

УДК 681.5

Смолянкін О.О., Маркіна Л.М.

Луцький національний технічний університет

**ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНО НЕОДНОРІДНИХ МАТЕРІАЛІВ**

В даній статті розглядається створення програмно-апаратного комплексу для автоматизованого управління процесом дослідження структурно неоднорідних матеріалів.

Ключові слова: порошкові матеріали, нейронні мережі, автоматизоване регулювання.

**Постановка проблеми.** Бурхливий розвиток промисловості посприяв виникненню нових методів виготовлення матеріалів. Так велике поширення отримали вироби із металічних порошоків. Зараз важко знайти галузь, де б не застосовувались порошкові матеріали. Порошкова металургія в деяких випадках стала єдиним можливим способом отримання матеріалів з потрібними властивостями (наприклад виготовлення дроту із тугоплавких металів). Проте, незважаючи на широке застосування, властивості порошкових матеріалів досліджені далеко неповною мірою. Причиною цього є неоднорідність структури матеріалу, що не дозволяє узагальнити його властивості. Можливим методом вирішення даної проблеми є поетапна автоматизація та комп'ютеризація процесів дослідження та випробування порошкових матеріалів.

**Постановка завдання.** Метою даного дослідження є розробка системи автоматизованого керування установкою для дослідження властивостей структурно неоднорідних матеріалів при складних траєкторіях навантаження. Крім того, необхідно розробити програмне забезпечення, що дозволить знімати показники в реальному часі та на їх основі здійснювати керування ходом процесу.

**Основна частина.** Поставлене завдання є комплексним і вимагає як розробки програмного забезпечення, так і апаратного комплексу для випробування заготовок із структурно неоднорідного матеріалу.

В загальному система автоматизованого керування забезпечує зняття 3-ох параметрів процесу, а саме знімаються:

- Осьове зусилля вздовж заготовки;
- Крутний момент;
- Тиск масла всередині трубчастої 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.

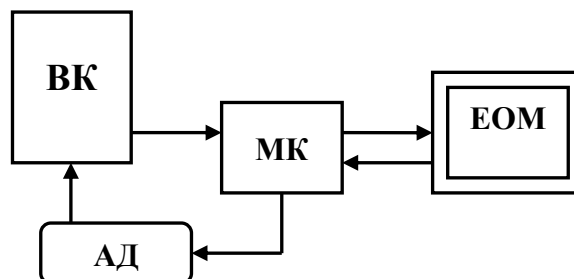


Рис.1. Спрощена структурна схема САК (ВК - вимірювальний комплекс, МК – мікро контролер, Д – асинхронний двигун, ЕОМ – електронно-обчислювальна машина)

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. Тиск масла в заготовці створюється установкою високого тиску (на рисунку не показана).

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 без затримок, в режимі реального часу. Очевидно, що популярні операційні системи на базі сімейств Windows та Linux не задовольняють заданій вимозі. Тому було здійснено вибір на користь операційної системи реального часу QNX, що володіє широким спектром можливостей і позбавлена недоліків традиційних операційних систем, зокрема такого як великий час переключення між процесами, що критично в даному випадку.

Вибрана операційна система трохи звужує коло мов програмування, що можуть бути використані для написання власне самої програми. Було обрано мову високого рівня Python, яка дозволяє в повній мірі розв'язати дане завдання. Оскільки це мова «надвисокого» [1] рівня, то вона дозволяє не відволікатись наприклад на технічну реалізацію передачі даних через послідовний порт, а тому можна зосередитись на розробці гнучкого і функціонального коду. Важливою перевагою є також те, що Python за своєю суттю є інтерпретатором і це означає, що написана програма може виконуватись під будь-якою з операційних систем. Програмний код записується у файл з розширенням .ру, що є по суті текстовим файлом, а тому не вимагає значних ресурсів дискової системи і може бути записаний на дискету. Також інтерпретатор не вимагає значних ресурсів центрального процесора і оперативної пам'яті, і тому можна обійтись слабкою за нинішніми мірками конфігурацією комп'ютера. 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 нейронній мережі. Структурна схема програмного комплексу показана на рис.2.

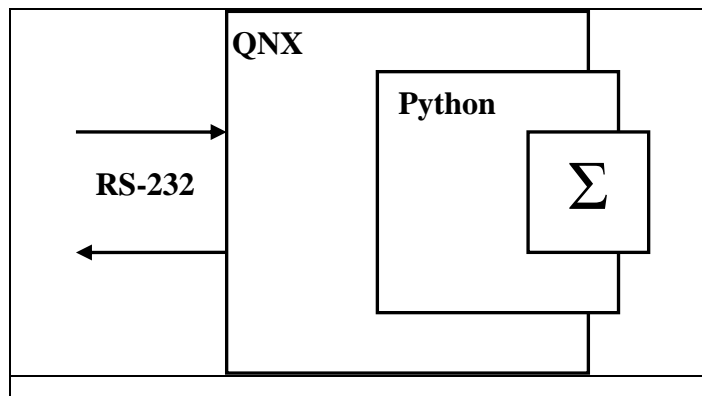


Рис.2. Структурна схема програмного комплексу (Σ – нейронна мережа)

Нейронна мережа дозволяє здійснювати керування при відхиленні якогось із параметрів за допустимі межі. Однією з особливостей будь-якої мережі є те, що при правильній настройці

вагових коефіцієнтів вона ігнорує вхідні сигнали, що можуть бути класифіковані як шум. Таким чином можна відсіяти показники, в значенні яких міститься суттєва похибка. Крім того, попередньо нейронна мережа може давати правильний результат на таких множинах вхідних даних, на яких вона не навчалась, і про які власне їй нічого не відомо. Зокрема це може бути застосовано тоді, коли зразок виготовлено із іншого матеріалу, ніж той, на якому навчалась мережа. Отже, досягається висока гнучкість і стійкість програми.

На базі розглянутих нечітких моделей була побудована модель автоматизованої системи регулювання силових параметрів навантаження з подальшою реєстрацією деформаційних характеристик з використанням нечіткої логіки (рис. 3).

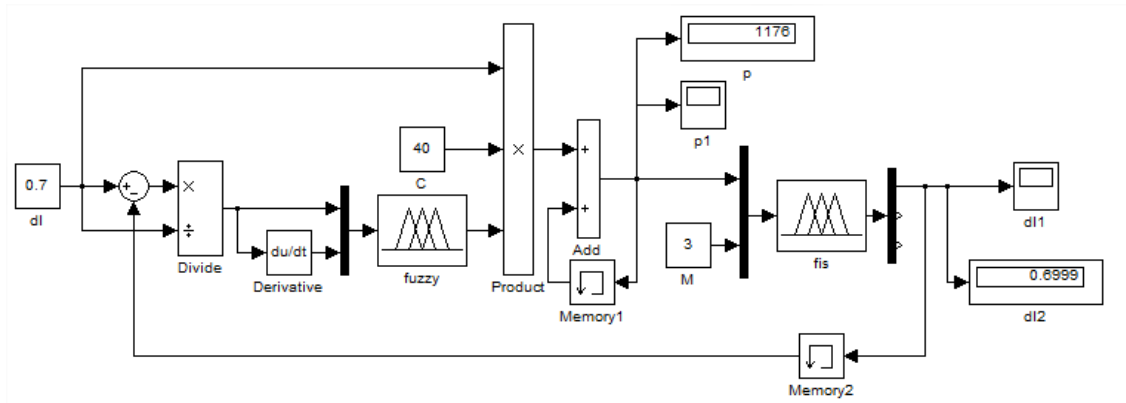


Рис. 3. Модель автоматизованої системи регулювання видовження деталі з використанням нечіткої логіки

Вхідні параметри:

dl – задане видовження деталі(мм)

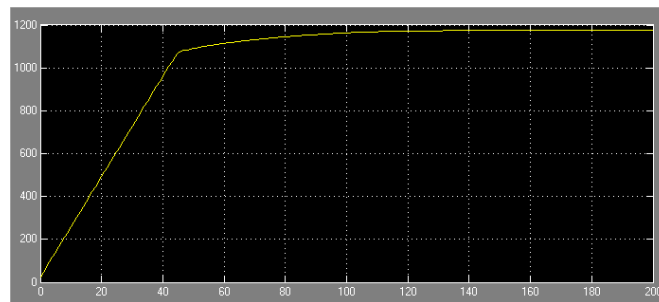
M–моменткручення прикладене до деталі( $10^{-2}$ кН\*м)

Вихідні параметри:

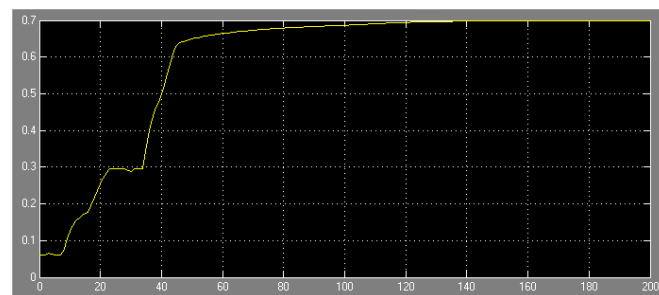
p – тиск потрібний для досягнення заданого видовження(кг)

dl2 –отримане видовження деталі( $10^{-2}$ кН\*м)

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



а) Потрібний тиск



б)Отримане видовження

Рис. 4. Результат роботи регулятора при dl=0.7 M=3

Для роботи з установкою по дослідженню властивостей пористих матеріалів при складних траєкторіях навантаження було розроблено програмний комплекс, за допомогою якого користувач може задати криву навантаження дослідного зразка, спостерігати за ходом експерименту та переглянути результати по його закінченню.

На рис. 5 зображено вигляд вікна програми після завершення експерименту. Як видно, побудований графік в зовсім незначній мірі відрізняється від заданого. Відмінність спричинена невеликою інерційністю перенастроєння системи, яка викликана особливістю конструкції установки та способом отримання результату. Кінцевий результат вимірювання в одній точці складається з середнього значення із п'яти вимірювань за один такт (проміжок від точки до точки). Це означає що опитування датчиків відбувається у п'ять разів частіше ніж програма дає команду для переходу на іншу точку навантажувальної характеристики.

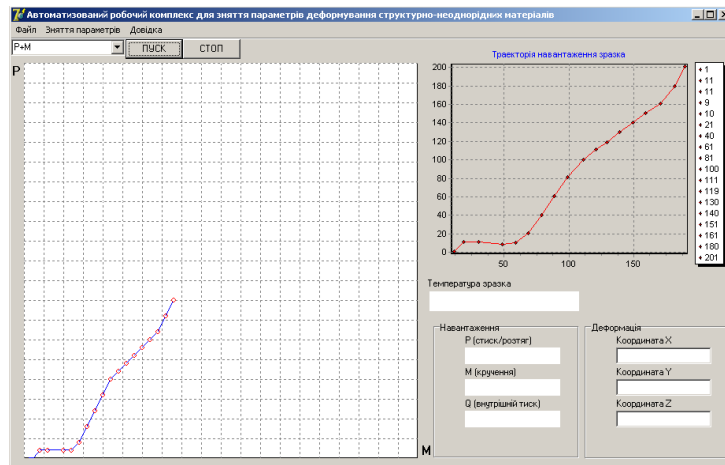


Рис. 5. Вигляд вікна програми по завершенні експерименту

При знятті показників із вимірювального комплексу для представлення результатів програма створює текстовий файл, куди записуються зняті показники, здійснені керуючі впливи і поточні дата та час.

**Висновки.** В ході реалізації поставленого завдання було розроблено програмно-апаратний комплекс для автоматизованого управління процесом дослідження структурно неоднорідних матеріалів. Апаратний вимірювальний комплекс володіє широкими можливостями для вимірювання параметрів зразків із порошкових матеріалів. Система може застосовуватись в різних галузях науки при випробуванні матеріалів на міцність. Особливості програмної частини дозволяють використовувати її для зняття показників випробування різних матеріалів. Сама програма для обробки, керування та представлення результатів може працювати під будь-якою з операційних систем, що робить її універсальним засобом при наукових дослідженнях.