

СИСТЕМА ВИМІРЮВАННЯ ДЕФОРМАЦІЇ БІОЛОГІЧНИХ ТКАНИН ТА БІОСУМІСНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ СТИСНЕННІ

К. т. н. А. Г. Дубко^{1,2}, Р. С. Осіпов¹, к. т. н. Ю. В. Бондаренко¹, к. т. н. О. Ф. Бондаренко¹

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»¹,
Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАНУ²
Україна, Київ
bondarenkoaf@gmail.com

Показано актуальність досліджень деформації біологічних тканин та біосумісних матеріалів при стисненні. Розробка спеціального обладнання для проведення таких досліджень забезпечить оптимальні режими експлуатації медичних приладів та інструментів і, відповідно, підвищення ефективності проведення хірургічних операцій та медичних маніпуляцій. Наведено структуру створеної на базі апаратно-програмного комплексу Arduino системи для вимірювання деформації біологічних тканин та біосумісних матеріалів при стисненні та показано отриману експериментальну діаграму деформації дослідного зразка під дією тиску.

Ключові слова: біологічні тканини, деформація при стисненні, вимірювання деформації.

Сучасна медицина розвивається надзвичайно швидкими темпами, зокрема, завдяки передовим досягненням в різних технічних галузях. Однак задля отримання максимального ефекту від використання спеціальних приладів та технологій у медицині необхідне досконале знання характеристик біологічних тканин та біосумісних матеріалів, на які направлена дія цих приладів [1].

Біологічна тканина являє собою композиційний гіперпружний матеріал, який утворюється об'ємним поєднанням хімічно різнорідних компонентів. Пружні властивості і міцність біологічних тканин в основному визначаються волокнами білків еластину і колагену, завдяки різним поєднанням яких тканини набувають необхідних механічних властивостей [2].

Відомо, що застосування невідповідних режимів роботи медичного обладнання здатне нанести непоправної шкоди здоров'ю пацієнтів, тому вкрай актуальними є дослідження деформацій біологічних тканин і біосумісних матеріалів, деформацій, які виникають в них під дією хірургічного інструменту, мехатронних маніпуляторів та зварювальних електродів, а також коректний опис поведінки тканин під дією медичного обладнання та інструментів.

Дана робота направлена на розробку спеціального обладнання для вимірювання деформацій біологічних тканин і біосумісних матеріалів при стисненні, яке мало б високі метрологічні характеристики, низьку ціну та достатній функціонал.

На рис. 1 показано узагальнену схему системи для дослідження деформацій біологічних тканин і біосумісних матеріалів під дією тиску. Безпосередній вплив на досліджуваний зразок тканини здійснює електрод-індентор, який приводиться в дію актуатором електромеханічного, пневматичного, гідравлічного або іншого типу. Актуатор здійснює плавне переміщення електрода-індентора вздовж вертикальної осі, при цьому величина кроку переміщення має значення для забезпечення високої точності вимірювань: чим меншим є крок переміщення, тим вищою може бути точність.

Система керування та збору даних надсилає актуатору сигнали керування, які задають закон руху електрода-індентора в процесі дослідження, а також приймає електричні сигнали з давача, пропорційні тиску, здійснюваному електродом-індентором на дослідний зразок тканини. При цьому система керування може мати власні засоби обробки та візуалізації результатів вимірювання або здійснювати виведення даних на комп'ютер.

В даній роботі функцію давача тиску виконує тензOMETричний давач на основі резистивного мосту Уїтстона з модулем 24-розрядного аналого-цифрового перетворення для підключення до системи керування та збору даних. Актуатором є сервопривід. Систему керування та збору даних побудовано на базі апаратно-програмного комплексу Arduino, який при своїй помірній вартості надає до-

статньо можливостей для вирішення технічних завдань, пов'язаних з вимірюванням, передачею даних в комп'ютер і управлінням виконавчими пристроями.

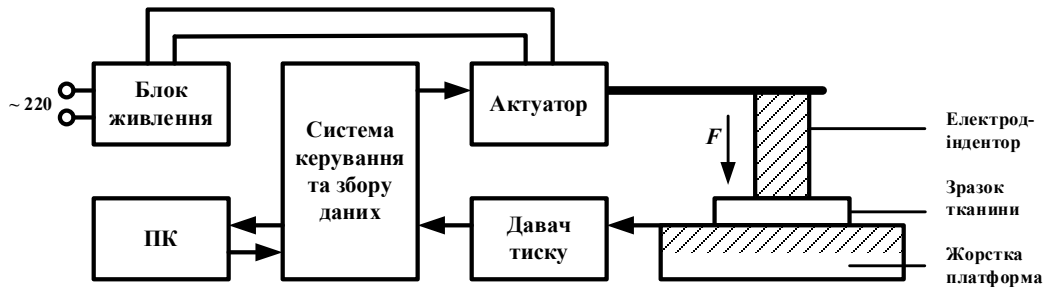
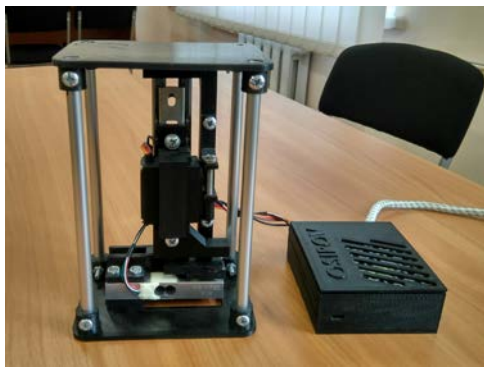
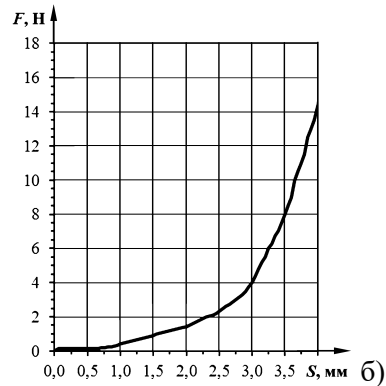


Рис. 1. Система для дослідження деформацій біологічних тканин і біосумісних матеріалів при стисненні

За допомогою експериментальної установки (рис. 2, а), яку побудовано на базі описаної системи, було досліджено деформації зразків тканин (біологічних полімерів) під дією тиску. На рис. 2, б наведено діаграму деформації одного зі зразків, яка відображує поведінку тканини при стисненні електродом-індентором з точністю до десятків мікрон (S — деформація, F — сила). Отримана експериментальна діаграма має нелінійну залежність.



а)



б)

Рис. 2. Фотографія експериментальної установки (а) та діаграма деформації зразка (б)

Розроблена система для дослідження деформацій біологічних тканин і біосумісних матеріалів при стисненні завдяки використанню апаратно-програмного комплексу Arduino має високі метрологічні характеристики, низьку вартість та здійснює всі необхідні функції з вимірювання, обробки та візуалізації даних. На основі даних, отриманих в результаті вимірювання такою системою, можуть бути сформовані рекомендації для лікарів щодо обрання оптимальних режимів роботи медичних приладів та інструментів в кожному конкретному випадку.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Paton, B. E. Welding and related technologies for medical application // The Paton Welding Journal.— 2008.— № 11.— Р. 11–19.
2. Антонюк В.С., Бондаренко М.О., Ващенко В.А. та ін. Біофізика і біомеханіка: підручник. – Київ: Політехніка, 2012. – 344 с.

A. G. Dubko, R. S. Osipov, Yu. V. Bondarenko, O. F. Bondarenko

System for measuring deformation of biological tissues and biocompatible materials

The paper demonstrates the relevance of studying biological tissues and biocompatible materials. The development of special equipment for such study should allow providing the optimal modes of medical devices and instruments, and thus increase the efficiency of surgical operations and medical manipulations. The authors present a design of the developed unit based on the Arduino hardware and software system for measuring the deformations of biological tissues and biocompatible materials, as well as the obtained deformation diagram for the test sample under pressure.

Keywords: biological tissues, compressive deformation, deformation measurement.