

## **ПРИСТРІЙ НА ПОВЕРХНЕВИХ АКУСТИЧНИХ ХВИЛЯХ ДЛЯ СИСТЕМ АДАПТИВНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ**

*Піддубний В. О., к.т.н., доц.*

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Використання пристроїв на поверхневих акустичних хвилях (ПАХ) особливо ефективно в радіолокаційних станціях. Ефективність досягається завдяки можливості реалізації на їх основі великої кількості різноманітних пристроїв обробки сигналів, простоті конструкції, малій вартості та хорошими механічними характеристиками [1]. Так, наприклад, в сучасній РЛС як акустоелектронні радіокомпоненти (АРК) використовуються лінії затримки (в тому числі і багатовідвідні), різноманітні фільтри, як з фіксованою частотною характеристикою, так і адаптивні, високостабільні генератори та синтезатори частоти. Перевагою АРК є те, що вони легко узгоджуються з інтегральними мікросхемами, тому що мають спільну технологічну базу та малі розміри.

АРК можуть бути застосовані в системах радіопротидії. В них використовуються пристрої адаптивної фільтрації, які працюють в пристроях прийому та періодичного випромінювання сигналів, що формують хибні відбиття для маскування реального сигналу від цілі.

Існує декілька шляхів створення таких пристроїв на ПАХ.

Перший шлях — це обробка акустичної хвилі в звукопроводі між входним та вихідним ЗШП. Пристрої, що реалізують цей шлях, достатньо широко описні в літературі [2] і використовують закорочування тангенціальної складової електричного поля ПАХ, що розповсюджується в звукопроводі. Для цього використовують тонкі плівки сульфиду кадмію нанесені на шляху розповсюдження хвилі. Необхідна структура закорочуючого електроду, формується електронним променем, що утворює на поверхні звукопроводу дисперсійний відбивач, який вибірково регулює інтенсивність розповсюдження поверхневої хвилі. Така конструкція потребує вакуумного середовища. Тому масогабаритні показники приладу достатньо низькі. В деяких конструкціях електронний промінь замінюють світловим і тоді з'являється можливість не вакуумізувати пристрій.

Другий шлях, це створення перетворювача ПАХ з адаптивною амплітудно та фазочастотною (АЧХ та ФЧХ) характеристиками.

Найпростіше для цієї мети використати багатовідвідну лінію затримки (БЛЗ), до виводів якої під'єднані каскади з регульованим коефіцієнтом підсилення [3]. Така лінія складається з одного входного зустрічно-штирового перетворювача (ЗШП) та декількох вихідних. Вихідні ЗШП перетворюють ПАХ, що розповсюджується вздовж звукопроводу, в електричний сигнал,

який подається на перші заслони підсилювачів, зібраних на двозаслінних польових транзисторах. Другі заслони керують коефіцієнтом підсилення транзисторів. АЧХ та ФЧХ БЛЗ є функцією вагових коефіцієнтів відводів, які можуть змінюватися в широких межах. Межі регулювання вагового коефіцієнту складають біля 40 дБ, а швидкість перемикання вихідних ЗШП – біля 100 нс.

В фільтрах на ПАХ зміна вагових коефіцієнтів відбувається шляхом аподизації (зміни перекриття сусідніх електродів за функцією, що визначається критерієм аподизації) ЗШП фільтра. Оперативно змінюючи довжину електрода, що ефективно збуджує ПАХ, можна управляти характеристиками фільтра. Це можна зробити в тонкоплівкових фільтрах на ПАХ [4], що використовують плівки оксиду цинку ZnO.

Для збудження та прийому хвилі використана структура елемента зв'язку, яка складається зі звукопроводу 1, зустрічно-штирового перетворювача 2, плівки ZnO 3, плівки сульфїду кадмію CdS 4 та світлодіодної матриці 5. Структура звукопровід — ЗШП — плівка ZnO — засвічена матрицею плівка сульфїду кадмію створює тонкоплівковий перетворювач ПАХ (рис.1), що збуджує акустичну хвилю в виготовленому з плавненого кварцу звукопроводі 1.

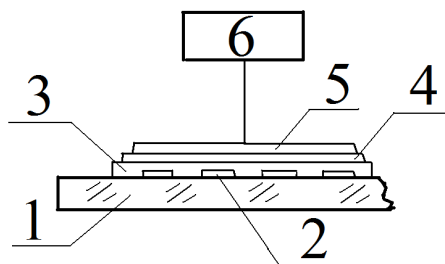


Рисунок 1. Конструкція адаптивного тонкоплівкового перетворювача на ПАХ: 1 — звукопровід, 2 — зустрічно-штировий перетворювач, 3 — плівка оксиду цинку, 4 — плівка сульфїду кадмію, 5 — світлодіодна матриця, що формує світловий потік, 6 — мікроконтролер формування заданого алгоритму обробки сигналу

Для отримання високоефективного електроакустичного перетворення необхідно мати тонку плівку ZnO з відношенням  $h/\lambda \approx 0,03 \dots 0,04$ , де  $h$  — товщина плівки,  $\lambda$  — довжина поверхневої акустичної хвилі,  $\lambda = V/f$ , де  $V$ ,  $\lambda$ ,  $f$  — фазова швидкість, довжина та частота ПАХ відповідно. Товщина плівки вирощеної магнетронним методом [5] для ЗШП з кроком 45 мкм (робоча частота фільтра близько 70 МГц) повинна складати 1...2 мкм. Кількість електродів в ЗШП  $N$  визначається із

умови отримання мінімальної смуги пропускання фільтра  $\Delta f$  і визначається виразом  $N = f/\Delta f$ , а апертура  $W$  — із умови відсутності дифракційних спотворень при розповсюдженні ПАХ по поверхні звукопроводу  $W = V\sqrt{\tau/f}$ , де  $\tau$  — час затримки сигналу в звукопроводі. Засвічена частина плівки сульфїду кадмію створює закорочуючий покриваючий електрод, під яким ефективно збуджується ПАХ. Товщина плівки CdS лежить в межах 2...3 мкм. Форма засвіченої частини плівки визначає функцію аподизації перетворювача, тобто його АЧХ та ФЧХ.

Мікроконтролер 6 управляє світлодіодною матрицею 5, яка формує світловий потік в відповідності до алгоритму обробки сигналу.

Такий тонкоплівковий пристрій повинен бути зручним для використання в пристроях адаптивної обробки сигналу. На превеликий жаль реалізувати запропонований пристрій не було можливості в зв'язку з відсутністю необхідної технологічної бази.

#### **Перелік посилань**

1. Орлов В.С. Фильтры на поверхностных акустических волнах / В.С.Орлов, В.С.Бондаренко — М.: Радио и связь, 1984. — 472 с.
2. Речицкий В.И. Акустоэлектронные радиокомпоненты / В.И Речицкий — М.: Радио и связь, 1987. — 192 с.
3. Поверхностные акустические волны в радиотехнике: конспект лекций по дисциплине / сост.: Г.Ф.Афанасьев, Л.Ш. Биктимиров. — Ульяновск: УлГТУ, 2013. — 75 с. — ISBN 5-256-00180-90.
4. Піддубний В.О. Концепція побудови пристрою на поверхневих акустичних хвилях для систем адаптивної фільтрації / В.О.Піддубний, В.В.Піддубний // Міжнародна науково-технічна конференція «Радіотехнічні поля, сигнали та системи». Київ, 10 — 16 березня 2014 р.: матеріали конференції — Київ, 2014. — С. 224 — 226.
5. Лопушенко В.К. Свойства пленок окиси цинка, полученных магнетронным методом /В.К.Лопушенко // Вестн. Киев. политехн. ин-та. Электроакустика и звукотехника. — 1988. — Вып.12 — С.56-61.

#### **Анотація**

Вказані можливі використання пристроїв на поверхневих акустичних хвилях (ПАХ) в радіолокації. Розглянуті переваги використання ПАХ фільтрів для адаптивної фільтрації та можливі їх конструкції. Пропонується конструкція тонкоплівкового адаптивного фільтру на ПАХ.

Ключові слова: Адаптивна фільтрація, фільтри на ПАХ, плівки оксиду цинку.

#### **Аннотация**

Показаны возможное применение устройств на поверхностных акустических волнах (ПАВ) в радиолокации. Рассмотрены преимущества использования ПАВ фильтров для адаптивной фильтрации и возможные их конструкции. Предлагается конструкция тонкопленочного адаптивного фильтра на ПАВ.

Ключевые слова: Адаптивная фильтрация, фильтры на ПАВ, Пленки окиси цинку.

#### **Abstract**

The possibility of using a devices based on surface acoustic wave (SAW) in a radar are present. Advantages of use SAW filters to an adaptive filtration and their possible designs are considered. Thin film structure of adaptive SAW filter is proposed

Keywords: Adaptive filtration, SAW filter, oxide films to zinc.