

ПРИСТРІЙ ВИМІРЮВАННЯ ІМПЕДАНСУ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ГЕОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Мороз І.П., Михайлук Ю.Т., Підвірний О.І., Шамотко В.І.

(Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України)

Резюме. Описаний пристрій вимірювання импедансу в широкому частотному діапазоні, від сотень Герц до 10 МГц, призначений для контролю напруженено-деформівного стану земної кори з використанням штучних полів. Пристрій вирізняє висока точність вимірювань.

На сьогоднішній день успішно розвиваються і застосовуються різні методи електромагнітних зондувань як екологічно безпечні способи вивчення глибинної будови Землі і пошуку корисних копалин.

Але використання електромагнітних методів до дослідження природних і техногенних геодинамічних процесів, в тому числі змін напруженено-деформованого стану земної кори, стримуються низьким рівнем інформативності і розділовою здатністю існуючих методик і апаратурних засобів.

Для розв'язання цієї проблеми можна використати мостові компенсаційні методи вимірювання комплексного опору або вхідного импедансу масиву гірських порід [1].

Компенсаційні методи електромагнітного контролю забезпечують високу точність виміру, разом з тим і зумовлюють суміщення точок збудження і вимірювання, на відміну від традиційних методів, що висуває специфічні вимоги як до параметрів апаратури, так і до методики самих робіт.

Забезпечити високу точність (до 0,01%) вимірювань импедансу масиву гірських порід можна використовуючи мостові схеми, які здійснюють послідовно в часі врівноваження вимірюваних величин: активного і реактивного опорів [2]. Подібна методика вимірювань комплексного опору застосовується і в існуючих автоматичних цифрових мостах. Але через використання релейних і електронних (транзисторних) перемикачів, що здійснюють перемикання елементів моста під час компенсації, точність виміру і надійність роботи не задовільняють вимогам, які необхідні для розв'язання задачі.

Враховуючи викладені зауваження і сучасні досягнення в розробці автоматичних цифрових мостів, пропонується блок-схема пристроя, який призначений для безперервної реєстрації варіації импедансу масиву гірських порід з метою дослідження і передбачення природних і техногенних процесів.

Робота пристроя базується на вдосконаленому способі врівноваження [3], який полягає у виділенні сигналу розбалансу, розкладу його на дві ортогональні складові та відслідковуванні вхідного

збурення по кожній з складових. Для досягнення високої чутливості та забезпечення плавної зміни частоти вимірювань в широкому діапазоні від сотень Герц до 10 МГц і вище введено два частотних перетворення, одним з яких вхідний вимірювальний сигнал переводиться в низьку проміжну частоту, а другим навпаки, отримана проміжна частота після введеного вибіркового підсилення та фіксації її амплітуди та фази, переводиться у високу частоту, напруга якої надходить на другий диференційний вхід першого частотного перетворювача.

Для прикладу реалізації на рис. 1 зображенна схема пристроя.

Пристрій вміщує частотний перетворювач 1, вхід якого через селективний підсильник 2, фазовий детектор 3, інтегратор 4, компаратор 5 з'єднаний з інформаційним входом реєстра послідовних наближень (РПН) 6, цифрові виходи якого підімкнені до входів фіксаторів кодів модуля 8 і фази 9. Виходи фіксаторів кодів підімкнені відповідно до цифрових індикаторів 10 і 11 модуля і фази. У свою чергу цифровий вихід фіксатора кодів модуля 8 під'єднаний до цифрового входу першого цифро-аналогового перетворювача 12, а цифровий вихід фіксатора кодів фази 9 до аналогічних входів другого цифро-аналогового перетворювача 13 і через інвертор 14 до третього цифро-аналогового перетворювача 15. Виходи останніх двох цифро-анalogових перетворювачів 13 і 15 через суматор 16 під'єднані до входу другого частотного перетворювача 17, вихід якого через обмежувач 18 під'єднаний до опорного входу першого аналогово-цифрового перетворювача 12, вихід якого під'єднаний до першого диференціального входу першого частотного перетворювача 1, другий диференціальний вхід якого з'єднаний паралельно з вхідною клемою 19 і виходом перетворювача напруги в струм (U-I) 20, вхід якого з'єднаний зі сигнальним виходом (f_c) синтезатора частоти 21, гетеродинний вихід якого з'єднаний з гетеродинними входами частотних перетворювачів 1 і 17. Для забезпечення цикличної роботи системи вихід "КГ" реєстра послідовних наближень 6 підімкнений до лічильного входу трігера 22, прямий вихід якого з'єднаний з фіксуючим входом

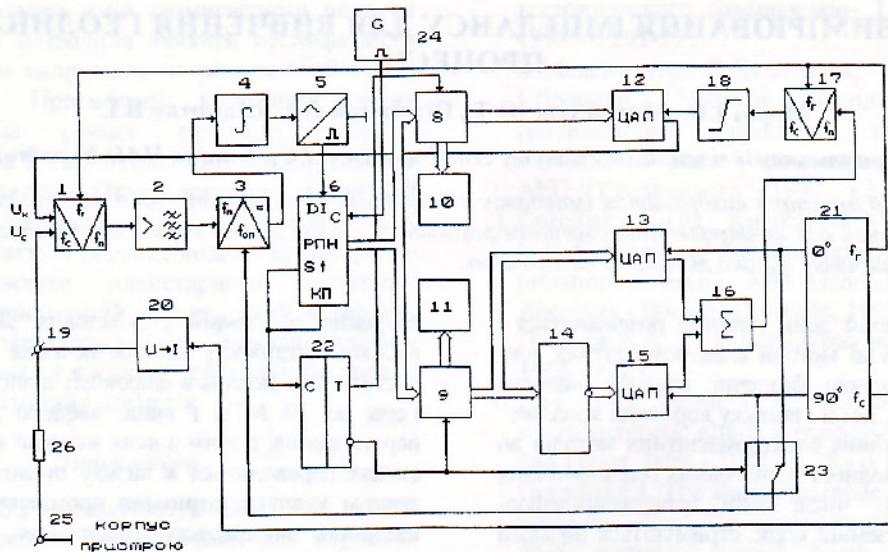


Рис.1. Пристрій вимірювання імпедансу для вивчення геодинамічних процесів

фікатора 8, а інверсний з фіксуючим входом фікатора 9 і керуючим входом електронного ключа 23, вихід якого підключений до опорного входу фазового детектора 3, а входи відповідно до опорних виходів проміжної частоти 0° і 90° синтезатора 21 і опорного входу цифро-аналогових перетворювачів 14 і 15. Вихід генератора тактової частоти 24 з'єднаний з тактуочним входом регістра послідовних наближень. Клеми запуску (St) і кінець перетворення (КП) цього регістра послідовних наближень з'єднані між собою. Клеми 19 і 25 є точками заземлення, а 26 комплексний опір між електродами. Пристрій працює так. Вимірювальний сигнал U_c надходить на один, а компенсуючий U_k - на другий диференційні входи первого частотного перетворювача 1. Вихідний сигнал проміжної частоти ($f_{\text{пп}} = f_r - f_c$) підсилюється вибірковим підсилювачем проміжної частоти 2, що забезпечує заданий рівень чутливості, та надходить на вхід фазового детектора 3. На другий його вхід через електронний комутатор 23 надходить опорне коливання проміжної частоти з фазою 0 або 90° ел.град. При встановленні опорного коливання з нульовою фазою фіксується заданий рівень величини компенсації U_k , а при 90° ел.гр.- фаза цього ж коливання. Послідовністю виміру модуля та фази керує тригер режиму 22, на відліковий вхід якого надходить від регістра послідовних наближень 6 імпульс "кінець перетворення". З виходу фазового детектора 3 через інтегратор 4, компаратор 5 інформаційний сигнал надходить на регістр послідовних наближень 6, який керується тактуочним

генератором 24. Вихідний код реєстра послідовних наближень 6 фіксується фіксаторами кодів модуля 8 та фази 9. Входи дозволу фіксації з'єднані відповідно з неінвертуючим та інвертуючим виходами тригера режиму 22. Кодова комбінація з фіксатора 8, яка поступає на перший цифро-аналоговий перетворювач модуля 12, забезпечує необхідний рівень компенсаційного сигналу U_k на диференційному вході першого частотного перетворювача 1. Кодова комбінація з фіксатора 9 забезпечує необхідну фазу опорного коливання, що поступає на опорний вход першого цифро-аналогового перетворювача модуля 12. Формування та фіксація фази опорного коливання здійснюється наступним чином. На цифрові входи цифро-аналогових перетворювачів 13 і 15 поступають коди (при цьому на цифро-аналоговий перетворювач 15 інверсний), які фіксують на своїх виходах певні рівні вихідних напруг проміжної частоти. Сума цих коливань визначає кінцеву фазу проміжної частоти. Сигнал проміжної частоти, за допомогою другого частотного перетворювача 17, перетворюється в сигнал вимірюальної частоти f_c . Для стабілізації рівня цей сигнал обмежується блоком 18 і поступає на опорний вход цифро-аналогового перетворювача 12. Частота вимірюючого сигналу задається синтезатором 21, який крім гетеродинної частоти $f_r = f_c + f_m$ генерує опорні проміжні частоти з фазою 0° і 90° ел.град., які поступають на фазовий детектор і на опорні входи цифро-аналогових перетворювачів 13 і 15.

На базі запропонованої структури, доповненої однокристальною мікро-ЕОМ, побудований дію-

чий макет пристрою. Він дозволяє проводити вимірювання варіацій імпендансу, накопичення інформації за заданий проміжок часу, попередню обробку отриманих даних, та запис масиву даних на магнітний носій або роздрук отриманих даних на принтері. З застосуванням вищеописаного пристрою проводились дослідження на відроблених шахтних полях калійних (м.Калуш) та сірчаних (с.м.т.Шкло), родовищ Передкарпаття, гідродинамічних спорудах (хвостосховище, м.Калуш; гребля Київської ГЕС).

Література

1. Мороз І.П., Михайлук Ю.Т., Підвірний О.І. Вимірювання імпедансу для визначення геодинамічних процесів (Тези XIV сесії наукової Ради по геодинаміці та прогнозу землетрусів, Київ, 1994 р.).
2. Ориатский П.П. Автоматические измерения и приборы: Учебник для вузов.-4-е изд., перераб. и доп.- Киев: Вища школа. 1980-560 с.
3. Пристрій для геоелектророзвідки. Авт свід СРСР №1742763171. Бюл.изобрет №23 от 23.06.1992.

Moroz I.P., Mikhayluik Y.T., Pidvirny O.I., Shamotko V.I.

IMPEDANCE MEASURING APPARATUS TO MONITOR A STRESS-DEFORMATIONAL STATES

Summary

Impedance measuring apparatus to monitor a stress-deformational state of Earth's crust in wide frequency range, from hundreds of Herz to 10 MHz, using artificial sounding field is described. The main feature of the device described is the high accuracy over wide frequency range.

Мороз И.П., Михайлюк Ю.Т., Пидвирный О.И., Шамотко В.И.

ПРИБОР ИЗМЕРЕНИЯ ИМПЕДАНСА, ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Резюме

Описан прибор для измерения импеданса в широком частотном диапазоне, от сотен Гц до 10 Мгц, предназначенный для контроля напряженно-деформированного состояния земной коры с применением искусственных полей. Прибор отличает высокая точность измерений.