель металу, які проходять попереднє нагрівання для подальшого кування, пресування, штампування, висадження, згинання, навивання пружин. Печі для термічної обробки деталей працюють в інтервалі температур (150 – 1350) °С.

Запропоновані різні способи вирішення задачі керування тепловими процесами. Однак головною проблемою є створення адекватної моделі нечутливої до внутрішніх та зовнішніх збурень.

Викладення матеріалу. Промислові печі класифікуються за наступними основними ознаками [1]:

за технологічним призначенням - плавильні, нагрівальні, термічні, випалювальні, сушильні і т.ін.;

за джерелом теплової енергії - полум'яні, електричні;

за режимом роботи - періодичної й безперервної дії;

за конструкцією робочої камери - камерні, прохідні, з висувним і з обертовими подами, методичні, шахтні й тунельні;

за способом використання теплоти продуктів, що відходять в результаті згоряння - рекуперативні, регенеративні.

Кожна нагрівальна піч складається з наступних основних частин: топки, робочого простору й димоходів, рекуператора, димаря й різних допоміжних пристроїв [2].

Камерні печі за конструкцією різноманітні й розділяються на стаціонарні й переносні. У стаціонарних печах продукти горіння відводяться вниз, у димоходи, а потім у димар. У переносних печах продукти горіння відводяться нагору, під зонти і далі по трубопроводу за межі цеху.

Переносні печі звичайно виготовляють невеликих розмірів. Вони зручні в експлуатації й при ремонті. Для них не потрібно будувати фундаментів і димоходів. У випадку ремонту камерну піч забирають мостовим краном, а на її місце ставлять нову. Це скорочує простоту основного устаткування.

Очкові печі по конструкції бувають круглі й прямокутні, поворотні й нерухоливі (неповоротні). Прямокутні неповоротні печі простіші у виготовленні й більші по габаритах, ніж обертові очкові печі, і мають тільки одне робоче вікно.

У печі безперервної дії, вироби завантажуються з однієї сторони печі й за допомогою спеціальних механізмів вони пересуваються уздовж печі, а видаються з іншої її сторони. Таким чином, завантаження й видача виробів виконується безупинно. Ці печі строго спеціалізовані. У них нагріваються завжди ті самі деталі, що піддаються одній й тій же термічній обробці.

Полум'яні печі відрізняються максимальною універсальністю. У полум'яних печах нагрівають (залежно від розмірів і конструкції печі) як дрібні заготівлі, так і злитки вагою до 300 т. Полум'яні печі працюють на твердому, у тому числі й пилоподібному, рідкому й газоподібному паливі.

Найбільш досконалим відносно регулювання й одержання мінімальних втрат від фізичної й хімічної неповноти горіння є печі, що працюють на газоподібному паливі. Розпилення рідкого палива і його згорання здійснюється за допомогою форсунок, які забезпечують гарне змішання палива з повітрям. Для спалювання газоподібного палива застосовуються газові пальники. Спалювання пилоподібного палива роблять у спеціальних пристроях, у яких вугільний пил за допомогою шнека й повітря подається до пальника.

При організації спалювання газового палива в печах, особливу увагу необхідно приділяти правильному теплообміну в робочій камері печі.

Для термічної обробки застосовуються камерні, прохідні, вертикальні, муфельні й ванні печі. Вибір типу пальників і їх числа визначаються типом і розміром печі, технологією нагрівання й т.п.

Перегрів призводить до утворення великого розміру зерна сталі і є поправним браком, що усувають повторною термообробкою. Пластичні властивості сталі в результаті перегріву погіршуються й при деформуванні в ній можуть виникати тріщини.

Для виробництва високоякісних матеріалів важливо точно дотримання температурного режиму в технологічних процесах. Для виміру температури використовують такі прилади [3]: пірометри випромінювання: оптичний зі зникаючою ниткою ОППІР-55, радіаційні РП, ПРК-600, РАППР і фотоселективний ФЭП-3. Межа вимірів температур цих приладів від 400 до 2000°С [4]; термопарі різної будови, залежно від вимірюваного об'єкта й температурного середовища.

При організації спалювання газового палива в печах, особливу увагу необхідно приділяти правильному теплообміну в робочій камері печі. Витрата газу в печах залежить від їхньої конструкції, експлуатаційного стану, режиму роботи, продуктивності й температури газів, що йдуть. Всі ці дані впливають на розподіл температури, з необхідними витратами повітря, палива й інших параметрів, що впливають на нагрівання металу.

На даний момент існує багато підходів по автоматизації процесу нагрівання матеріалів в пічках. Вони мають різні концепції, математичні моделі, однак всі ці підходи ґрунтуються на одній ідеології. Система автоматизації має такі головні функції:

- автоматизований пуск і керування піччю;
- підтримка заданої температури нагрівання в зонах печі;
- підтримка оптимального співвідношення «газ-повітря» для газових пальників;
- підтримка постійного тиску в загальному колекторі повітря, що подається на пальники;
- облік всіх вимірюваних параметрів, запис їх в архів і передача на верхній рівень загальноцехової системи диспетчеризації.

Дані системи будуються з використанням контролерів (наприклад ROC809) які мають пристрої для логічного регулювання й керування по заданій послідовності, для архівації даних і додатків з декількома комунікаційними портами, ПД-Регулювання (PID), а також вимірів витрати.

На сьогоднішній день математичне моделювання пічки як об'єкта автоматичного керування є актуальним завданням, тому що при створенні нових систем автоматичного керування потрібні більш точні моделі, що враховують весь спектр складних процесів при тепловій обробці заготовель у печах. Мета автоматизації печі виражається в мінімізації витрат палива, підвищенні якості готової продукції й у збільшенні довгострокової експлуатації печі.

Печі розрізняються конструкцією та методами нагрівання. Тому, кожен тип печі вимагає різні підходи до створення математичної моделі.

Існують підходи до створення математичних моделей, що ґрунтуються на використанні фізичних законів процесу нагріву [5]. З погляду фізики й теплотехніки дана модель є вірною. Однак використання даних математичних моделей технологічного процесу як об'єктів автоматизації мають деякі особливості.

1. Використання великої кількості коефіцієнтів моделі.
2. Параметри об'єкта керування (відповідно коефіцієнти моделі) можуть змінюватися у широких межах, що потребує оновлення їх значень у перебігу технологічного процесу та відповідної зміни параметрів регуляторів.
3. Основною метою і результатом роботи регулятора є визначення керуючої дії, а не визначення коефіцієнтів моделі, які є тимчасовими даними.

Останнім часом звертається увага на особливі проблеми створення математичних моделей в процесі гідроаерації. Характерними прикладами таких процесів є переміщення мас в атмосфері, океанах, а також в закритих об'ємах, наприклад в печах різного типу. Характерним для цих процесів є поява в часі та просторі біфуркацій [6] тобто різкої зміни параметрів процесів, від незначних коливань зовнішніх факторів та властивостей середовища, навіть в окремих невеликих об'ємах. Це призводить до появи аттракторів [7], тобто відносно стабільних утворень, що можуть мати різну конфігурацію. Такі явища можуть виникати у нелінійних об'єктах. Одним із типових явищ такого роду є вихорі, смерчі і т.п. Одним із найпоширеніших є аттрактор Лоренца [8], який був створений при спробі побудови моделі аеродинамічних процесів. Такі процеси часто можуть бути непередбачуваними, тому для забезпечення більш надійних результатів керування такими процесами, традиційні регулятори можуть виявитися непридатними.

Зазначені особливості змушують до пошуків нових концепцій створення регуляторів. Однією з них є концепція дуального керування [9].

Дуальне керування - це форма керування, при якій керуючі впливи служать одночасно для вивчення керованого об'єкта й для приведення його до оптимального стану. Дуальне керування використовується в таких ситуаціях, коли невідомі рівняння моделі об'єкта.

Раніше у роботі [10] запропоновано приклад реалізації концепції дуального керування за допомогою алгоритму обробки даних, минаючи етап визначення коефіцієнтів моделі. Однак у цій роботі не було наведено результатів перевірки дієвості застосування такої концепції.

Чисельні випробування регулятора, що використовують таку концепцію, показали високу

якість перехідних процесів при випадкових змінах параметрів об'єкта і навіть у випадку коли об'єкт стає нестійким. Це дає підстави для сподівань, що така концепція може дати позитивні результати при керуванні об'єктом, що характеризується точками біфуркації та атракціями.

Список літератури

1. <http://fas.su/index.php?page=526>
2. <http://www.chelmash.com/files/prensa/11.htm>
3. <http://www.zempromproekt.ru/catalog/pirometry-catalog-213-1.html>
4. http://temperatures.ru/pages/termoelektricheskie_termometry
5. Математичне моделювання нагрівання металу в полум'яній печі камерного типу (з повідомлення 1) / М. П. Ревун, Ю. Н. Каюків, А. И. Чепрасов, В. И. Иванов // Металургія: наукові праці ЗДІА. - Запоріжжя: ЗДІА, 2009. - Вип. 20. - С. 130-140.
6. http://femto.com.ua/articles/part_1/0327.html
7. <http://ru.wikipedia.org/wiki/%C0%F2%F2%F0%E0%EA%F2%EE%F0>
8. http://ru.wikipedia.org/wiki/Аттрактор_Лоренца
9. Основы теории оптимальных автоматических систем / А. А. Фельдбаум // М., Физматгиз, 1963.
10. Разработка алгоритмов дуального управления центробежным дезинтегратором руд / Жосан А.А. // Дис. канд. техн. наук: 05.13.07 / Криворожский технический ун-т. - Кривой Рог, 1998. - 127л. - Библиогр.: л. 104-110. Рукопис подано до редакції 12.01.12

УДК 621.001.57

О.В. АНІСЬКОВ, О.О. ХАРИТОНОВ, Р.О. ПАРХОМЕНКО, викладачі,
ДНВЗ «Криворізький національний університет»

ЗАСТОСУВАННЯ ПАРАМЕТРИЧНОГО КЕРУВАННЯ ВЕНТИЛЬНИМИ ПЕРЕТВОРЮВАЧАМИ

Розглянуто питання застосування у вентильних перетворювачах параметричного керування. Запропоновані способи спрощення схем управління. Дано пропозиції щодо направлення подальших досліджень.

Ключові слова: Вентильний перетворювач, керування.

Проблема та її зв'язок з практичними задачами. Параметричне керування знаходить широке застосування в багатьох областях техніки, насамперед там, де безпосереднє одержання інформації ускладнене. При керуванні електроприводами постійного струму вимірювання і задання моменту замінюється завданням струму двигуна, а завдання швидкості замінюється завданням напруги на двигун [1].

Інтервал провідного стану вентиля може бути визначений шляхом виміру спадання напруги на напівпровідниковому приладі. У всіх описаних випадках існує однозначний зв'язок між вимірюваним параметром і параметром керування, причому в описаних прикладах математичний зв'язок між цими величинами дуже простий. Отже, під параметричним керуванням ми розуміємо такий алгоритм, при яким шляхом обчислень перебувають параметри керування (цільові функції керування) на основі виміру інших фізичних параметрів.

Аналіз досліджень та публікацій. У перетворювальній техніці розробляються й аналізуються джерела електричної енергії, що формують електричні сигнали складного гармонійного складу [2]. Залежно від характеру навантажувальних ланцюгів цільовими функціями керування може бути стабілізація або регулювання постійної складової вихідних сигналів, певних гармонік спектра вихідних сигналів значення, що діє, причому можливе керування струмом, напругою, або потужністю вихідного сигналу. Вибір варіантів диктується фізичними процесами в навантажувальних ланцюгах перетворювальних установок (рухове навантаження, електротермічні установки, освітлення, джерела живлення РЕА і т.ін.). Необхідно відразу відзначити, що цільова функція керування, як правило, пов'язана з миттєвими значеннями сигналів на виході перетворювача інтегральними співвідношеннями

середня величина

$$F_{сep} = (1/T) \int_0^T f^2(t) dt, \quad (1)$$

де T - період повторення сигналу $f(t)$.

діюче значення

$$F_{д} = \sqrt{(1/T) \int_0^T f^2(t) dt} \quad (2)$$