

Досліджено методи апроксимації кривих розгону. Надано результати їх порівняння за інтегральним критерієм відхилення реальної кривої від апроксимованої

Ключові слова: апроксимація, МНК, АСР, математична модель

Исследованы методы аппроксимации кривых разгона. Представлены результаты их сравнения по интегральному критерию отклонения реальной кривой от аппроксимированной

Ключевые слова: аппроксимация, МНК, АСР, математическая модель

This article represents the approximation methods of the transient response. The results of the comparison by the integral criterion of the deviation the real curve from approximated are presented

Keywords: approximation, MLS, ACS, mathematical model

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ АПРОКСИМАЦІЇ КРИВИХ РОЗГОНУ ДЛЯ СИНТЕЗУ АСР

О.С. Бунке

Аспірант, асистент*

Контактний тел.: (044) 232-90-50, 050-446-80-91

E-mail: alex@bunke.com.ua

А.В. Полюхович*

Контактний тел.: 063-755-40-03

E-mail: polux2008@ukr.net

*Кафедра автоматизації теплоенергетичних процесів
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»
пр. Перемоги, 37, м. Київ, 03056

1. Вступ

Сучасні теплоенергетичні установки потребують періодичної перевірки їх динамічних моделей. З цією метою, під час планово попереджувальних ремонтів, проводять експерименти по визначенню динамічних характеристик. Після проведення дослідів, експериментальні дані мають велику кількість точок, і серед них треба обрати необхідні, що також ускладнює розрахунки. Більшість розрахунків зазвичай виконуються вручну чи за допомогою MS Excel. Для спрощення процесу ідентифікації розроблено програмний продукт, що реалізує окремі методики апроксимації і фільтрації експериментальних даних. Аналіз окремих методик, їх програмна реалізація і представлені в даній роботі.

Для рішення задач синтезу та налаштування АСР достатньо апроксимувати дані моделями від 1-го до 3-го порядку з запізненням. У роботі досліджено наступні методики апроксимації: метод послідовного логарифмування, метод кратних коренів, метод додаткових членів, а також метод найменших квадратів (МНК).

2. Проблеми програмної реалізації методів

При програмній реалізації методів апроксимації виникають проблеми, що пов'язані з шумами в експериментальних даних. Через наявність розкиду точок затруднюється (чи стає просто неможливою) побудова дотичних і асимптот (метод послідовного логарифмування). Побудувати будь яку лінію можливо маючи дві точки, але якщо якась з цих точок в дійсності знаходиться далеко від реального значення, тоді дотична (асимптота) буде невірною і методи видають неадекватні результати.

Ще однією проблемою є те, що метод найменших квадратів апроксимує поліномом. Графічно поліном виглядає як монотонно спадаюча чи зростаюча функція (експонента), а перехідні характеристики в більшості випадків представляють собою криві з декількома перегибами.

У зв'язку з тим що кожен з досліджуваних методів краще працює з попередньо згладженими кривими. Так як МНК неможливо використати на всьому проміжку часу перехідного процесу, було реалізовано використання МНК на окремих відрізках. Таким чином перехідний процес програмно апроксимується частинами, а не повністю.

3. Результати дослідів

Було проведено апроксимацію кривих різного порядку із додаванням шумів (синусоїди чи випадкового сигналу різної величини). Результати представлені у табл. 1.

Таблиця 1

Інтегральні критерії якості апроксимації

Криві	Рівень шуму	Методики			
		МНК	Послідовного логарифмування	Кратних коренів	Додаткових членів
+ sin	1	0,265	0,459	0,829	545,449
	10	5,432	8,857	104,093	551,504
+ random	1	1,21	1,68	7,987	1,788
	10	158,626	612,869	962,611	551,504
+ sin	1	0,783	1,431	2,828	1,0314
+ random	10	129,335	152,596	136,64	551,504

Жирним позначені неадекватні результати, інші ж показники знаходяться у допустимому діапазоні. Найкращі результати показав МНК, див рис. 1.

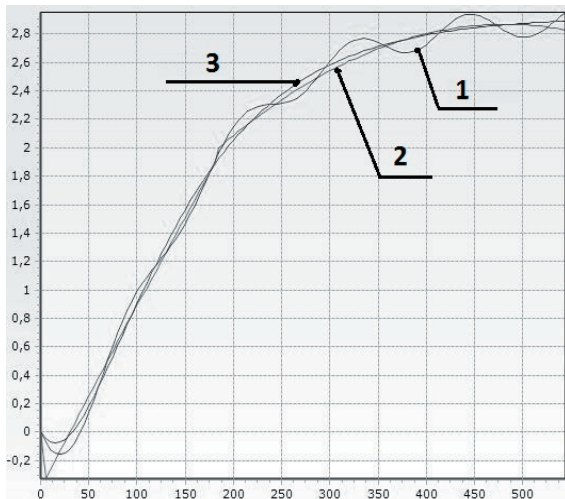


Рис. 1. Апроксимація методом найменших квадратів: 1 – зашумлена; 2 – реальна; 3 – апроксимована

4. Загальний аналіз методик

Після проведених дослідів, можна зробити наступні висновки стосовно можливостей обраних методик:

Метод найменших квадратів:

1. Не дозволяє отримати математичне представлення перехідної характеристики у звичному вигляді, а лише у вигляді одного або декількох поліномів.
2. Достатньо складний алгоритм.
3. Найкращі інтегральні характеристики.
4. При великих випадкових шумах апроксимована крива віддаляється від реальної як зображено на рис. 2.
5. Метод апроксимує з найменшим інтегральним критерієм відхилення від отриманих даних.

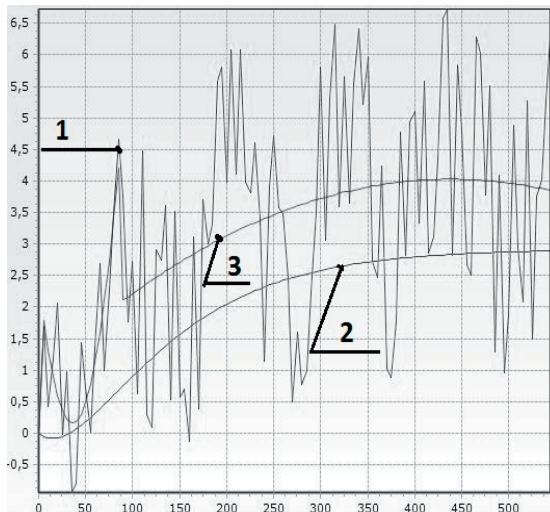


Рис. 2. Використання методу найменших квадратів при значних шумах: 1 – зашумлена; 2 – реальна; 3 – апроксимована

Метод послідовного логарифмування:

1. Зручне представлення результату апроксимації, у вигляді моделі вираженої через постійні часу (T_1), запізнення (τ) та коефіцієнта передачі (K).
2. Достатньо простий алгоритм реалізації.
3. При великих випадкових шумах апроксимована крива віддаляється від реальної як зображено на рис. 3.
4. Можливі неадекватні результати при невірній побудові дотичної.
5. Метод дозволяє наперед обирати порядок кривої чи кінцеве інтегральне відхилення від отриманих даних.

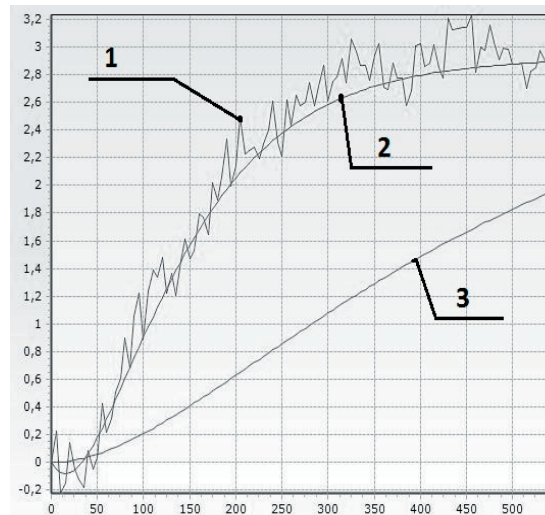


Рис. 3. Апроксимація методом послідовного логарифмування: 1 – зашумлена; 2 – реальна; 3 – апроксимована

Метод кратних коренів:

1. Зручне представлення результату апроксимації, у вигляді моделі вираженої через постійні часу (T_1), запізнення (τ) та коефіцієнта передачі (K).
2. Простий алгоритм реалізації.
3. При великих випадкових шумах апроксимована крива дає неадекватні результати.
4. Метод дозволяє обрати порядок кривої перед проведенням апроксимації.

Метод додаткових членів (інженерна методика):

1. Зручне представлення результату апроксимації, у вигляді моделі вираженої через постійні часу (T_1), запізнення (τ) та коефіцієнта передачі (K).
2. При наявності шумів апроксимована крива дає неадекватні результати.
3. Простий алгоритм реалізації.
4. Неможливо задатися порядком чи інтегральним критерієм перед проведенням апроксимації.

5. Висновки

Програмно реалізовано і досліджено 4 методи апроксимації перехідних кривих розгону на предмет чутливості їх до шумів та можливих збурень різної величини.

Найкращі результати за інтегральним квадратичним відхиленням від реальної кривої показали методи

МНК та послідовного логарифмування. Важливо зазначити що послідовне логарифмування включає в себе МНК.

Найгірші результати за інтегральним квадратичним відхиленням від реальної кривої показали метод кратних коренів і інженерна методика апроксимації другим порядком з запізненням.

Хоча МНК забезпечує найкращий інтегральний критерій, але при великому розкиді точок метод дає неадекватні результати. Окрім того криві що апроксимовані МНК не можливо використовувати для розрахунку інженерними методиками налаштувань регуляторів.

Для практичного застосування рекомендується використовувати метод послідовного логарифмування.

Література

1. Демченко, В.А. Автоматизація і моделювання технологічних процесів АЕС і ТЕС: Учбовий посібник. / В.А. Демченко. — Одеса: Астропринт, 2001, 17с
2. Троелсен, Э. Мова програмування С# 2010 і платформа. NET 4/ Э. Троелсен. – М. : Вільямс, 2011.

□ □

Запропоновано підтримувати функціонування біопаливних установок на основі оцінки зміни теплової акумулюючої ємності

Ключові слова: біопаливна установка, теплова акумулююча ємність, прийняття рішень

Предложено поддерживать функционирование биотопливных установок на основе оценки изменения тепловой аккумулярующей емкости

Ключевые слова: биотопливная установка, тепловая аккумулярующая емкость, принятие решений

It is suggested the biofuel unit functioning support on the basis of heat accumulation capacity change estimation

Keywords: biofuel unit, heat accumulation capacity, decision-making

□ □

УДК 621.182.2.001.57

ПІДТРИМКА ФУНКЦІОНУВАННЯ БІОПАЛИВНИХ УСТАНОВОК

Є.Є. Чайковська

Кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, доцент*

Контактний тел.: (048) 758-47-67

E-mail: eechaikovskaya@list.ru

Е.О. Кустов

Аспірант*

*Кафедра теоретичної, загальної та нетрадиційної енергетики

Одеський національний політехнічний університет
пр. Шевченка, 1, м. Одеса, Україна, 65044

Контактний тел.: (048) 734-85-65

E-mail: kustov_k@mail.ru

1. Вступ

Існують різноманітні технології виробництва біодизелю, що використовують як традиційні, так і інноваційні засоби щодо інтенсифікації тепломасообміну процесу етерифікації підігрітого масла у суміші з метанолом та каталізатором [1]. Найважливішого значення при виробництві біогазу набуває виробляюча активність процесу зброджування сировини, що стає основоположною не тільки в плані підтримки функціонування біогазової установки, але і відображає її товарність [2-6]. Але технології виробництва біопалива об'єднує найважливіша складова – значна теплова акумулююча ємність сировини, що при вимірах температури ускладнює підтримку функціонування біопаливних установок. Більш того, існуючі технології

виробництва біопалива використовують зміну витрати теплоносіїв, що може порушити необхідний баланс складових процесу.

2. Постановка задачі

В умовах змінної якості сировини щодо узгодження виробництва та споживання біопалива використовують додаткове обладнання, наприклад, додаткові баки для зброджуваної сировини, додаткові ємності газгольдерів, додатковий підігрів масла, т. і. Це відбувається тому, що в існуючих технологіях виробництва біопалива не передбачена оцінка зміни теплової акумулюючої ємності сировини, що представляє можливість прогнозувати зміну її температури, а не ліквідувати