

УДК 628.3

А.В. Фляк

Луцький національний технічний університет

## **АВТОМАТИЗОВАНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ВИДОВЖЕННЯ ДЕТАЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ**

В даній статті розглядається створення моделі автоматизованої системи регулювання видовження деталі з використанням нечіткої логіки та створення моделі даної системи у пакеті Simulink.

Ключові слова: нечітка логіка, порошкові матеріали, нечіткий регулятор, автоматизоване регулювання.

Постановка проблеми. Математичний апарат теорії нечітких множин дозволяє побудувати модель об'єкта, базуючись на нечітких правилах. Нечіткі моделі описують явища і процеси реального світу на звичній мові за допомогою лінгвістичних змінних. Ці переваги обумовили широке використання нечіткої логіки для рішення задач автоматичного управління, прийняття рішень, прогнозування в різних прикладних галузях науки, техніки і економіки. Також за останні десятиліття зроблені великі успіхи в області розвитку теорії формування пористих матеріалів. Це дозволило розробити і частково використати в промисловості нові методи отримання ефективності виробництва і покращення якості пористих деталей. Проте, незважаючи на широке застосування, властивості пористих матеріалів досліджені далеко не повною мірою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням властивостей структурно-неоднорідних матеріалів свого часу займалася досить значна кількість дослідників. Так Лебедев А.А. в [1] і [2], Полухін П.І., Галкін А.М. в [3] вивчали механічні властивості матеріалів при складних навантаженнях. Проектуванням установок для проведення випробувань матеріалів займалися Кайбишев О.А., Васин Р.А. [4], Смолянкін О.О. [5]. Незважаючи на зусилля науковців ряд проблем в галузі вивчення структурно-неоднорідних матеріалів все ще залишаються відкритими. Тому важливим є подальше впровадження новітніх технологій у процеси дослідження, що дозволить отримувати експериментальні дані більшої точності та зменшити при цьому кількість витрачених матеріальних та людських ресурсів.

Постановка завдання. Метою даного дослідження є розробка моделі для автоматизованого регулювання видовження деталі з використанням нечіткої логіки. Також потрібно розробити дану модель в програмному пакеті Simulink, що дозволить спостерігати за роботою даної моделі в кожен момент часу симулювання.

Основна частина. Поставлене завдання є комплексним і вимагає як розробки програмного забезпечення, так і апаратного комплексу для зняття параметрів заготовок та регулювання їх видовження.

Система автоматизованого керування забезпечує контроль трьох параметрів заготовки, а саме:

- Тиск прикладений до заготовки;
- Крутний момент прикладений до заготовки;
- Зміна довжини заготовки.

Дані показники передаються через мікроконтролер та узгоджуючий пристрій на ЕОМ, де здійснюється їхня обробка, та звідки надходить керуючий сигнал у разі виходу якогось із показників за допустимі межі. Керування здійснюється за частотою обертання асинхронного двигуна. Спрощена структурна схема показана на рис.1 (підсилювальні та узгоджуючі елементи не показані). Варто зазначити, що для дослідження можуть використовуватись циліндричні суцільні та трубчасті заготовки.

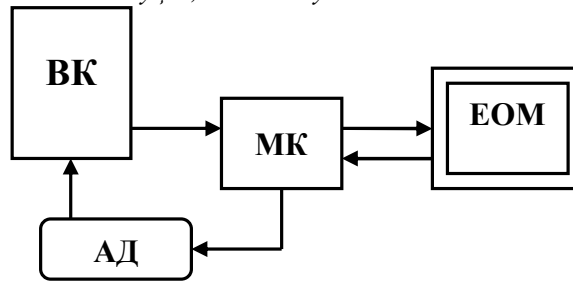


Рис.1. Спрощена структурна схема САК (ВК - вимірювальний комплекс, МК – мікроконтролер, АД – асинхронний двигун, ЕОМ – електронно-обчислювальна машина)

Розглянемо детальніше апаратну частину системи автоматизованого керування. Вимірювальний комплекс базується на розривній машині ІР-5047-50. На каркасі розривної машини змонтовані стійки. Зверху вони скріплені нерухомою траверсою, створюючи таким чином міцну конструкцію. В стійках змонтовані пара направляючих і пара гвинтів. Рухома траверса переміщуючись по направляючих за допомогою гвинтів, створює стискаюче або розтягуюче зусилля. Швидкість переміщення траверси регулюється за допомогою блока керування приводом.

Зняття показників здійснюється за допомогою тензодатчиків, що змінюють свій опір залежно від деформації. Їхнє підключення здійснюється попарно, за напівмостовою схемою. Оскільки величина зміни опору тензодатчиків при деформації дуже незначна (порядку декількох мкОм), то сигнал, що надходить з них необхідно підсилити. Це досягається за рахунок включення в схему операційного підсилювача, що дозволяє збільшити величину вхідного сигналу, що подається на мікроконтролер.

За допомогою мікроконтролера знімається аналоговий сигнал з тензодатчиків і відбувається його передача на ЕОМ. Також мікроконтролер приймає сигнал керування від ЕОМ і відповідно до нього здійснює керування двигуном. У якості контролера можна вибрати АТmega 8535, який містить необхідну кількість портів вводу-виводу і аналогові входи для підключення тензодатчиків. Зв'язок з комп'ютером відбувається через послідовний інтерфейс RS-232. Для реалізації передачі даних необхідно між контролером та ЕОМ включити узгоджуючий модуль-перетворювач.

Що ж стосується програмного забезпечення, яке встановлене на комп'ютері, то необхідно щоб воно відповідало наступній умові, а саме: зняття параметрів процесу і керування його ходом повинно здійснюватись з мінімальними затримками. Було вибрано операційну систему на базі сімейства Windows. У випадку коли час реакції на буде занадто великий можливий перехід на систему реального часу QNX.

Для створення програмної моделі було обрано програмний пакет MATLAB, а саме інструмент для моделювання, імітації та аналізу динамічних систем Simulink. Він дає можливість будувати графічні блок-діаграми, імітувати динамічні системи, досліджувати працездатність систем і вдосконалювати проекти. Simulink повністю інтегрований з MATLAB, що забезпечує швидкий доступ до широкого спектру інструментів аналізу і проектування. Ця перевага робить Simulink найбільш популярним інструментом для проектування систем керування і комутації, цифрової обробки і інших додатків моделювання. Пакет Simulink Coder дає можливість генерувати код на мові С зі створеної моделі, що дозволяє запускати дану модель на будь-якій операційній системі для якої існує компілятор мови С. Передача і прийом даних через послідовний порт відбувається через підключення додаткового програмного модуля.

Важливою особливістю написаної програми є сам програмний підхід, а саме – програма базується на регуляторі з використанням нечіткої логіки. Структурна схема програмного комплексу показана на рис.2.

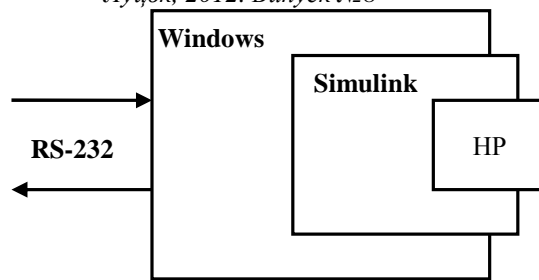


Рис.2. Структурна схема програмного комплексу (HP-нечіткий регулятор)

Нечіткі моделі описують явища і процеси реального світу на звичній мові за допомогою лінгвістичних змінних. Регулятори створені за допомогою нечіткої логіки, в певних випадках, дозволяють забезпечити більш високі показники якості перехідних в порівнянні зі звичайними регуляторами. Проблема створення бази правил є однією з ключових задач при створенні нечіткого регулятора. Для її вирішення використовуються різні методи: опитування досвідченого оператора, запис рішень прийнятих оператором в певних ситуаціях чи відслідковування бажаної траєкторії управління.

На основі проведених експериментів було розроблено модель системи регулювання видовження деталі з використанням нечіткої логіки(Рис. 3).

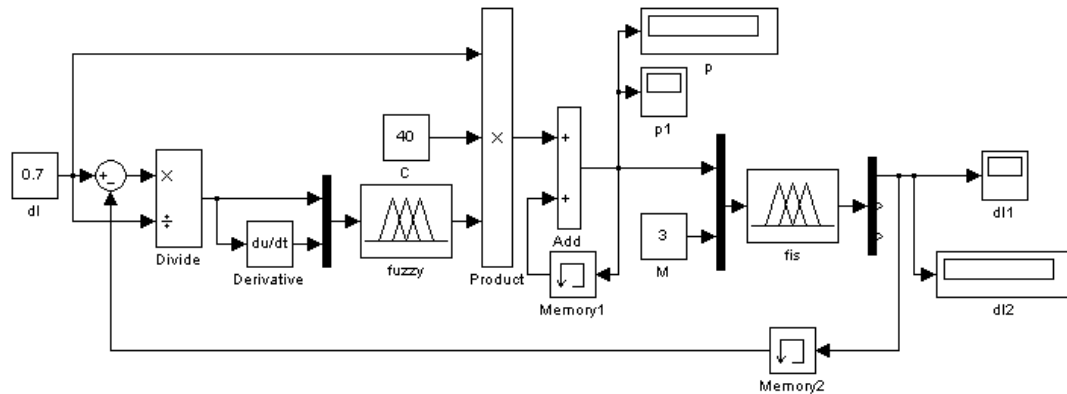


Рис. 3. Модель автоматизованої системи регулювання видовження деталі з використанням нечіткої логіки

Розглянемо створену модель детальніше.

Вхідні параметри:

- dl – задане видовження деталі(мм)
- M – момент кручення прикладений до деталі( $10^{-2}$  кН\*м)

Вихідні параметри:

- p – тиск потрібний для досягнення заданого видовження(кг)
- dl2 – отримане видовження деталі( $10^{-2}$  кН\*м)

В якості моделі об'єкта управління використовується нечітка модель впливу тиску і кручення на видовження деталі(fis). Вхідними параметрами для неї є тиск і кручення, а вихідним - видовження деталі.

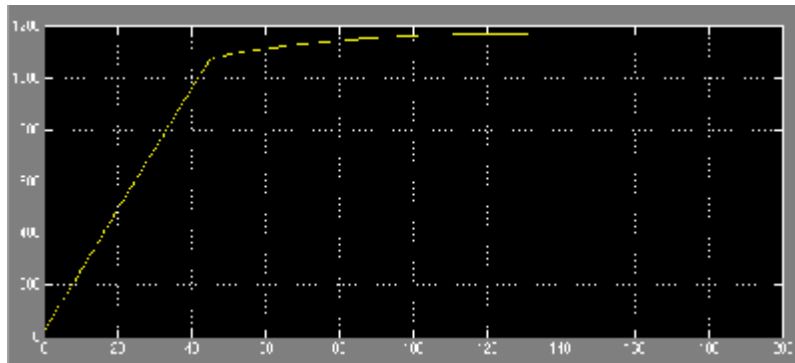
В якості регулятора використовується регулятор з використанням нечіткої логіки(fuzzy).

Вхідними параметрами для нього є відносна зміна видовження  $\frac{\Delta l_{зад} - \Delta l}{\Delta l_{зад}}$  і її похідна, а вихідним зміна тиску.

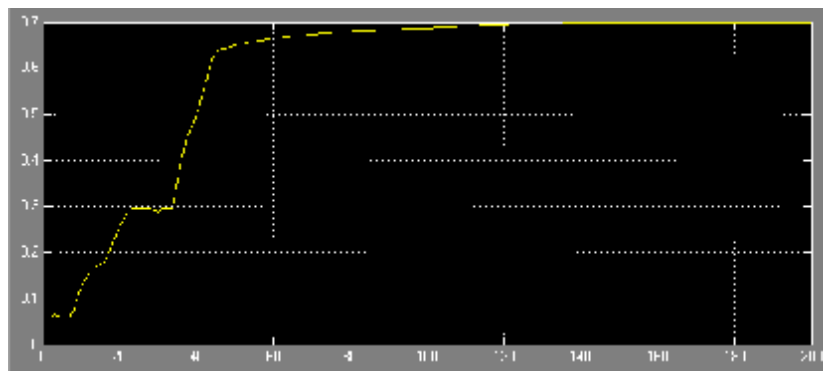
Результати роботи даної моделі для даних dl=0.7 M=3 наступні:

- Потрібний тиск для досягнення потрібного видовження,  $p=1175,632$
- Отримане видовження деталі,  $dl2=0,699$

Графіки зміни тиску і видовження в часі зображені на рис. 4



а) Потрібний тиск



б) Отримане видовження

Рис. 4. Графіки зміни тиску і видовження в часі

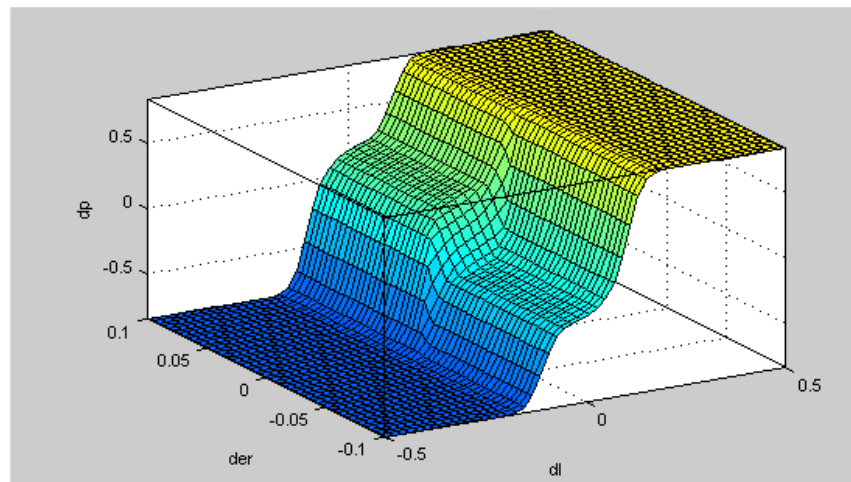


Рис.5. Поверхня нечіткого виводу моделі fuzzy

При знятті показників із вимірювального комплексу для представлення результатів програма зберігає всі параметри симуляції в кожен момент часу, там буде графіки зміни тиску і видовження в часі.

Висновки. Вперше для побудови моделі процесу впливу тиску і кручення на механічні властивості мідних порошкових матеріалів застосовується нечіткий підхід, який дозволяє приймати рішення при дослідженні впливу пористості на механічні властивості мідних

порошкових матеріалів і підвищити рівень інформації про процес на підставі суб'єктивних оцінок експертів.

1. Лебедев А.А., Ковальчук Б.И., Гигиняк Ф.Ф., Ламашевский В.П. Механические свойства конструкционных материалов при сложном состоянии/Справочник-Киев: Наукова думка,1983.-366с.

2. Полухин П.И., Гун Г.Я., Галкин А.М. Сопротивление пластической деформации металлов сплавов./Справочник-М.:Металлургия,1976.-488с.

3. Писеренко Г.С., Лебедев А.А. Деформирование и прочность материалов при сложном напряженном состоянии.-Киев.: Наукова думка,1976.-415с.

4. Кайбышев О.А., Васин Р.А., Бердин В.К., Кашаев Р.М. Установка для проведения испытаний материалов в условиях сложного нагружения/ Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2000. №4(т.66).с.50-53.

5. Смолянкин О.А. Автоматизированный комплекс для определения механических характеристик при сложном нагружении. Реологічні моделі та процеси деформування пористих і композиційних матеріалів. 1997, с35-36.

6. Иван ван Лейнингем. Освой Python за 24 часа. М.:Вильямс, 2001. – 448 с.

7. Philip Wasserman. Neural Computing - Theory and Practice. 1989. – 230 с.