

УДК 621.969

Д.М. Свіржевський, В.Д. Рудь, О.В. Смолянкін
ВИМІРЮВАЛЬНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНИХ
ВЛАСТИВОСТЕЙ

В статті приведено опис та моделювання вимірювального комплексу для дослідження механічних і фізичних властивостей матеріалів.

Ключові слова: програмно-апаратний комплекс, тензорезистори, нечітка логіка, тарування.

Рис. 4. Літ. 5

Д.М. Свиржевський, В.Д. Рудь, О.В. Смолянкин
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ
СВОЙСТВ

В статье приведено описание и моделирование измерительного комплекса для исследования механических и физических свойств материалов.

Ключевые слова: программно-аппаратный комплекс, тензорезисторы, нечеткая логика, тарирование.

D.Svirzhevsky, V. Rud', O. Smolyankin
MEASURING SYSTEM FOR STUDY OF MECHANICAL PROPERTIES

The article describes the modeling and measurement system for the study of mechanical and physical properties of materials.

Keywords: software and hardware, strain gages, fuzzy logic, tare.

Вступ. У механіці матеріалів важливу роль відіграє проблема постановки та здійснення коректних експериментальних досліджень. Роль експерименту зростає тим більше, чим він більше наближається до реальної ситуації.

Досягнення поставленої мети можливе за наявності сучасного обладнання та достовірних методик експериментальних досліджень, які дозволяють отримати надійні результати при різних схемах навантаження та деформування і враховувати вплив інших факторів (температура, швидкість деформування та ін.).

Аналіз експериментальних досліджень механіки деформування стосовно металевих порошків та пористих матеріалів показує, що умовно можна виділити два напрями. Перший спрямований на розв'язання питань, які пов'язані зі впливом пористості на фізико – механічні властивості матеріалів. Другий напрямок досліджень основну увагу приділяє питанням формоутворення та консолідації порошкових та пористих матеріалів. При цьому досліджується залежність фізико-механічних та структурних властивостей від таких технологічних параметрів, як гранулометричний склад шихти, метод формування, ступінь легування та низки інших факторів.

Дослідити вплив історії навантаження та схем деформування на фізико-механічні та технологічні характеристики стисливих середовищ можливо при використанні установок з високим всебічним тиском.

Установки для проведення експериментальних досліджень при високих тисках за ознакою дії силового параметру поділяються на три групи:

1. Установки зі змінним робочим тиском;
2. Установки з незалежним регулюванням двох силових параметрів – тиску робочого середовища q та осьової сили P , або тиску робочого середовища q та крутного моменту $M_{кр}$.
3. Установки з незалежним регулюванням трьох силових параметрів – тиску робочого середовища q , осьової сили P , крутного моменту $M_{кр}$.

Метою даної роботи було розробка програмно-апаратного комплексу на базі розривної машини ИР 5047-50.

Автоматизований вимірювальний комплекс призначений для дослідження механічних і фізичних властивостей порошкових, композиційних, конструкційних та інших матеріалів при складному напруженому стані при температурах дослідження від 0 до 800 °С. За допомогою комплексу можна проводити наступні навантаження зразків: розтяг, стиснення, скручування.

Комплекс дозволяє проводити дослідження з широким діапазоном регулювання швидкості і сили навантаження. Для дослідження застосовуються зразки наступної форми: трубчасті тонкостінні, циліндричні суцільні.

Основною частиною автоматизованого комплексу являється розривна машина ИР5047-50, що служить каркасом для всіх навантажувальних систем. 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 частотно-перетворювача.

Величина осьового зусилля вимірюється за допомогою динамометричної головки і реєструється в вікні програми. Динамометрична головка вмонтована на верхній частині рухомої траверси між двома упорними кульковими підшипниками, які дають їй можливість вільно обертатися навколо своєї осі. Це дає їй можливість вимірювати покази осьового зусилля незалежно від крутного моменту. Динамометрична головка і підшипники зібрані на осі верхнього захвату і закріплені гайкою.

Крутний момент на зразку створюється за допомогою нерухомого верхнього захвату і рухомого навколо своєї осі нижнього захвату. Вісь верхнього захвату закріплена через палець до верхньої частини динамометричної головки крутного моменту. З'єднання створене таким чином, що забезпечує вільний рух верхнього захвату в вертикальному напрямку і не дозволяє повертатися відносно динамометричної головки. Нижня частина динамометричної головки нерухомо кріпиться до траверси. Таким чином, нижня частина динамометричної головки крутного моменту нерухома, а верхня - може повертатися разом з верхнім захватом на величину деформації вимірювальних стінок. Легкість повороту забезпечують упорні кулькові підшипники. Від редуктора через трос, що перекинутий через блок, зусилля передається на стержень, що закріплений в нижньому захваті. Таким чином нижній захват отримує крутний момент, який передається через зразок, верхній захват на динамометричну головку крутного моменту і разом реєструється на зразковому динамометрі.

Нижній захват кріпиться до плити каркасу розривної машини через упорні кулькові підшипники гайкою. Вісь захвату має осьовий отвір. До кінця осі приєднаний трубопровід високого тиску. По трубопроводі подається масло від установки високого тиску. Таким чином створюється тиск на внутрішній поверхні трубчастого зразка. Величина тиску вимірюється датчиком тиску і фіксується на зразковому манометрі. Загальний вигляд розривної машини наведений на рис.1.



Рис.1. Розривна машина ИР 5047-50

Система управління розривною машиною дозволяє здійснити автоматичне проведення експерименту по вимірюванню деформації зразка з різного матеріалу під дією зусиль розтягу, стиску та кручення. Вимірювання деформації проводиться в декількох точках заготовки за допомогою тензорезистивних датчиків. На рис. 2 зображено блок схему пристрою.

Мікроконтролер, позначено 2 на малюнку, в нескінченному циклі послідовно опитує під'єднані датчики, та відправляє отримані дані на персональний комп'ютер (1). Програма яка запущена на персональному комп'ютері аналізує отримані дані.

Керуючись показниками динамометричних головок програма може відправляти мікроконтролеру команди для управління двигунами розтягу(стиску) та кручення

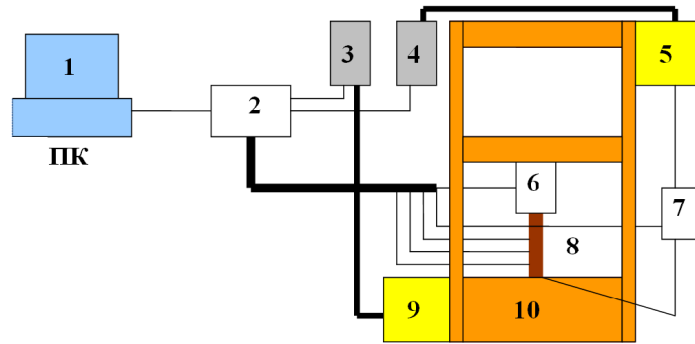


Рис. 2. Блок схема пристрою

(1 – персональний комп'ютер, 2 – мікроконтролер, 3 – частотний перетворювач двигуна, що розтягує, або стискає зразок, 4 – частотний перетворювач двигуна, що скручує зразок, 5 – двигун, що скручує зразок, 6 – динамометрична головка з АЦП, для вимірювання зусиль розтягу, або стиску, 7 – динамометрична головка з АЦП, для вимірювання зусиль скручування, 8 – зразок з прикріпленими тензометричними датчиками та АЦП, 9 – двигун, що розтягує, або стискає зразок, 10 – корпус розривної машини)

Мікроконтролер, отримуючи команду з комп'ютера, перериває опитування датчиків та передає команду на відповідний частотний перетворювач, що керує під'єднаним до нього двигуном.

Якщо мікроконтролер отримує команду яка передбачає ввімкнення двигуна, то внутрішній таймер відраховує 0.5с після чого вимикає двигун. Для тривалого ввімкнення двигуна програма на персональному комп'ютері повинна періодично, частіше 0.5с, повторювати відповідну команду. У разі зависання програми повтору не буде і двигуни зупиняться. Передбачається також, що програма буде аналізувати дані з динамометрів та в випадку перевищення зусиль, або відсутності змін показників за певний час вона зупинить двигуни і повідомить про проблему. Накопичивши дані з кожного датчика, програма вираховує середнє арифметичне, для зниження шуму, та запам'ятовує результат для подальшого аналізу.

Тензометричний датчик складається з гнучкої пластини на яку приклеєно тензорезистори, влучені по напівмостовій схемі, підсилювача сигналу та аналогово – цифрового перетворювача (АЦП).

Підсилювач побудовано на мікросхемі МРС617 фірми Microchip. АЦП – МРС3551 фірми Microchip, дельта-сигма АЦП, 22 розрядів, SPI шина даних. Динамометрична головка має подібну будову, але тензорезистори приклеєно на пружний елемент спеціальної форми. На рис. 3 зображено схему датчика.

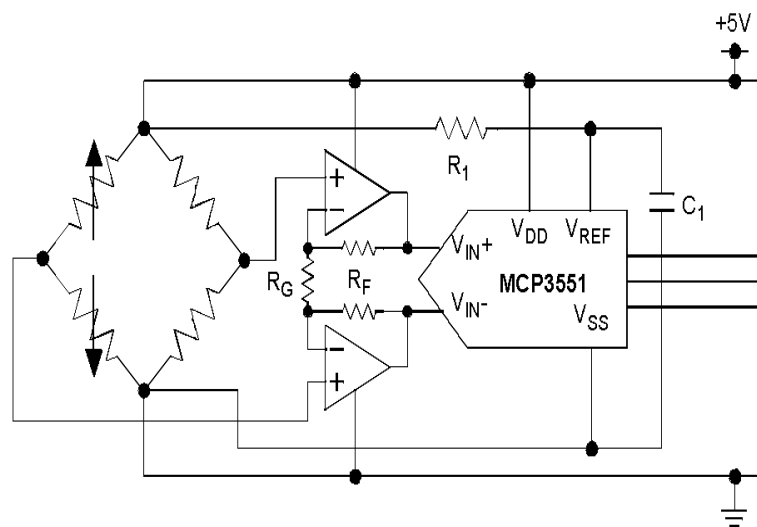


Рис. 3. Схема датчика

На малюнку 4 зображено декілька вікон програми. В вікні 1 показані значення сили розтягу та моменту в яких здійснюються вимірювання. Ці значення, при потребі, можна запам'ятати в файл, а потім знову завантажити. Вікно 2 – головне містить елементи управління та налаштування системи. Вікно 3 для відображення результатів експерименту. Ці дані записуються в файл.

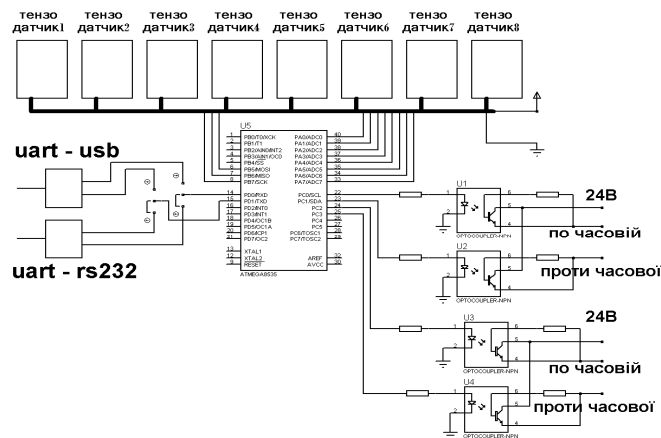


Рис. 4. Плати мікроконтролера

Виходи оптопар під'єднано до відповідних частотних перетворювачів. Перемикач дає можливість вибрати канал зв'язку – послідовний порт, або USB. Тестова програма написана на python. Перевірялася з використанням операційних систем Windows та Linux. При використанні USB, зв'язок здійснено через драйвер віртуального послідовного порту

Висновок: Розривна машина IP 5047-50 призначена для проведення випробувань зразків із пластмас, гуми, текстильних матеріалів, чорних і кольорових металів, інших матеріалів у межах технічних можливостей машини. У базовій комплектації розривна машина IP 5047-50 забезпечує випробування на розтяг: плоских металевих зразків, плоских зразків стикових з'єднань, плоских сегментних зразків стикових зварних з'єднань, труб великого діаметру.

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. – 366 с.
2. Писеренко Г.С., Лебедев А.А. Деформирование и прочность материалов при сложном напряженном состоянии.- Киев.: Наукова думка,1976. – 415с.
3. 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.
4. Михалев А.И., Новикова Е.Ю. Моделирование нечеткого логического вывода в задачах идентификации // Науковий вісник Кременчуцького університету економіки, інформаційних технологій і управління «Нові технології». -Кременчук. – 2006. – №2(12). – С. 181-183.
5. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 736 с.

Стаття надійшла до редакції 26.05.2013.