

УДК 539.424

А.М. Романюк, Д.К. Фам, О.В. Тимошенко, А.М. Бабак

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

### **Розробка апаратно-програмного комплексу для сучасних досліджень фізико-механічних характеристик конструкційних матеріалів**

З розвитком сфери машинобудування з'являються сучасні відповідальні елементи конструкції, що працюють в різних термосилових умовах та виготовлені з нових матеріалів, які в свою чергу мають унікальні комбінації фізико-механічних характеристик. Тому важливим – є дослідження їх характеристик в залежності від впливу різноманітних факторів, (температура, вид напруженого стану, характер навантаження та інших) при проектуванні та для прогнозування залишкового ресурсу під час експлуатації. В подальшому це дозволить більш доцільно використовувати ресурси, і при цьому зберегти необхідну надійність та експлуатаційні властивості відповідальних елементів конструкції. Також окрім отримання достовірних даних характеристик нових матеріалів для більш точних розрахунків в інженерній практиці зручно використовувати сучасні підходи, але їх достовірність також необхідно піддати експериментальній перевірці.

Враховуючи вищесказане на сьогоднішній день є необхідність в більш складних випробуваннях на базі сучасного обладнання, які відповідають сучасним вимогам.

Саме тому актуальною є розробка сучасного та універсального апаратно-програмного комплексу для дослідження фізико-механічних характеристик конструкційних матеріалів в умовах багатфакторного експерименту, який дозволяв би в повній мірі оцінити картину отриманих експериментальних результатів.

В даній роботі представлені результати розробки апаратно-програмний комплекс для дослідження фізико-механічних характеристик нових конструкційних матеріалів в умовах багатфакторного експерименту з врахуванням сучасних вимог до проведення експериментів на базі випробувальної машини TiraTEST.

Силова частина сучасних стендів для дослідження фізико-механічних характеристик матеріалу майже не змінювалась протягом багатьох років. Проте блок, відповідальний за контроль, обробку та збереження експериментальних даних стала більш комп'ютеризованим та інформаційним. Випробувальна машина

TiraTEST 2300 (рис. 1) має 3 аналогові канали (рис. 2), які видають аналогові сигнали в діапазоні 0-10В і відповідають та відповідають за дані: переміщення траверси, тензодатчиками, динамометру.



Рис. 1. Tiratest 2300



Рис 2. Аналогові виходи Tiratest 2300.

Для перетворення аналогових сигналів було використано модуль АЦП та перетворювач ICP DAC [4], що має 9 каналів для обробки даних, в свою чергу це дасть можливість досліджувати більшу кількість одночасних факторів та мають достатню швидкість, та точність обробки сигналів. Схема роботи апаратної-електронної частини представлено на рис.3.

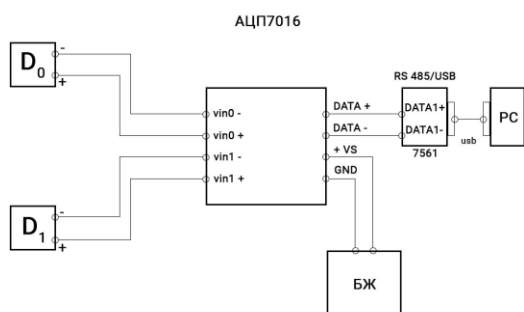


Рис. 3. Схема блоку АЦП

Для оперування даними отриманих з АЦП за допомогою ПК [5], було розроблено модуль Dynamic, що має блоки підмодулів для більш зручного використання та інтуїтивно зрозумілим для користувача на основі мови програмування C# [1] та додаткових

бібліотек [2], які дозволяють інтегруватись з пакетом Microsoft Excel та розширити його функціонал.

Підмодуль “Канали” (рис. 4), який дозволяє задіяти необхідну кількість каналів та обрати номер каналу підключення для отримання даних відповідного дослідженого фактору.

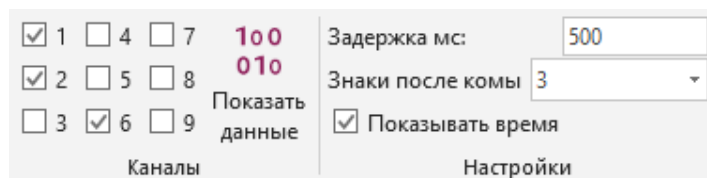


Рис. 4. Панель налаштування реєстрації отриманих даних.

L	M
Real time	
Canal 1	0,244
Canal 2	1,536
Canal 3	-
Canal 4	-
Canal 5	-
Canal 6	0,226
Canal 7	-
Canal 8	-
Canal 9	-

Рис 5. Вікно з поточними значеннями факторів.

Кнопка “Показать данные” на рис. 4 дає можливість побачити дані з вказаних каналів в поточному часі (рис. 5), що дозволяє оцінити величину факторів в реальному часі. Розділ “Настройки” (рис. 4) дозволяє встановити точність запису даних, частоту зняття даних та час запису даних до десятої секунди, що в свою дає змогу видрати оптимальну точність отримання даних, та швидкість їх отримання.

Для уникнення перевантаження датчиків та подальших ушкоджень, розроблено підмодуль “Максимальные значения” (рис.6), який дозволяє встановити граничне значення будь-якого фактору, що досліджується, при досягненні якого програма попередить звуковим та візуальним сигналом (рис.7) про необхідність зупинити експеримент при досягненні максимальних навантажень датчиків.

1	0,856	4	0	7	0
2	0,323	5	0	8	0
3	0	6	1,256	9	0

Максимальные значения

Рис. 6. Панель налаштування критичних значень експериментальних факторів.

L	M
Real time	
Canal 1	0,244
Canal 2	0,181
Canal 3	-
Canal 4	-
Canal 5	-
Canal 6	1,652
Canal 7	-
Canal 8	-
Canal 9	-

а)

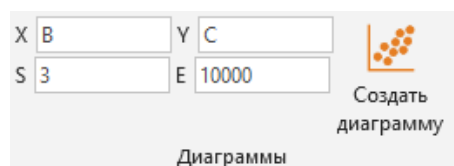
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Data									
2	Time	Canal 1	Canal 2	Canal 3	Canal 4	Canal 5	Canal 6	Canal 7	Canal 8	Canal 9
3	01:33,0	0,244	0,185	-	-	-	1,112	-	-	-
4	01:37,1	0,235	0,181	-	-	-	1,125	-	-	-
5	01:38,0	0,226	0,177	-	-	-	1,138	-	-	-
6	01:39,0	0,217	0,173	-	-	-	1,151	-	-	-
7	01:39,9	0,208	0,169	-	-	-	1,164	-	-	-
8	01:40,9	0,199	0,165	-	-	-	1,177	-	-	-
9	01:42,1	0,19	0,161	-	-	-	1,19	-	-	-
10	01:43,0	0,181	0,157	-	-	-	1,203	-	-	-
11	01:44,0	0,172	0,153	-	-	-	1,216	-	-	-
12	01:44,9	0,163	0,149	-	-	-	1,229	-	-	-
13	01:46,0	0,154	0,145	-	-	-	1,242	-	-	-
14	01:46,9	0,145	0,141	-	-	-	1,255	-	-	-
15	01:47,9	0,136	0,137	-	-	-	1,268	-	-	-
16	01:48,9	0,127	0,133	-	-	-	1,281	-	-	-
17	01:49,9	0,118	0,129	-	-	-	1,294	-	-	-
18	01:50,9	0,109	0,125	-	-	-	1,307	-	-	-
19	01:51,9	0,1	0,121	-	-	-	1,32	-	-	-

б)

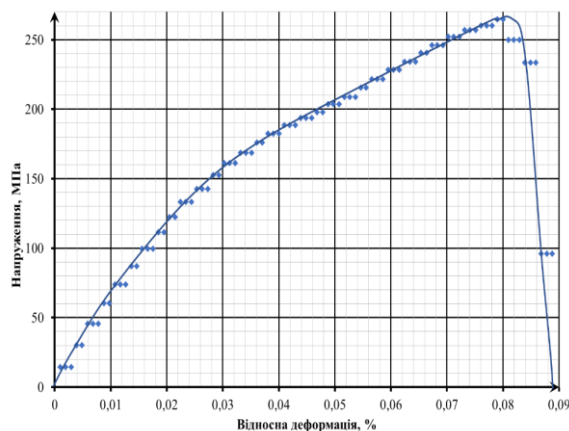
Рис. 7. Попередження критичного значення в відповідному каналі (а) та фіксація моменту появи критичного значення фактору (б).

Для побудови діаграм залежності отриманих величин від різних параметрів, було розроблено підмодуль “Диаграммы” (рис.8а). Він дозволяє отримати велику кількість різноманітних залежностей факторів, що досліджуються під час

експерименту у вигляді діаграм у реальному часі. Функції підмодуля можна розширити за допомогою потужних інструментів, які вже є в Microsoft Excel [3], як наведено на рис. 8б.



а)



б)

Рис. 8. Підмодуль для побудов діаграм залежностей (а) та експериментальна діаграма розтягу з використанням можливостей Microsoft Excel (б).

Також модуль Dynamic дає змогу паралельно працювати з додатковим обладнанням для дослідження різноманітних даних, які підключаються окремо та мають свої порти, для цього був створений підмодуль “Налаштування порта” (рис. 9). [6] Цей модуль дозволяє налаштувати віртуальні та аналогові порти таким чином, щоб уникнути конфліктів між різним обладнанням, як в автоматичному, так і в ручному режимі.

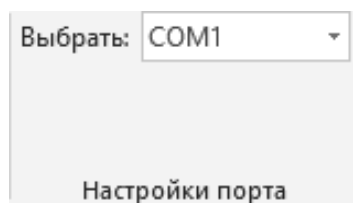


Рис. 9. Панель керування портів зчитування.

Контрольна панель проведення експериментів – представлена розділом “Управление” (рис. 10), що дозволяє розпочати запис, обробку та збереження експериментальних даних отриманих з різних датчиків у реальному часі, зупинити її, продовжити з місця зупинки, розпочати нову серію збереження даних експерименту. Більш детальний опис процесу зняття та реєстрації даних експерименту описаний нижче.

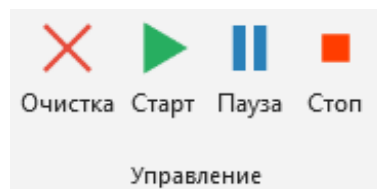


Рис. 10. Панель керування.

### Висновки

1. В даній роботі представлено розроблений апаратно-програмний комплекс для дослідження багатофакторних експериментів з великим потенціалом до модернізацій.

2. Запропонований модуль Dynamic інтегрований з потужним пакетом Microsoft Excel, що в свою чергу дозволяє, користувачу без досвіду легко провести експеримент, вносити необхідні зміни в розрахунках та інтерфейсу.

3. Розроблений модуль має всі необхідні інструменти для більш безпечного проведення експерименту. Блок АЦП та перетворювач дозволяє одночасно отримувати 9 каналів даних одночасно в реальному часі.

4. Розроблений апаратно-програмний комплекс забезпечує можливість проводити складні експерименти на сучасному рівні.

### Список використаних джерел

1. <https://habr.com/post/130084/>
2. <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc668205.aspx>
3. [https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/microsoft.office.tools.excel.chart\\_methods.aspx](https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/microsoft.office.tools.excel.chart_methods.aspx)
4. [http://www.icpdas.com/root/product/solutions/remote\\_io/rs-485/i-7000\\_m-7000/i-7019r.html](http://www.icpdas.com/root/product/solutions/remote_io/rs-485/i-7000_m-7000/i-7019r.html)
5. [http://ftp.icpdas.com/pub/cd/usb\\_tm/napdos/usbconverter/i-756x\\_series/](http://ftp.icpdas.com/pub/cd/usb_tm/napdos/usbconverter/i-756x_series/)
6. <http://www.sql.ru/forum/1096990/rabota-s-com-portom>