УДК 517.9

ІДЕНТИФІКАЦІЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЗМІШУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

Городецький Віктор Георгійович
к.ф.-м.н., доцент
КПІ ім. Ігоря Сікорського
Лістовщик Леонід Костянтинович
к.т.н., доцент
КПІ ім. Ігоря Сікорського
Осадчук Микола Павлович
к.ф.-м.н., асистент
КПІ ім. Ігоря Сікорського

Анотація.*В роботі розглянута ідентифікація математичної моделі руху рідини в змішувачі. В якості вихідних даних використані часові послідовності координат однієї частки рідини. В результаті отримана система звичайних диференціальних рівнянь, що моделює рух частки рідини в змішувачі.*

Ключові слова:*рідина, змішувач, математична модель, диференціальні рівняння, ідентифікація.*

Abstract. *The identification of the mathematical model of fluid motion in the mixer is considered in the paper. The time data of the coordinates of one fluid particle are used as the initial data. The result is a system of ordinary differential equations that simulates the motion of a fluid particle in a mixer.*

Keywords: *fluid, mixer, mathematical model, differential equations, identification.*

Вступ. В наш час основним методом чисельного моделювання течії рідини є метод скінченних об'ємів [1]. Завдяки дискретизації простору метод скінченних об'ємів дозволяє розраховувати параметри течії рідини навіть в тих випадках, коли аналітичного розв'язку не існує. Але метод потребує складання системи рівнянь, кількість яких пропорційна кількості комірок розрахункової сітки. Як наслідок, отримання розв'язку потребує надто великої кількості обчислювальних операцій.

В даному досліджені продемонстровано, що в деяких випадках замість методу скінченних об'ємів можна використати простішу модель у вигляді системи звичайних диференціальних рівнянь. При цьому замість безпосереднього завдання всіх параметрів моделі можна виконати ідентифікацію моделі за часовими послідовностями координат однієї частки рідини.

Мета роботи – ідентифікація моделі руху потоку рідини в трубі при змішуванні.

Матеріали і методи. З метою отримання вихідних даних для подальшої ідентифікації математичної моделі процес змішування рідин був промодельований в програмі SolidWorks. До поступального руху рідини-розчинника (рідина А) в трубі (рис. 1) додавались частки рідини (рідина В), яка повинна розчинитись і утворити суміш з розчинником. Завдяки зафіксованим лопатям на вході в трубу рідина рухається не тільки вздовж осі x, а також має складові швидкості вздовж координат y та z.

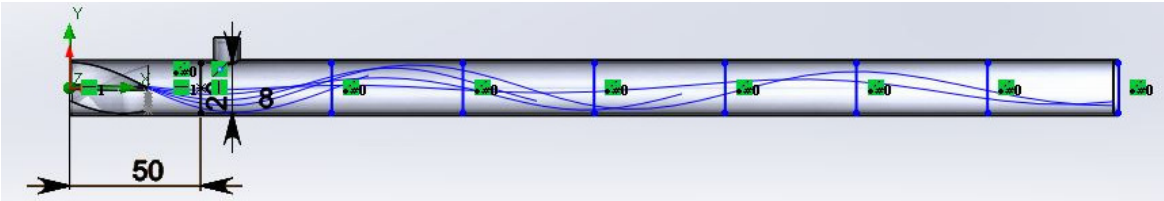

Рисунок 1 - Траєкторії руху часток рідини В в трубі

Результати. В результаті траєкторії часток рідини В для різних початкових точок руху мають вигляд, наведений на рис. 1. На рис. 2 представлено більш детально графік однієї з залежностей змінної $y_r(x)$, отриманої за допомогою програми SolidWorks. Графік $z_r(x)$ має аналогічний коливальний характер. Також на рис. 3 наведено проекцію отриманої траєкторії на координатну площину zOy .

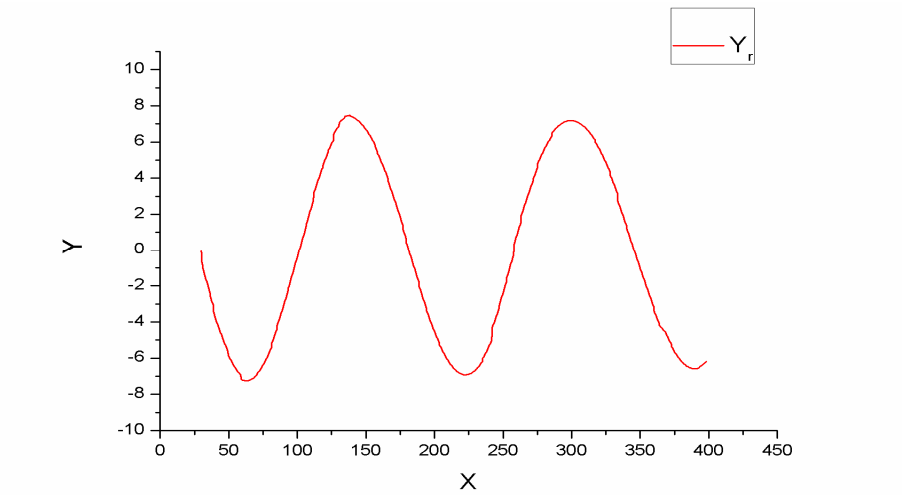

Рисунок 2 - Графік залежності $y_r(x)$

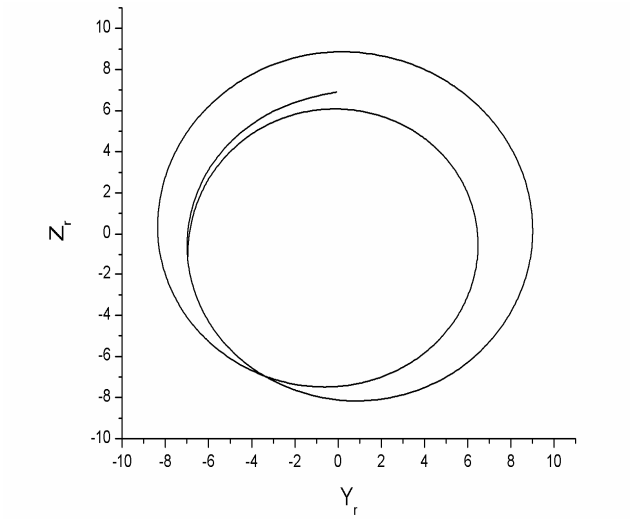

Рисунок 3 - Графік залежності $z_r(y_r)$

Для моделювання руху частки рідини в потоці було використано систему звичайних диференціальних рівнянь (1) з поліноміальними правими частинами і сталими коефіцієнтами:

$$\begin{cases} \dot{y} = a_0 + a_1 y + a_2 z + a_3 y^2 + a_4 yz + a_5 z^2, \\ \dot{z} = b_0 + b_1 y + b_2 z + b_3 y^2 + b_4 yz + b_5 z^2. \end{cases} \quad (1)$$

Величини коефіцієнтів системи (1) були визначені методом, використаним в [2, 3]. При розв’язанні системи при заданих початкових умовах були отримані залежності, аналогічні наведеним вище. Вони представлені у вигляді графіків на рис. 4-5. Величини, отримані за допомогою розв’язування системи (1), мають індекс m.

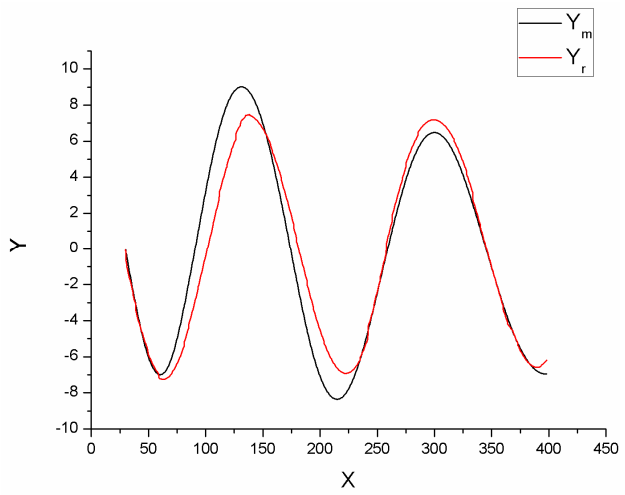

Рисунок 4 - Графіки залежностей $y_r(x)$, $y_m(x)$

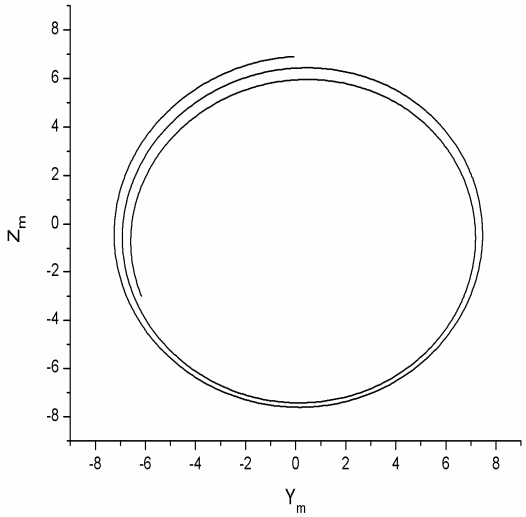

Рисунок 5 - Графік залежності $z_m(y_m)$

Висновки. В результаті дослідження була отримана система звичайних диференціальних рівнянь, що моделює рух частки рідини в змішувачі. При цьому в якості вихідних даних використовувалися тільки часові послідовності координат частки рідини в трубі, а ідентифікація дозволила визначити коефіцієнти моделі, безпосереднє вимірювання яких ускладнене. Аналогічний підхід може бути застосований для ідентифікації математичних моделей електромеханічного обладнання в тих випадках, коли для вимірювання доступна тільки часова послідовність однієї або декількох фізичних величин.

Список літератури

1. Алямовский А.А. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А.А. Алямовский, А.А. Собачкин, Е.В. Одинцов, А.И. Харитонович, Н.Б. Пономарев, - СПб.: БХВ-Петербург, 2005 – 800 с.: ил. – ISBN 5- 94157-558-0.

2. Gouesbet G. Reconstruction of the vector fields of continuous dynamical systems from numerical scalar time series / G. Gouesbet // Physical Review A. - 1991. - vol. 43, N 10. - P. 5321-5331.

3. Gorodetskyi V. Analytic reconstruction of some dynamical systems / V. Gorodetskyi, M. Osadchuk // Physics Letters A. - 2013. - vol. 377. - P. 703-713.