

АВТОМАТИЗАЦІЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ АКУСТООПТИЧНОГО ЕФЕКТУ

В.Ю. Ізай

Кафедра прикладної фізики

В даній статті приведені результати розробки автоматизованої системи для дослідження акустооптичних властивостей конденсованого стану. Приведено експериментальні дані, отримані для парателуриту.

Установка “Дефлектор” для дослідження акустооптичних властивостей твердих тіл зазнала деяких удосконалень та змін, щоб забезпечити взаємодію з РС АТ/АТХ сумісним комп’ютером для управління процесом збору інформації та для обробки результатів. Зміни торкнулися системи реєстрації дифрагованого лазерного променя. Власне автоматизована система реєстрації якраз і потребувала створення зручного і оптимізованого програмного забезпечення.

Для вимірювання акустооптичних параметрів матеріалів використовується приймально-реєструюча система, блок-схема якої приведена на рис. 1.

На ньому зображено:

- 1) лазер ЛГ-78;
- 2) досліджуваний зразок;
- 3) фотоприймач на основі операційного підсилювача LM358;
- 4) ультразвуковий генератор ГЗ-19А;
- 5) аналого-цифровий перетворювач на основі мікросхеми TLC549;

- 6) система лінійного переміщення на базі крокового двигуна ДШІ-200;
- 7) контролер крокового двигуна на базі мікросхем L297 та L298N;
- 8) комп'ютер IBM AT/ATX.

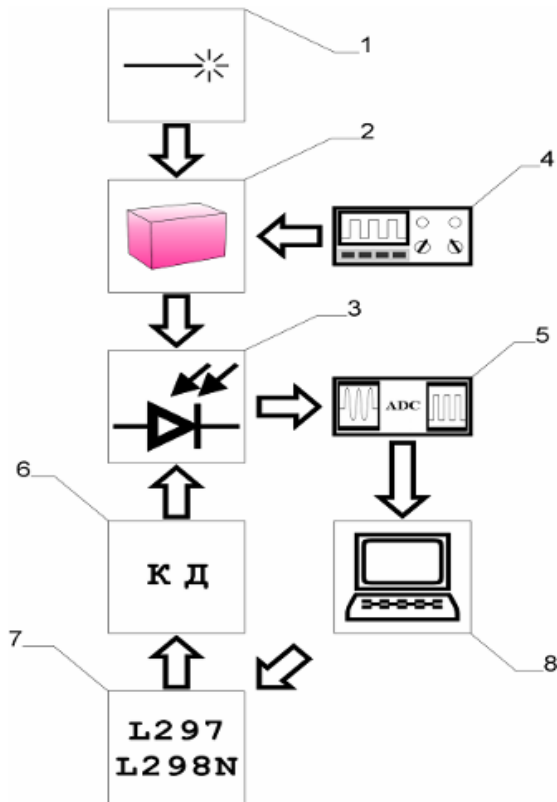


Рис. 1. Блок-схема установки “Дефлектор” для вимірювання акустооптичних параметрів матеріалів.

Процес вимірювання проходить наступним чином. Зразок (2) закріплюється на одній із опор лави. До нього прикріплюється п’єзоелемент (4) до якого приєднаний генера-

тор імпульсів. При вмиканні лазера (1) промінь проходить крізь кристал і під дією ультразвуку дифрагує. У випадку дифракції якщо в площині перпендикулярній до лазерного променя розмістити екран, то на ньому з'являються світлові плями. Вісь переміщення системи реєстрації (3) має проходити через ці плями. Вимірювання відстані x (відстані між світловими плямами) і є задача даної установки.

КРОКОВИЙ ДВИГУН ТА ЙОГО КОНТРОЛЕР

Для реалізації установки для вимірювання швидкості звуку було вибрано кроковий двигун ДШП-200-1 радянського виробництва. Його зовнішній вигляд показано на рис. 2.



Рис. 2. Кроковий двигун ДШП-200-1 [1].

Це гібридний чотирьохобмотковий кроковий двигун з кутом кроку $1,8^\circ$, а отже має 200 кроків на оберт.

Для управління кроковим двигуном ДШП-200-1 використано контролер на основі мікросхем L297 та L298N фірми SGS-Thomson [1].

Перевага цього рішення в тому, що на відміну від схеми на дискретних елементах потрібно простішу друковану плату та мікросхема L297 без проблем під'єднується до LPT порту персонального комп'ютера. Потужність схеми більш ніж достатня для нормальної роботи крокового двигуна ДШП-200-1. Схему контролера використану в установці зображено на рис. 3 [2].

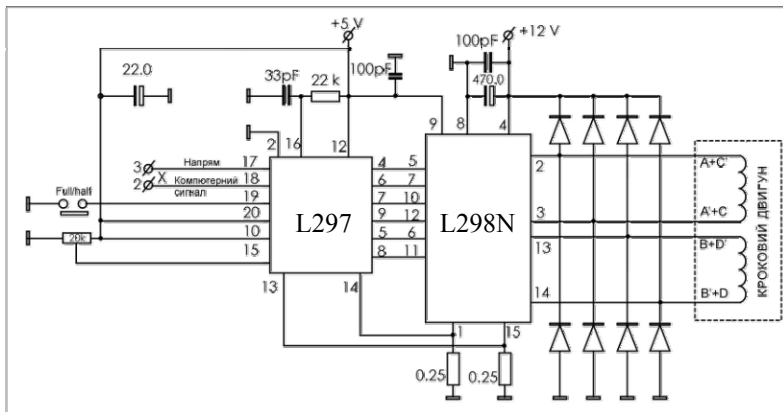


Рис. 3. Принципова схема контролера КД [2].

СИСТЕМА ЛІНІЙНОГО ПЕРЕМІЩЕННЯ ФОТОПРИЙМАЧА

Була розроблена система лінійного переміщення фотоприймача на основі крокового двигуна ДШ-200. Система зображена на рис. 4. і складається з: двох рейкових направляючих (3), прикріплених до спільної основи; каретки (4), що переміщається по направляючих; гайки (1) прикріпленої до каретки; гвинта (2) який з'єднаний з валом крокового двигуна (5).

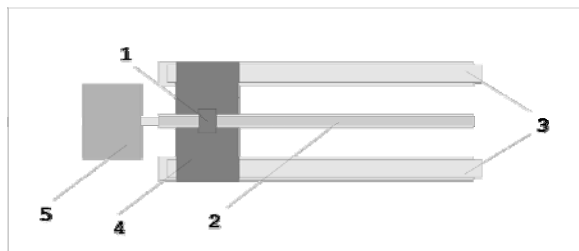


Рис. 4. Система лінійного переміщення фотоприймача.

Цей механізм дає змогу перетворювати дискретний обертальний рух в дискретний лінійний.

СИСТЕМА РЕЄСТРАЦІЇ ВИПРОМІНЮВАННЯ

Один з найпростіших фотометричних датчиків – це фотодіод. Якщо його включити як фотовольтаїчну комірку, то його струм короткого замикання буде майже прямо пропорційний освітленості. Значить, він в повному розумінні є люксметром.

Принципова схема люксметра, приведена на рис. 5, повторює класичне схемне рішення, описане в різних вказівках по використанню операційних підсилювачів [3].

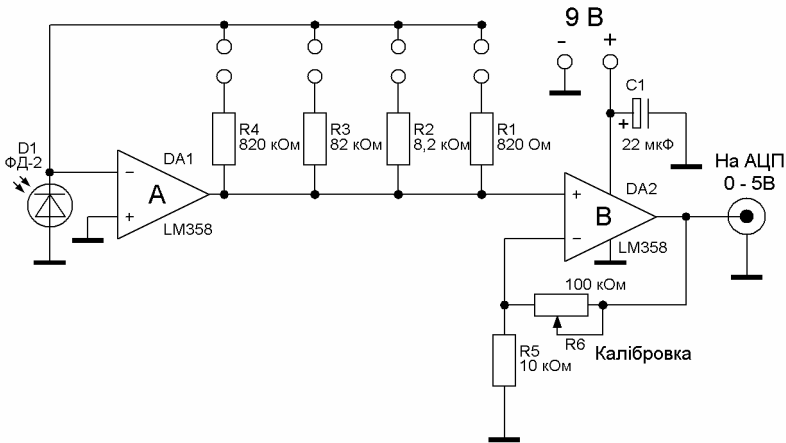


Рис. 5. Принципова схема фотодатчика [3,4].

АНАЛОГО-ЦИФРОВИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ

8-розрядні послідовні АЦП є і найдешевшими, і найпростішими у використанні. Якщо вони працюють в останній третині своєї повної шкали (що можна забезпечити-

ти за допомогою попереднього підсилювача із зсувом), їх роздільна здатність з точністю $1/256$ цілком відповідає точності, що вимагається в багатьох установках віртуального вимірювального комплексу.

На рис. 6 приведена схема послідовного АЦП на основі мікросхеми TLC 549 фірми Texas Instruments [3].

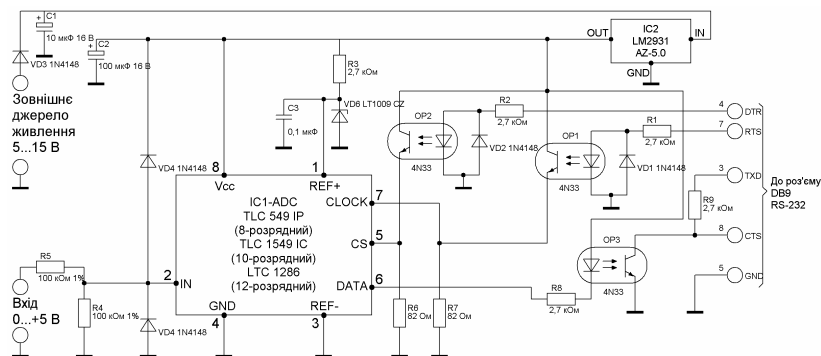


Рис. 6. Принципова схема послідовного АЦП з оптронною розв'язкою [3,5].

На жаль, для даної установки існує багато факторів, які вносять свій вклад у похибку вимірювання додатково до інструментальної, зумовленої кроком різьби гвинта і кутом повороту КД. До цих факторів можна віднести недосконалість виконання системи переміщення фотоприймача та опорної лави для цієї системи (для забезпечення високої точності механічні елементи установки також мають бути у інструментальному виконанні), неможливість точного юстування кута падіння променів 0-вого максимуму (падіння на вісь переміщення фотодетектора має бути нормальним), порівняно великі лінійні розміри активної області фотоелемента (при зменшенні розмірів, очевидно, зменшиться і рівень вихідного сигналу, а значить, і чутливість установки).

На рис. 7 зображено спектр, який прописує дана вимірювальна установка та наведено приклад розрахунків з використанням цього спектру. Залежність оброблена у середовищі Origin Pro 7.0.

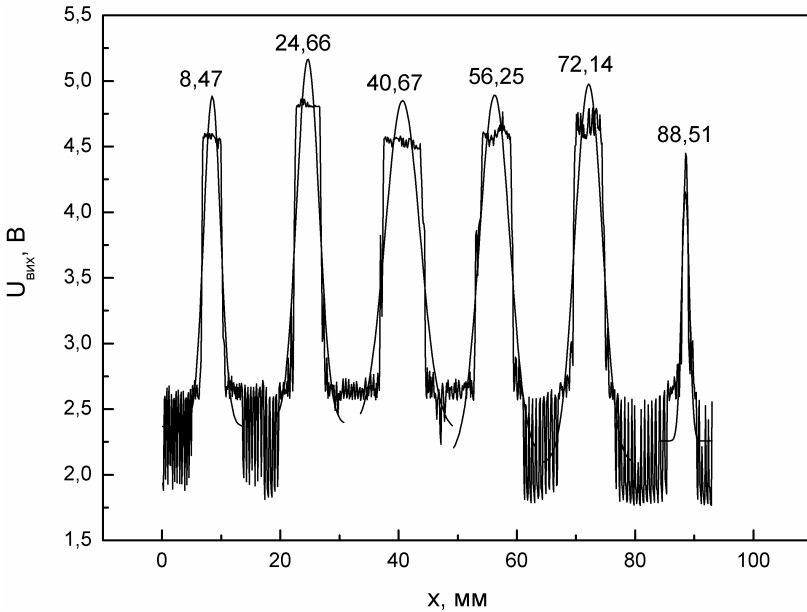


Рис. 7. Дифракційна картина, отримана з допомогою автоматизованої установки для кристалу парателуриту.

Швидкість поширення акустичної хвилі у кристалі розраховується за спрощеною формулою: $V_{3\theta} = \gamma \frac{\lambda_{св} V_{3\theta} L}{2\Delta x}$, де Δx – відстань між 2 сусідніми максимумами, γ – калібрувальна стала установки ($\sim 1,14$), L – відстань до екрану, $\lambda_{св}$ – довжина світлової хвилі, $V_{3\theta}$ – частота звукової хвилі [6].

Таблиця 1.

Розрахунок швидкості звуку у кристалі парателуриту

V_i , м/с	\bar{V} , м/с	ΔV , м/с	$\frac{\Delta V}{\bar{V}}$, %	$V_{експ}$, м/с
604	611	15	2%	615
610				
628				
615				
597				

Порівнявши отриманий результат з експериментальним значеннями інших дослідників, можна зробити висновок, що вони співпадають в межах похибки експерименту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ридико Л. И. «Контроллер шагового двигателя», "Схемотехника" (<http://www.dian.ru/>)
2. <http://www.datasheetarchive.com>. L297 and L298N data-sheets.
3. Гёлль П. Как превратить персональный компьютер в измерительный комплекс: Пер. с франц. – 2-е изд., испр.: – М.: ДМК, 1999. – 144 с.: ил.
4. <http://www.datasheetarchive.com>. LM358N datasheet.
5. <http://www.datasheetarchive.com>. TLC 549 datasheet.
6. Э. Дьелэсан, Д. Руайе. Упругие волны в твердых телах. Применение для обработки сигналов. – М.: наука, 1982, –424 с.
7. Yu. M. Vysochanskii and A. Molnar. Journal of Physics Studies, 1. 1997