

## **ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРИНЦИПІВ ПОБУДОВИ МЕТАЛОДЕТЕКТОРІВ.**

В статті проведено порівняльний аналіз принципів побудови метало детекторів. Зроблені висновки по перспективним принципам розробки і дослідження метало детекторів.

Металодетектори (МД) увійшли у більшість областей діяльності людини – від промисловості і спецслужб - до археології. Вони знайшли широке застосування в охоронній діяльності, у військовій - для пошуку мін та зброї, в будівельній – для виявлення арматури та схованої електропроводки в бетонних конструкціях, а також для пошуку історичних цінностей, кладів. Використовуючи металодетектори і металосепаратори на виробництві можна забути про руйнування та аварії дробильних, ливарних, фарбувальних машин та іншого технологічного обладнання, оскільки вони виявляють всі види металів чи то нержавіюча сталь, мідь, латунь, алюміній, свинець, срібло тощо. Це відбувається незалежно від того, як і в якому вигляді зустрічається метал: чи він покритий захисною плівкою чи захисним шаром пластмаси, лакований чи ізольований. В наш час, коли тероризм набув широкого розповсюдження у світі, металодетектори стали важливим інструментом, який застосовується в аеропортах, морських портах, в судових установах, у в'язницях, посольствах, лікарнях, школах, а також при проведенні культурно-масових заходів, тобто там, де необхідна абсолютна впевненість у виявленні холодної та вогнепальної зброї і де потрібно забезпечити максимальну перепускну здатність великих потоків людей.

В основу роботи МД, як в Україні так і за кордоном, покладені різні принципи роботи. Розглянемо та проаналізуємо деякі з них.

Принцип роботи BFO (Beat Frequency Oscillation- методу биття) металодетекторів заснований на порівнянні різниці частот між зразковим і пошуковим LC-генератором. Вимірюваним параметром є частота LC-генератора, що включає котушку пошукової головки. Залежно від того, об'єкт з якого металу (чорний або кольоровий) знаходиться біля пошукової головки, частота пошукового контуру знижується або, відповідно, підвищується. Сигнал зміненої частоти подається на змішувач, де змішується з сигналом опорної частоти. У результаті на виході змішувача виділяється сигнал з частотою биття, який надходить на блок індикації (рис.1). В якості індикатора в металошукача на биття зазвичай використовуються акустичні пристрої, однак зустрічаються конструкції зі стрілочними і світлодіодними індикаторами.

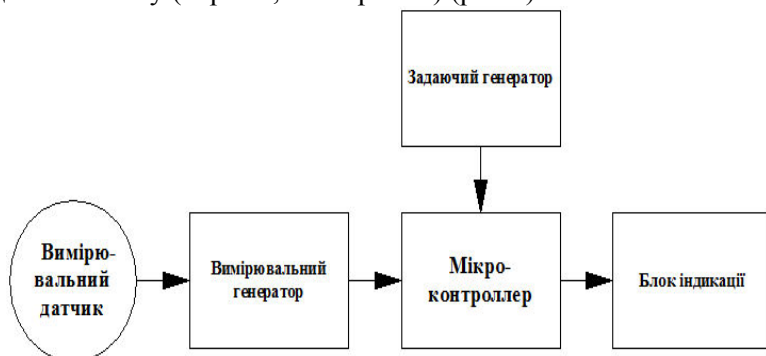


Рис. 1. Спрощена блок-схема BFO металошукача

При використанні акустичних індикаторів щодо зміни знака биття досить просто визначити, з якого металу, кольорового або чорного, виготовлений предмет, що знаходиться в зоні дії приладу. Необхідно відзначити, що частота биття в металодетекторі BFO лежить в низькочастотному діапазоні, ближче до нижньої межі звукового сприйняття людського вуха. Це дозволяє значно спростити конструкцію блоку індикації, оскільки биття частот головного (вимірювального, пошукового) і допоміжного (опорного) генератора можна аналізувати на слух. Однак чутливість металошукачів, що працюють за принципом

биття, залишає бажати кращого. Проте характеристики цих приладів цілком задовольняють невибагливих користувачів.

Принцип роботи IB (Induction Balance - індукційний баланс) або VLF (Very Low Frequency - дуже низька частота) - найдосконаліший тип металошукача в даний час. За цим принципом побудовані більшість "фірмових" приладів промислового виготовлення, у т.ч. і комп'ютеризованих. Принцип заснований на аналізі амплітуди в приймальній котушці пошукової головки і фазового зсуву між сигналом у передавальній і приймальній котушці. За відсутності поблизу пошукової головки металевих об'єктів амплітуда сигналу мінімальна, фазовий зсув, залежно від конструкції приладу, 0 або 90 градусів. При появі поблизу пошукової головки металевих об'єктів амплітуда сигналу в приймальній котушці збільшується, а фазовий зсув змінюється залежно від провідності металу (чорний, кольоровий) (рис.2)

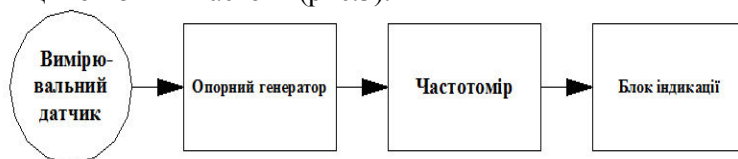


*Рис. 2. Спрощена блок-схема металошукача, що працює за принципом індукційного балансу*

Метод дозволяє виробляти вибіркочку дискримінацію металів, відналаштування від ґрунту і пошук пустот. Можна приблизно визначити метал мішені (навіть відрізнити кольорові метали), а також "відналаштувати" від металевих сміття (пивних пробок, сигаретної фольги) за допомогою вбудованого комп'ютера. Вимагає прецизійного виготовлення та налаштування пошукової головки.

Принцип FM (Frequency Meter) – принцип частотоміра, побудованого на основі мікроконтролера де зміна частоти

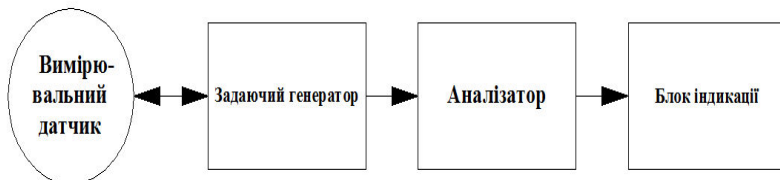
пошукового контуру визначається не на слух, а за допомогою програми яка закладена в мікропроцесорі. Відомо, що частота сигналу, яка генерується в контурі, утвореному паралельно включеними індуктивною котушкою  $L$  і конденсатором  $C$ , залежить від індуктивності котушки і ємності конденсатора. При зміні хоча б одного з цих параметрів зміниться резонансна частота контуру, що призведе до відповідної зміни і частоти генерації. Найпростіше можна змінити індуктивність котушки. Для цього досить, наприклад, помістити поблизу неї предмет з відповідного металу. Дане фізичне явище і покладено в основу конструкції детекторів металевих предметів, що працюють за принципом зміни частоти (рис.3).



*Рис. 3.Спрощена блок-схема металошукача, що працює за принципом частотоміра*

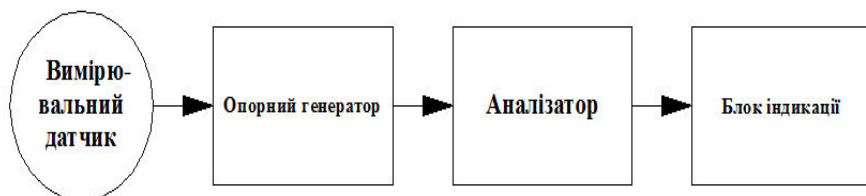
Незважаючи на те, що про вплив металевих предметів, які розміщені в зону порушеного котушкою поля, на резонансну частоту контуру давно відомо, практична реалізація таких приладів донедавна була досить складною задачею. Причина полягала в тому, що оцінювати зміну частоти контуру на слух не можливо. В даний час для аналізу та оцінки змін девіації частоти використовуються мікропроцесори які функціонують під управлінням спеціальних програм. При появі металевого предмета в зоні електромагнітного поля вимірювальної котушки, резонансна частота контуру опорного генератора змінюється. Ця зміна оцінюється частотоміром, в основу якого покладено мікроконтролер. Величина девіації частоти, а також її знак залежать не тільки від глибини залягання і величини предмета, а й від виду металу, з якого він виготовлений. Оброблені дані надходять на блок індикації, у складі якого часто використовується лінійка світлодіодів. Слід зазначити, що FM металошукачі володіють більшою чутливістю в порівнянні, з металодетекторами BFO.

Принцип роботи PI- імпульсної індукції. У приладах цього типу котушка пошукової головки не є частиною коливального контуру (рис.4). До неї від генератора подається імпульсний сигнал. Аналізованим параметром є час закінчення перехідного процесу (положення заднього фронту імпульсу напруги) в пошуковій котушці. До конструкції котушки не пред'являється особливих вимог. Відмінними рисами цього методу є: низька робоча частота проходження імпульсів (50 ... 400 Гц), велике споживання енергії, нечутливість до ґрунту, не дуже хороше розпізнавання металів, однак такі прилади не вимагають періодичного підлаштування. Метали ці прилади не розрізняють, але визначають на великій відстані (рази в два далі, ніж прилади, що працюють за принципом FM). Незамінні при роботі на прибережній смузі, під водою і на сильно мінералізованому ґрунті, так як вільні від ефекту землі і води. PI-метод часто використовується в підводних приладах для ослаблення впливу води.



*Рис. 4. Спрощена блок-схема металопукача, що працює за принципом імпульсної індукції*

Принцип роботи OR - off resonance (зрив резонансу) . Аналізованим параметром є амплітуда сигналу на котушці коливального контуру, налагодженого близько до резонансу з сигналом, що подається на нього, від генератора. Поява металу в полі котушки викликає або досягнення резонансу або відхід від нього, залежно від виду металу, що призводить до збільшення або зменшення амплітуди коливань на котушці (рис.5).



*Рис. 5. Спрощена блок-схема металошукача, що працює за принципом зміни резонансу*

Цей метод також як і ВFO розроблявся радіоаматорами, але відомостей про його використання в серійних приладах для виявлення металів не виявлено.

На основі проведених порівняльних досліджень виявили, що побудова нових металодетекторів, як стаціонарних, так і портативних, іде по шляху малогабаритних багатозонових комп'ютеризованих приладів з підвищеною чутливістю, з виводом інформації на рідкокристалічний екран-дисплей. Особливо великими темпами спостерігається впровадження охоронних металодетекторів в школи, дискотеки, лікарні, готелі, казино, луна-парки тощо. Найбільш перспективним серед представлених методів побудови металодетекторів для застосувань та подальших досліджень є метод індукційного балансу (ІВ). Метод забезпечує не тільки виявлення чорних та кольорових металів, але й дозволяє точно розрізнити вид металевого об'єкта. Інформаційний сигнал можна обробляти за допомогою ПК. Датчик металодетектора може бути налаштований на "нечутливість" до дрібних металевих об'єктів (гудзиків, сигаретної фольги, ключів тощо).

### **Література**

1. Березанский Д. П. Металлодетекторы – устройства досмотра. Вопросы нормирования требований //Специальная техника, №2,1998.
2. Саулов А. Ю. Металлоискатели для любителей и профессионалов. - СПб.: Наука и Техника, 2004.-224 с.: ил.