

УДК 681.518.3: 621.64

Роман Джала, д.т.н., Богдан Вербенець, к.т.н., Мар'ян Мельник, к.т.н., Юрій Пугач, Оксана Семенюк, Олег Сенюк, Орест Червінка
Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, Україна

НОВІ ПРИЛАДИ ВИМІРЮВАНЬ СТРУМІВ І ПОТЕНЦІАЛІВ ДЛЯ ДІАГНОСТИЧНИХ ОБСТЕЖЕНЬ ПІДЗЕМНИХ ТРУБОПРОВОДІВ

Прилади безконтактних вимірювань струмів та вимірювань електричних напруг і поляризаційного потенціалу з визначенням координат, з мікропроцесором та комп'ютерним опрацюванням результатів суттєво підвищують оперативність та інформативність неруйнівного контролю підземних трубопроводів.

Ключові слова: прилади, вимірювання, струм, потенціал, трубопровід, корозія.

**Roman Dzhala, Bohdan Verbenets', Maryan Mel'nyk,
Yuri Puhach , Oksana Semenyuk, Oleh Senyuk, Orest Chervinka**
**NEW DEVICES FOR MEASUREMENTS OF CURRENCIES AND POTENTIALS
FOR DIAGNOSTIC OBSERVATIONS OF UNDERGROUND PIPELINES**

Devices for contactless measurement of currents and measurements of electric voltages and polarization potential with determination of coordinates, with microprocessor and computer processing of results considerably increase the efficiency and informativeness of underground pipelines non-destructive testing.

Keywords: device, measurement, current, potential, pipeline, corrosion, testing.

Діагностичні обстеження підземних металевих трубопроводів (ПТ) традиційно проводять контактними електрометричними методами і приладами, основними недоліками яких є значна трудомісткість та недостатня інформативність. Ці недоліки усуваються застосуванням безконтактних методів і приладів, з яких на даний час найбільше використовують лише індуктивні трасошукачі [1].

Безконтактні вимірювання струмів (БВС), збуджених у ПТ установкою катодного захисту (УКЗ) або генератором тестувального струму, дають змогу оперативно перевіряти і контролювати захист від корозії на різних ділянках ПТ [1]. Застосування БВС дають інтегральні, диференційні і локальні оцінки стану протикорозійного захисту ПТ з метою визначення потреб, видів і обсягів ремонту для запобігання пошкоджень і продовження експлуатації ПТ.

За розвинутими у ФМІ НАН України теоретичними основами методу БВС розроблено базу для проектування систем вхідних перетворювачів апаратури БВС ПТ [1]. Серед диференційних БВС виділено класи градієнтних і паралакських методів, проаналізовано і зіставлено їх інформативні, метрологічні, технологічні характеристики. Запропоновано нові методи БВС з азимутальною і радіальною орієнтаціями бази точок спостереження, з довільним розміщенням бази у поперечній ПТ площині (з компонентними і модульними первинними перетворювачами). Розміщення сприймачів магнітного поля для названих способів БВС схематично показані на рис. 1. Встановлено можливість використання надлишкової інформації у вхідних даних для “внутрішньої” оцінки похибок вимірювань координат і струму.

Запропоновано низку нових способів і пристроїв БВС. Для оперативних обстежень ПТ за вказаним на рис. 1 способом 4 було створено апаратуру БІТ-КВП [1], яка дає змогу визначати місце, напрям і глибину залягання трубопроводів і струмопровідних комунікацій та вимірювати силу змінної компоненти струму УКЗ з корекцією рельєфної похибки без підключення до трубопроводу і землі. Ця апаратура додатково споряджена

вольтметром для традиційних контактних вимірювань і електронною пам'яттю. Результати вимірювань через інтерфейс за спеціальною програмою переводяться у персональний комп'ютер для автоматичного опрацювання і документування.

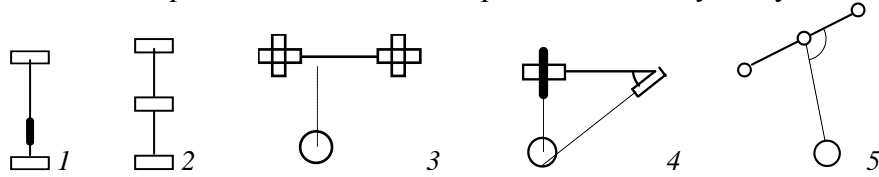


Рис. 1. Способи БВС: 1, 2 – радіальні (градієнтні, різницеві); 4 – азимутальні (паралаксні); 3, 5 – інваріантні.

За результатами натурних випробувань і використань апаратури типу БІТ-КВП розроблено схеми (рис. 2), за якими виготовлено зразки нової апаратури типу БВС-2, загальний вигляд якої показано на рис. 3.

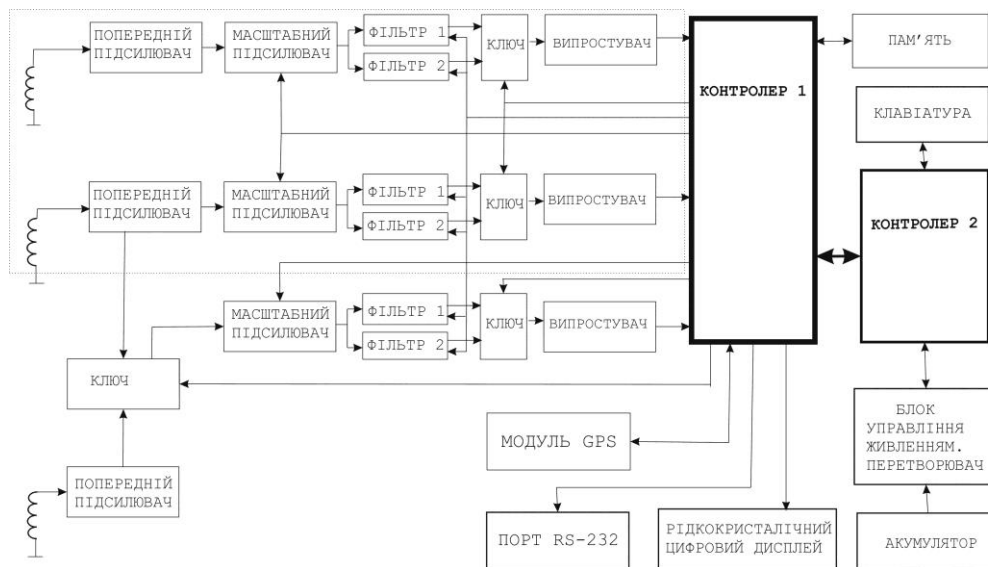


Рис. 2. Блок-схема апаратури безконтактних вимірювань струму і координат ПТ.



Рис. 3. Панель управління апаратури БВС-2 для безконтактних вимірювань струму J і глибини h залягання підземного трубопроводу; споряджена GPS, пам'яттю та інтерфейсом до КП.

Для контролю електрохімічного захисту від корозії ПТ та інших металевих конструкцій розроблено нову апаратуру одночасних вимірювань постійних і змінних електричних напруг та поляризаційного і омичного потенціалів типу ВПП [1, 2]. Функціональна схема ВПП показана на рис. 4.

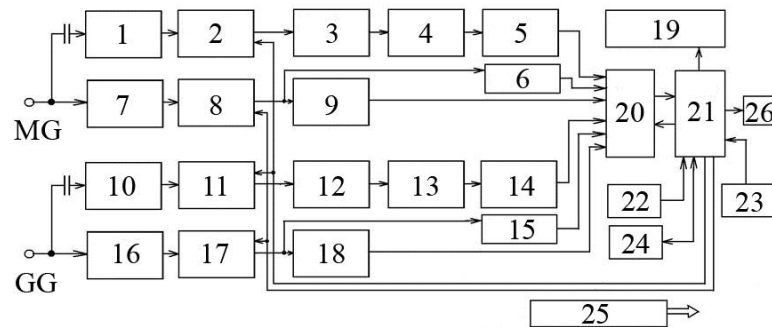


Рис. 4. Функціональна блок-схема апаратури для вимірювань постійних і змінних електричних напруг та визначення поляризаційного потенціалу ВПП-М:
1, 10 – високоомні входні підсилювачі; 2, 8, 11, 17 – масштабні підсилювачі;
3, 12 – смугові фільтри; 4, 9, 13, 18 – детектори; 5, 14 – випрямлячі;
6, 15 – детектори полярності; 7, 16 – прецизійні підсилювачі;
19 – цифровий дисплей; 20 – аналогово-цифровий перетворювач;
21 – мікропроцесор; 22 – модуль позиціонування GPS; 23 – клавіатура,
24 – пам'ять; 25 – блок живлення; 26 – вихід на комп'ютер.

Поляризаційний потенціал, який вимірює ВПП за новим методом [1, 2] є головним критерієм для контролю електрохімічного катодного захисту від корозії металу в електропровідному середовищі. Крім цього, прилад ВПП забезпечує можливість знаходити пошкодження ізоляції як на змінному струмі (метод Пірсона), так і за різницею потенціалів на поверхні ґрунту (метод поперечного градієнта).

Використання у створеній апаратурі БВС-К і ВПП-М модуля глобального позиціонування GPS забезпечує автоматичне визначення географічних координат і часу вимірювань струму і глибини ПТ та потенціалів, що значно полегшує опрацювання і документування результатів обстежень, зокрема, під час визначення розподілів вздовж траси густини струму, його витрат і перехідного опору «труба-земля» на різних ділянках ПТ.

БВС у комплексі з ВПП додатково [3] дають змогу визначати розподіли густини постійної компоненти струму катодного захисту УКЗ, питомого опору ґрунту, що оточує трубопровід (показник агресивності середовища), та питомого опору ізоляційного шару і поляризаційного опору ПТ.

Література.

1. Технічна діагностика матеріалів і конструкцій: Довідниковий посібник / За заг. ред. З.Т. Назарчука – Т. 4: Електрофізичні методи неруйнівного контролю дефектності елементів конструкцій / Р. М. Джала, В. Р. Джала, І. Б. Івасів, В. Г. Рибачук, В. М. Учанін / За ред. Р.М. Джали. – Львів: Простір-М, 2018. – 356 с.
2. Dzhala R. M., Verbenets' B. Ya., Melnyk M. I. Measurement of electrical potentials for diagnosing corrosion protection of metal structures // Materials Science. – 2016. – Vol. 52, № 1. – P. 140-145. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11003-016-9936-y>
3. New methods for the corrosion monitoring of underground pipelines according to the measurement of currents and potentials / R.M. Dzhala, B.Ya. Verbenets', M.I. Mel'nyk, A.B. Mytsyk, R.S. Savula, O.M. Semenyuk // Materials Science. Vol. 52, № 5. March 2017. P. 732-741. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11003-017-0016-8>