

РОЗВ'ЯЗОК ЗАДАЧІ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТЕПЛОВОЇ УСТАНОВКИ МЕТОДОМ АКТИВНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

*Швейдер В.С., магістрант, vshveyder@gmail.com;
Стопакевич А.О., к. т. н., доцент, stopakevich@gmail.com
Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку,
м. Одеса, Україна*

Відомо, що активний експеримент часто вимагає великих матеріальних витрат і може перешкодити нормальному ходу технологічного процесу. Але в випадках, коли проведення активного експерименту можливе, для більшості складних технологічних об'єктів керування слід використовувати саме цей метод експериментального дослідження. Особливо це важливо для розв'язку задачі синтезу системи автоматичного керування. Така задача не може бути розв'язана на високому рівні без наявності експериментально перевіреної математичної моделі й розуміння меж її адекватності.

При плануванні активного експерименту розв'язується завдання раціонального вибору чинників, які впливають на об'єкт дослідження, і визначення необхідного числа проведених дослідів. Збільшення числа включених до розгляду чинників призводить до різкого зростання числа дослідів, зменшення – до суттєвого збільшення похибки дослідження. Фактор вважається заданим тільки тоді, коли при його виборі вказується його область визначення – сукупність значень, які може приймати даний фактор. В експерименті використовується обмежена частина області визначення, що задається зазвичай у вигляді дискретної безлічі рівнів. Вибрані фактори повинні бути однозначно керованими та операціональними, тобто піддаються регулюванню з підтриманням на заданому рівні протягом всього досвіду при дотриманні послідовності необхідних для цього дій. [1]

В результаті аналізу графіків, отриманих з перехідних процесах при дослідженні парового котла ДЕ-25-14-250 Г, були зроблені наступні висновки: об'єкт є багатовимірним зі значними перехресними зв'язками, ряд каналів об'єкту керування можуть бути описані в вигляді ланки першого порядку з запізненням, однак точніше їх описувати ланками більшого порядку, для об'єкта більш характерна параметрична невизначеність, ніж структурна.

Математична модель парового котла ДЕ-25-14-250 Г може бути описана у вигляді матриці передатних функцій (МПФ) з п'ятьма входами та п'ятьма виходами.

В якості керуючих впливів були обрані: подача палива на пальник (u_1), подача повітря в топку (u_2), потужність димососа (u_3), подача води в барабан котла (u_4) і продування котла (u_5).

В якості керованих змінних були обрані: концентрація O_2 в димових газах (y_1), розрядження в топці котла (y_2), рівень барабана котла (y_3), тиск пари на виході в магістраль паропроводу (y_4), солевміст (y_5).

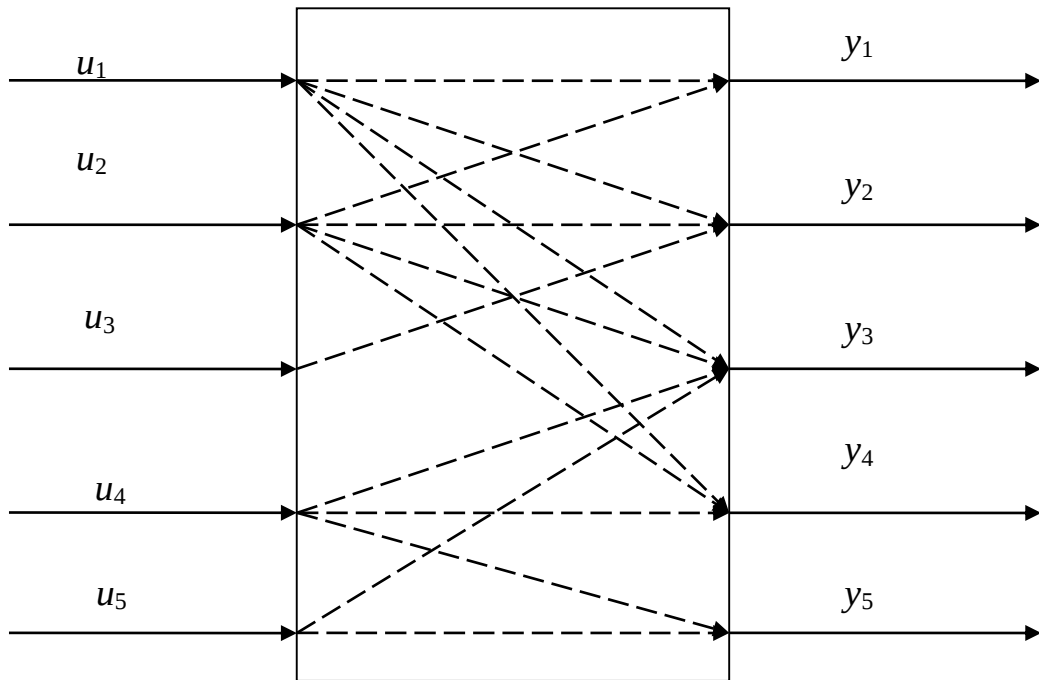


Рисунок 1. Параметрична схема ДЕ-25-14-250 Г як об'єкта керування

Визначення моделі системи з часового ряду називається ідентифікацією [1]. Мінімальна інформація, необхідна для ідентифікації лінійної системи, включає точне знання числа станів, входів і виходів n , m , l . Оскільки розмірність n найчастіше невідома, ідентифікація перетворюється на ітеративний процес, при якому, задавшись який-небудь n , ідентифікують систему. Потім отриману систему моделюють, звіряють отриманий процес з вихідним процесом i , якщо результат незадовільний, збільшують n і процедуру повторюють спочатку.

Математичну модель розглянутого ОК, як й більшості інших теплових об'єктів, доцільно будувати з моделей окремих каналів, використовуючи методи ідентифікації, які орієнтовані на використання одновимірних систем.

Результати дослідження каналів ОК при різному числі станів моделей дозволило встановити, що в більшості випадків моделі 4-го порядку достатньо для того, щоб майже повністю відтворити експериментальну динаміку, зафіксовану в часових рядах.

Порівняння експериментальних часових рядів по каналу «витрата палива – концентрація O_2 » і часових рядів, отриманих з ідентифікованих моделей різних порядків показані на рис. 2. На рис. час представлено в секундах, величина вхідного впливу – 1%.

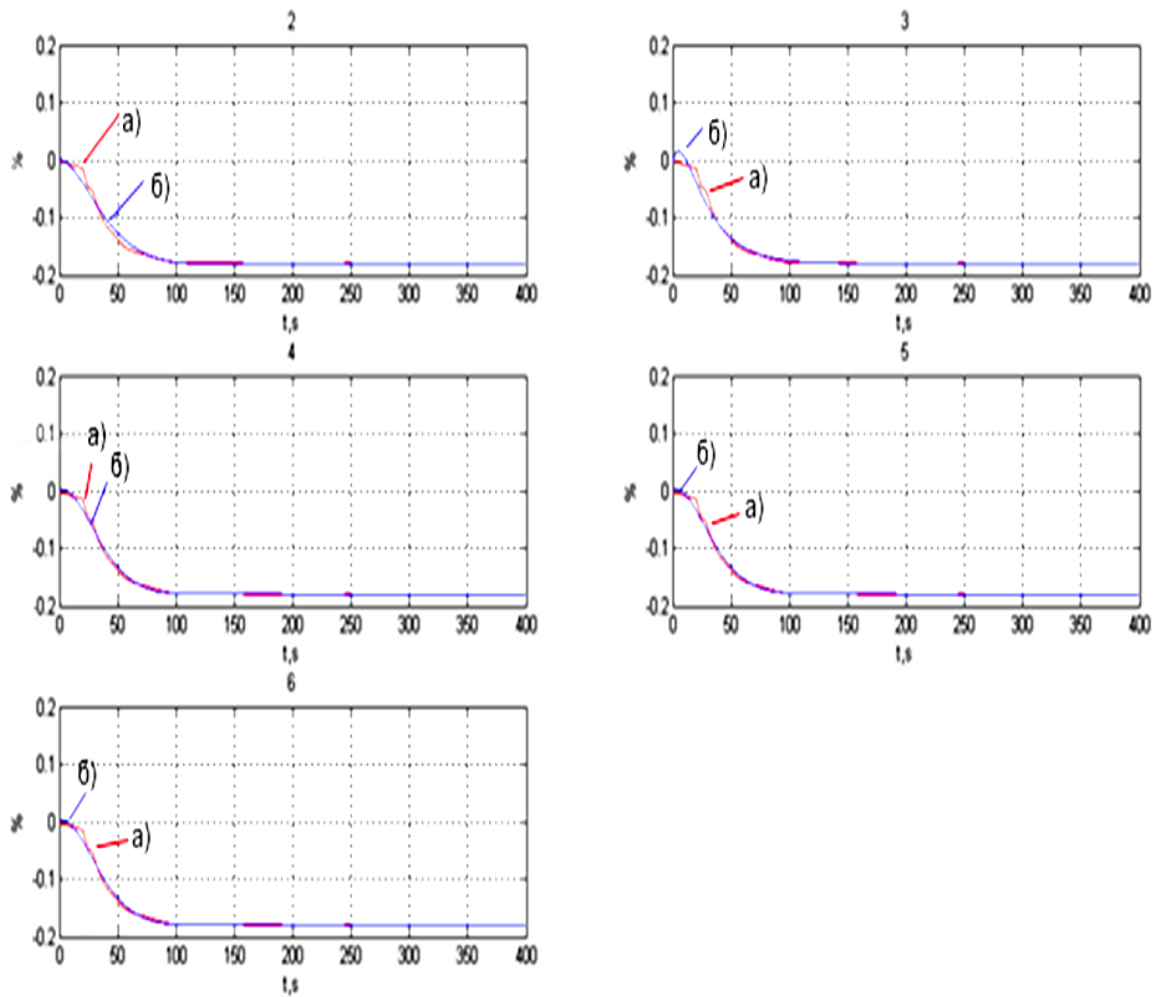


Рисунок 2. Порівняння експериментальних часових рядів по каналу «витрата палива – концентрація O₂» і часових рядів, отриманих з лінійних ідентифікованих моделей різних порядків (від 2 до 6): а – крива розгону об’єкта, б – ідентифікована модель.

Відмітимо також, що більшість каналів ОК керування можуть бути описані моделлю в вигляді ланки першого порядку з запізненням, що є зручним для поширених методів налаштування регуляторів ПІД-типу [2]. Однак, для регуляторів інших типів в якості малопараметрових моделей краще використовувати моделі другого порядку без запізнення [3].

Література

1. Стопакевич А.А.. Системный анализ и теория сложных систем / А.А. Стопакевич. — Одесса : Астропринт, 2013.
2. Стопакевич Ан. А. Проектирование робастных регуляторов объектами с большим запаздыванием / Ан. А. Стопакевич, Ал. А. Стопакевич // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2016. — Т.1. — № 79. — С. 48–56.
3. Кравцов Д.Н. Разработка и исследование модели парогенератора ПГВ-1000 / Д.Н. Кравцов, А.А. Стопакевич // Холодильна техніка та технологія. — 2013. — № 5(145).—С. 45—48.

Анотація

В доповіді розглянута задача ідентифікації теплової установки – парового барабанного котла ДЕ-25-14-250 Г. На основі експериментальних кривих розгону, які були отримані в ході факторного активного експерименту, проведено розв’язок задачі ідентифікації. Побудована параметрична схема об’єкта керування. Проведений аналіз динаміки каналів керування. Результат аналізу показує, що з високим ступенем точності канали можливо описати лінійними моделями четвертого порядку. Крім того, з достатнім рівнем точності канали об’єкта керування можуть бути описані малопараметровими моделями в вигляді ланки другого порядку і в вигляді ланки першого порядку з запізненням.

Ключові слова: ідентифікація, активний експеримент, тепла установка, паровий барабанний котел, параметрична схема, математична модель динаміки.

Аннотация

В докладе рассмотрена задача идентификации тепловой установки – парового барабанного котла ДЕ-25-14-250 Г. На основе экспериментальных кривых разгона, которые были получены в ходе факторного активного эксперимента, получено решение задачи идентификации. Построена параметрическая схема объекта управления. Проведен анализ динамики каналов управления. Результат анализа показывает, что с высокой степенью точностью каналы возможно описать линейными моделями четвертого порядка. Кроме того, с достаточном уровнем точности каналы объекта управления могут быть описаны малопараметровыми моделями в виде звена второго порядка и в виде звена первого порядка с запаздыванием.

Ключевые слова: идентификация, активный эксперимент, тепловая установка, паровой барабанный котел, параметрическая схема, математическая модель динамики.

Abstract

The thesis considers the problem of identification of a thermal unit - steam drum boiler DE-25-14-250 G. On the basis of experimental step response curves, which were obtained from the factorial active experiment, the solution to the identification problem has been obtained. The parametrical scheme of the control plant was constructed. The analysis of the dynamics of the control channels has been performed. The result of the analysis shows that with a high degree of accuracy the channels can be described by linear models of the fourth order. In addition, with a sufficient level of accuracy, the control plant channels can be described by low-parameter models in the form of a second-order link and a first-order link with dead time (lag).

Keywords: identification, active experiment, thermal unit, steam drum boiler, parametric scheme, mathematical model of dynamics.