

PACS 77.65.Dq, 85.50.-n

DOI: <https://doi.org/10.18524/1815-7459.2024.3.312690>

ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИЙ ПРОГРАМАТОР ДЛЯ АКУСТОЕЛЕКТРОННИХ СЕНСОРІВ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН

Я. І. Леніх¹, П. О. Снігур¹, Д. П. Пічкоров², А. П. Балабан¹

¹ Міжвідомчий науково-навчальний фізико-технічний центр МОН і НАН України при ОНУ імені І. І. Мечникова

² Одеський національний технологічний університет, Навчально-науковий інститут холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. Мартиновського В. С.
e-mail: ndl_lepikh@onu.edu.ua

ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИЙ ПРОГРАМАТОР ДЛЯ АКУСТОЕЛЕКТРОННИХ СЕНСОРІВ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН

Ya. I. Lepikh, P. O. Snigur, D. P. Pichkurov, A. P. Balaban

Анотація. Описано електромеханічний програматор, який призначений для програмування акустoeлектронного вимірювача кутового переміщення, побудованого на основі ефекту залежності фазової швидкості поверхневих акустичних хвиль від напрямку поширення відносно кристаллографічної вісі п'єзоелектричного звукопровода.

Ключові слова: акустoeлектроніка, п'єзоелектричний звукопровід, електромеханічний програматор

ELECTROMECHANICAL PROGRAMMER FOR ACOUSTOELECTRONIC SENSORS OF PHYSICAL QUANTITIES

Ya. I. Lepikh, P. O. Snigur, D. P. Pichkurov, A. P. Balaban

Abstract. An electromechanical programmer is described, intended for programming an acoustoelectronic angular displacement meter, constructed on the basis of the effect of dependence of the phase velocity of surface acoustic waves on the direction of propagation relative to the crystallographic axis of a piezoelectric sound conductor.

Keywords: acoustoelectronics, piezoelectric sound conductor, electromechanical programmer

Вступ

При дослідженні поширення поверхневих акустичних хвиль (ПАХ) і розробці пристроїв на ПАХ, зокрема сенсорів фізичних величин важливо знати характеристики ПАХ, що можуть мати різні значення для різних, перш за все монокристалічних п'єзоелектричних матеріалів. Крім того, нерідко виникає необ-

хідність підналагоджування створюваних пристроїв на ПАХ в процесі розробки.

Для цих цілей розроблено електромеханічний програматор (ЕМП), застосування якого показано на прикладі створюваного датчика кута повороту.

Основна частина

Оскільки швидкість ПАХ при різній орієнтації монокристалічної п'єзоелектричної пластини по відношенню до системи зустрічно-штирьових перетворювачів (ЗШП) може мати різну величину, розроблений вимірювач кута повороту на основі мікроконтролера ATmega-8. Вимірювач перетворює частоту сигналу датчика в градус кута.

При використанні, наприклад, кварцу Y-зрізу частота генератора змінюється від 15,7 МГц до 18,2 МГц, що відповідає зміні кута від 0 до 56°. Похибка виміру кута складає не більше 15'.

Вимірювач кута повороту програмується за методом кусочно-лінійної апроксимації. Для програмування вимірювача розроблено електромеханічний програматор (ЕМП), що дозволяє вимірювати кут датчика на ПАХ із кроком 0,5; 1; 1,5; 2 і 3° з похибкою не більш 30'.

Електромеханічний програматор (ЕМП) призначено для програмування вимірника кута повороту, а також контролю вірності його налаштування. При дослідженні кутової залежності фазової швидкості в п'єзокристалі, а також для атестації відповідних датчиків. ЕМП забезпечує зміни кута повороту з кроком 0,5°, 1,0°, 1,5° і 2,0° з похибкою не більше 6'. На рис. 1 показано електромеханічний програматор, а на рис.2 електронний вимірювач кута повороту.



Рис. 1. Електромеханічний програматор.

Досліджуваний елемент або датчик кута повороту механічно кріпиться до корпусу

са ЕМП, а його вісь обертання з'єднується з вихідною віссю ЕМП за допомогою відрізка гумової трубки. Співвісність регулюється за допомогою кріпильних гвинтів.

ЕМП містить кроковий двигун (КД), редуктор з коефіцієнтом уповільнення 90. З можливістю ручного керування кутом повороту вихідної осі для установки початку (або кінця) діапазону датчика. До вихідної осі редуктора прикріплена стрілка, а до корпусу – транспортер, для візуального контролю виміру кута.



Рис. 2. Електронний вимірювач кута повороту.

ЕМП також містить схему керування кроковим двигуном і індикатор числа кроків до 99.

На верхній частині корпусу знаходиться перемикач кроків («крок, град») – кнопка «крок», дисплей лічильника кроків і кнопка «вст. 0» лічильника.

В ЕМП використано кроковий двигун фірми Mitsumi типу M35SP-7N з числом кроків 48 за 1 оберт або 7,5° за 1 крок. На виході редуктора за 1 крок КД кут змінюється на 5'. Даний КД – уніполярний і має 4 обмотки включені зіркою (п'ять вихідних проводів). Керування кроковим двигуном здійснюється за рахунок електричної комунікації обмоток у визначеній послідовності. Послідовність комунікації визначає напрямок обертання ротора.

ЕМП живиться від мережі змінного струму з напругою 220 В. Внутрішнє стабілізоване джерело видає напругу 9 В.

На рис. 3 наведена електрична принципова схема ЕМП.

Вона містить комутатор на мікросхемі DD2 і транзисторах VT2...VT5 із захисними діодами VD1... VD4, генератор імпульсів на мікросхемі DD1; лічильник-дільник на 6, за-

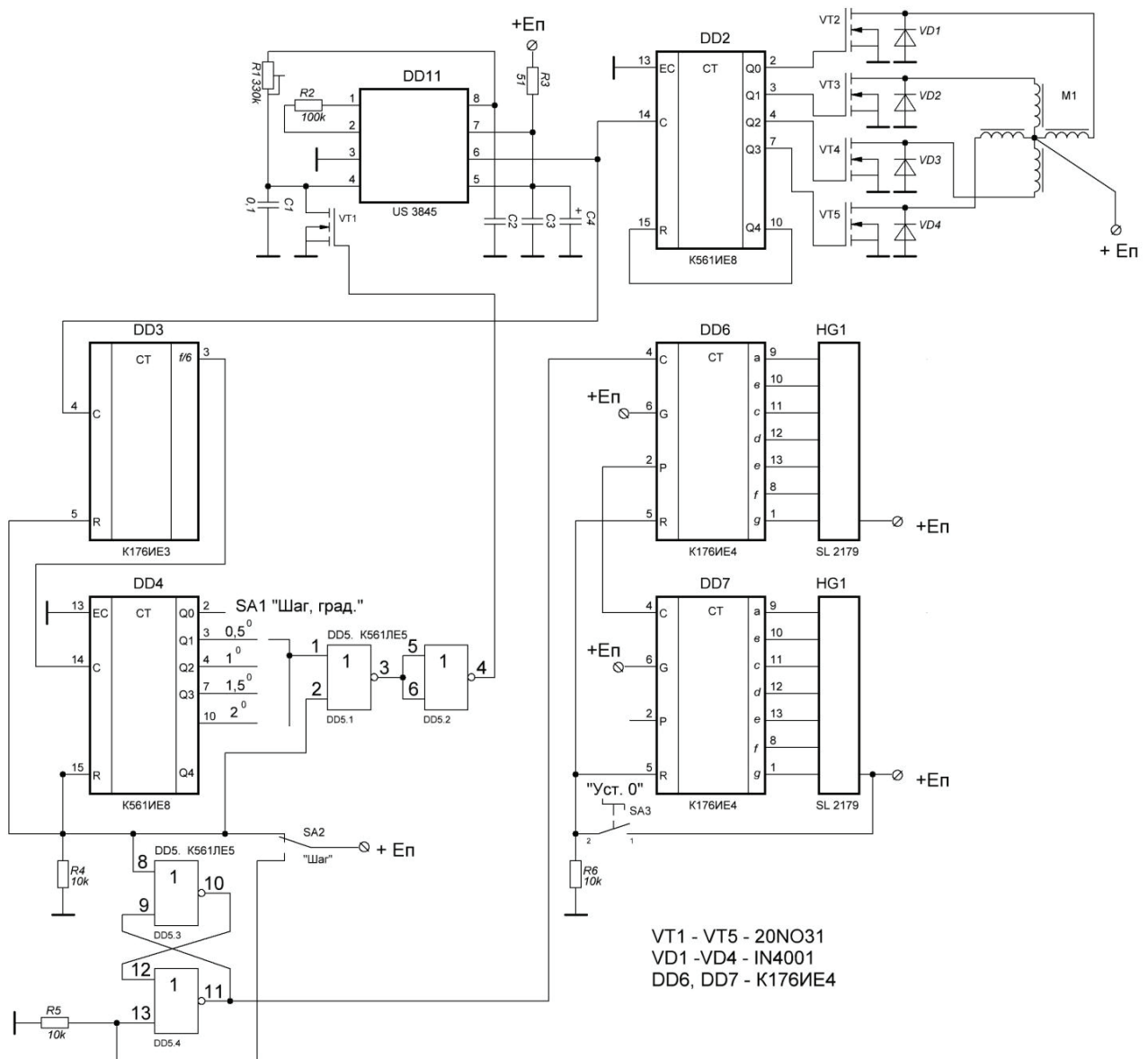


Рис. 3. Принципова електрична схема електронного вимірювача кута повороту.

датчик кроку на мікросхемах DD4 і DD5.1, DD5.2, формувач одиничних імпульсів на DD5.3, DD5.4, а також лічильник числа кроків на мікросхемах DD6, DD7 і семисегментні індикатори HG1 і HG2.

Комутатор побудований на мікросхемах DD561 IE8 (десятковий лічильник-дільник з десятком дешифрованих виходів), що працює з укороченим на 4 циклом. До виходів $Q_0...Q_3$ включені силові ключі на польових транзисторах типу 20NO3L, до джерел яких приєднуються кінці обмоток КД. Зміна кута визначається числом тактових імпульсів N на вході С (вивід 14) і складає $7,5^\circ \cdot N$, а на виході редуктора змі-

на кута буде складати $7,5^\circ \cdot N/90 = 5 \cdot N$. Зміна кута повороту на необхідний кут, наприклад, $0,5^\circ$, здійснюється кнопкою SA2, при встановленому значенні перемикача SA1 – « $0,5^\circ$ ».

Схема працює в такий спосіб.

При включенні живлення високий рівень (1) подається на входи R DD3 (вивід 5) і DD4 (вивід 15), вивід 2 DD5.1 (схеми АБО), вивід 8 DD5.3.

При цьому лічильники DD3 і DD4 обнулені. На виході Q_1 (вивід 3) мікросхеми DD4 присутній низький рівень (0).

На другому вході схеми «АБО» DD5.1. (вивід 1) також 0 рівень. Тоді на виході інвер-

тора DD5.2 (вивід 4) буде високий рівень, що відкриває транзистор VT1, блокуючи роботу генератора на мікросхемі DD1.

На виході формувача одиночного імпульсу, вивід 11 мікросхеми DD5.4, присутній низький рівень.

Лічильник кроків встановлюється у випадкове положення і при натисканні на кнопку «вст. 0» (SA3) обнулюється.

При натисканні на кнопку SA2 «крок» лічильники DD3 і DD4 переходять у режим рахунка, а на другому вході схеми «АБО» DD5.1 (вивід 2) встановлюється низький рівень. Таким чином на обох входах схеми «АБО» низькі рівні, що призводить до закриття транзистора VT1, оскільки на виході інвертора DD5.2 (вивід 4) нульовий рівень. Генератор на DD1 починає виробляти імпульси, що одночасно надходить на вхід комутатора на DD2 (вивід 14) і на вхід лічильника-дільника на 6 на DD3 (вивід 4). При проходженні 6^{го} КД робить 6 кроків і повертає вихідну вісь редуктора на $5' \cdot 6 = 30'$ або $0,5^\circ$.

При 6^{му} імпульсі на вході DD3 і на виході лічильника з'являється високий рівень, що переводить його в стан Q1, тобто на першому вході схеми «АБО» буде високий рівень, що в кінцевому рахунку блокує роботу генератора DD1. Також при натисканні на кнопку «КРОК» SA2 на виході 11 DD5.4 з'являється високий рівень, що подається на вхід лічильника імпульсів (вивід 4 DD6) і фіксується на дисплеї цифрою 1.

При відпусканні кнопки (час утримання 0,5... 1 с) схема переходить у вихідний стан, тобто лічильники на DD3 і DD4 обнулюються.

При наступному натисканні на кнопку «КРОК» цикл повторюється:

- КД робить чергові 6 кроків;
- на дисплеї з'являється цифра 2 і т.д.

Якщо необхідно повернути вісь редуктора на 2° , перемикач SA1 і «КРОК, град» встановлюють у відповідне положення, і при цьому генератор повинний буде виробити 24 імпульси ($5' \cdot 24 = 120' = 2^\circ$).

Вимір швидкості ПАХ можливо здійснити шляхом реалізації генератора на ПАХ. Для цього пристрій на ПАХ підключається до під-

силовача високої частоти в ланцюг позитивного зворотного зв'язку за схемою рис. 4.

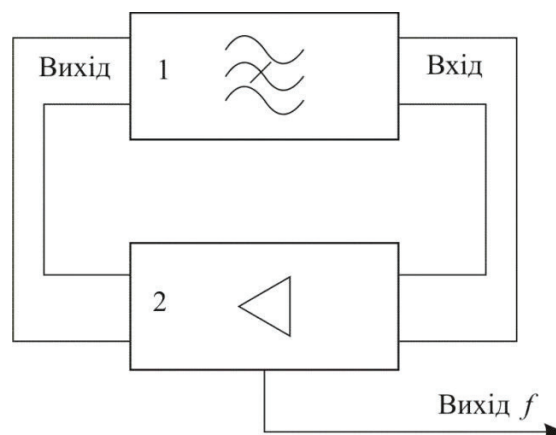


Рис. 4. Структурна схема генератора на ПАХ. 1 – пристрій на ПАХ, 2 – підсилювач ВЧ.

Висновки

1. Запропонований підхід і розроблений ЕМП дозволяють збільшити ефективність і точність виміру характеристик створюваних акустоелектронних датчиків на ПАХ.

2. Отримані вихідні сигнали з допомогою ЕМП спрощують можливість подальшої обробки мікропроцесорною технікою.

Список використаної літератури

[1].Lepikh Ya. I. Prystroi na poverkhnevnykh akustychnykh khvyliakh z kerovanymy kharakterystykamy // Sens. elektron. mikrosist. tehnol. 2019 – Vol. 16, No. 2, p. 43-52. DOI: <https://doi.org/10.18524/1815-7459.2019.2.171238>. (In Ukrainian).

[2].Lepikh Ya. I., Snigur P. O. Prystroi na poverkhnevnykh akustychnykh khvyliakh. Patent na vynakhid No. 119598 vid 10.07.2019., biul. No. 13. (In Ukrainian).

[3].Lepikh Ya. I. Frequency dependences of signal insertion losses in devices on SAW with piezoelectric acoustic duct // 8th International Conference on Ultrawideband and Ultrashort Impulse Signals,(UWBUSIS-16), 5-11 September, 2016, Odesa, Ukraine, P. 187-189. IEEE Conference Publications. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/UWBUSIS.2016.7724184>.

Стаття надійшла до редакції 01.09.2024 р.

PACS 77.65.Dq, 85.50.-n

DOI: <https://doi.org/10.18524/1815-7459.2024.3.312690>

ELECTROMECHANICAL PROGRAMMER FOR ACOUSTOELECTRONIC SENSORS OF PHYSICAL QUANTITIES

Ya. I. Lepikh¹, P. O. Snigur¹, D. P. Pichkurov², A. P. Balaban¹

¹ Interdepartmental Scientific-Educational Physics and Technical Center of MES and NAS of Ukraine
at Odesa I. I. Mechnikov National University,

² Odesa National University of Technology, V. S. Martynovsky Institute of Refrigeration,
Cryotechnologies and Ecoenergetics
e-mail: ndl_lepikh@onu.edu.ua

Summary

When studying the propagation of surface acoustic waves (SAW) and developing SAW devices, in particular sensors of physical quantities, it is important to know the characteristics of SAW, which can have different values for different, primarily monocrystalline piezoelectric materials. In addition, it is often necessary to adjust the created SAW devices during the development process.

An electromechanical programmer is described, intended for programming an acoustoelectronic angular displacement meter, constructed on the basis of the effect of dependence of the phase velocity of surface acoustic waves on the direction of propagation relative to the crystallographic axis of a piezoelectric sound conductor.

Keywords: acoustoelectronics, piezoelectric sound conductor, electromechanical programmer

PACS 77.65.Dq, 85.50.-n

DOI: <https://doi.org/10.18524/1815-7459.2024.3.312690>

ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИЙ ПРОГРАМАТОР ДЛЯ АКУСТОЕЛЕКТРОННИХ СЕНСОРІВ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН

Я. І. Лепіх¹, П. О. Снігур¹, Д. П. Пічкuroв², А. П. Балабан¹

¹ Міжвідомчий науково-навчальний фізико-технічний центр МОН і НАН України
при ОНУ імені І. І. Мечникова

² Одеський національний технологічний університет, Навчально-науковий інститут холоду,
кріотехнологій та екоенергетики ім. Мартиновського В. С.
e-mail: ndl_lepikh@onu.edu.ua

Реферат

При дослідженні поширення поверхневих акустичних хвиль (ПАХ) і розробці пристроїв на ПАХ, зокрема сенсорів фізичних величин важливо знати характеристики ПАХ, що можуть мати різні значення для різних, перш за все монокристалічних п'єзоелектричних матеріалів. Крім того, нерідко виникає необхідність підналагоджування створюваних пристроїв на ПАХ в процесі розробки.

Описано електромеханічний програматор, який призначений для програмування акустоелектронного вимірювача кутового переміщення, побудованого на основі ефекту залежності фазової швидкості поверхневих акустичних хвиль від напряму поширення відносно кристалографічної вісі п'єзоелектричного звукопровода.

Ключові слова: акустоелектроніка, п'єзоелектричний звукопровід, електромеханічний програматор