

УДК 621.382

РАДІОВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ МОНІТОРИНГУ ПОТУЖНИХ МАСЛОНАПОВНЕНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

О.В. ОСАДЧУК, В.С. ОСАДЧУК, Р.В. КРИНОЧКІН, О.С. ЗВЯГІН, Я.О. ОСАДЧУК
Вінницький національний технічний університет

Анотація: Радіовимірювальна система моніторингу потужних маслонаповнених енергетичних установок (RDM-OEP-3) призначена для аналізу та визначення концентрацій газів і інших параметрів (тиск, температура і вологість) у реальному масштабі часу. Радіовимірювальна система моніторингу заснована на використанні мікроелектронних частотних перетворювачів фізичних величин, в яких використовуються залежності реактивних властивостей та від'ємного опору напівпровідникових приладів від впливу зовнішніх фізичних величин.

Ключові слова: потужні маслонаповнені енергетичні установки, частотний перетворювач, від'ємний опір.

Abstract: Radiomeasuring monitoring system of powerful oil-filled power plants (RDM-OEP-3) is designed to analyze and determine the concentrations of gases and other parameters (pressure, temperature and humidity) in real time. Radiomeasuring monitoring system based on the use of microelectronic frequency transducers of physical quantities that are used depending on the properties of reactive and negative resistance of semiconductor devices from external physical quantities.

Keywords: powerful oil-filled power plants, frequency converter, negative resistance.

Вступ

До основних виробничих засобів відноситься спеціальне устаткування, у тому числі потужні трансформатори з масляним наповненням, які часто є критичними елементами в мережі електропостачання. Вихід з ладу такого устаткування часто призводить не тільки до величезного збільшення виробничих витрат, але так само й до далекосяжних наслідків. Вихід з ладу потужного трансформатора на електростанції викликає, наприклад, відключення подачі енергії для цілих регіонів, ушкодження іншого устаткування на електростанціях і підстанціях. В екстремальних випадках ушкодження можуть призвести до вибуху трансформатора і пожежі. Усунення пожежі і його наслідків, розлив трансформаторного масла й контамінація навколишнього середовища, перемикання мереж на додаткові або резервні джерела електроенергії призводять до додаткових витрат матеріальних і фінансових ресурсів.

Для вирішення вищеописаної проблеми розроблена й виготовлена радіовимірювальна система моніторингу потужних маслонаповнених енергетичних установок. Дана система автоматично, у реальному масштабі часу вимірює концентрації газів й інших параметрів (тиск, температура і вологість), розчинених у діелектричній рідині, застосовуваних для систем контролю потужних масляних трансформаторів.

Опис технічного рішення

Одним з перспективних наукових напрямків у розробці радіовимірювальних мікроелектронних перетворювачів, запропонованих у роботі, є використання залежності реактивних властивостей та від'ємного опору напівпровідникових приладів від впливу зовнішніх фізичних величин і створення на цій основі нового класу мікроелектронних частотних перетворювачів концентрації газів, тиску, вологості та температури [1, 2]. У пристроях такого типу відбувається перетворення концентрації газів і інших зовнішніх впливів у частотний сигнал, що дозволяє створювати радіовимірювальні мікроелектронні перетворювачі за інтегральною технологією і дає можливість підвищити швидкість, точність і чутливість, розширити діапазон вимірюваних величин, поліпшити надійність, завадостійкість і довгострокову стабільність параметрів.

Використання як інформативного параметра частоти дозволяє уникнути застосування підсилювальних пристроїв і аналого-цифрових перетворювачів при обробці інформації, що знижує собівартість систем контролю та керування.

Радіовимірювальна система моніторингу потужних маслонаповнених енергетичних установок (RDM-OEP-3) призначена для аналізу та визначення концентрацій газів і інших параметрів (тиск, температура і вологість) у реальному масштабі часу. Структурна схема радіовимірювального пристрою моніторингу потужних маслонаповнених енергетичних установок подана на рис.1. В радіовимірювальному пристрої моніторингу маслонаповнених енергетичних установок використовується 8 частотних каналів вимірювання: концентрація CO, H₂, C₂H₂, C₂H₄, температура і вологість масла, тиск і температура у вимірювальній камері. Обробка вимірювальної інформації здійснюється одноплатним комп'ютером на базі ARM1176JZ-F процесора.

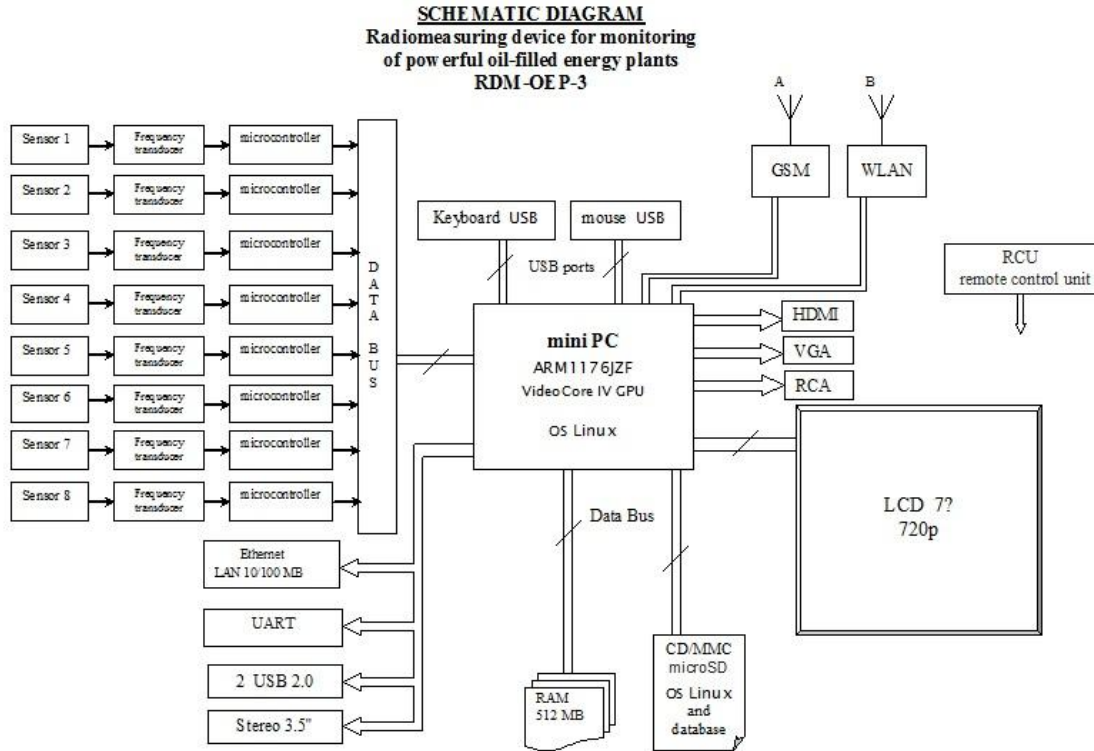


Рис. 1. Структурна схема радіовимірювального пристрою моніторингу потужних маслонаповнених енергетичних установок

Швидкість насичення масла газом залежить від висоти стовпа масла і поверхні зіткнення з ним газу. Швидкість зворотного процесу також залежить від висоти шару і поверхні масла. При вібрації в маслі можлива поява місцевих зон зниженого тиску, в яких розчинений у маслі газ починає виділятися у вигляді бульбашок.

Вимірювальна камера відділена від маслонаповненої енергетичної установки керамікополімерною мембраною, яка пропускає тільки газову суміш. На рис.2 наведена проникність мембрани для різних газів.

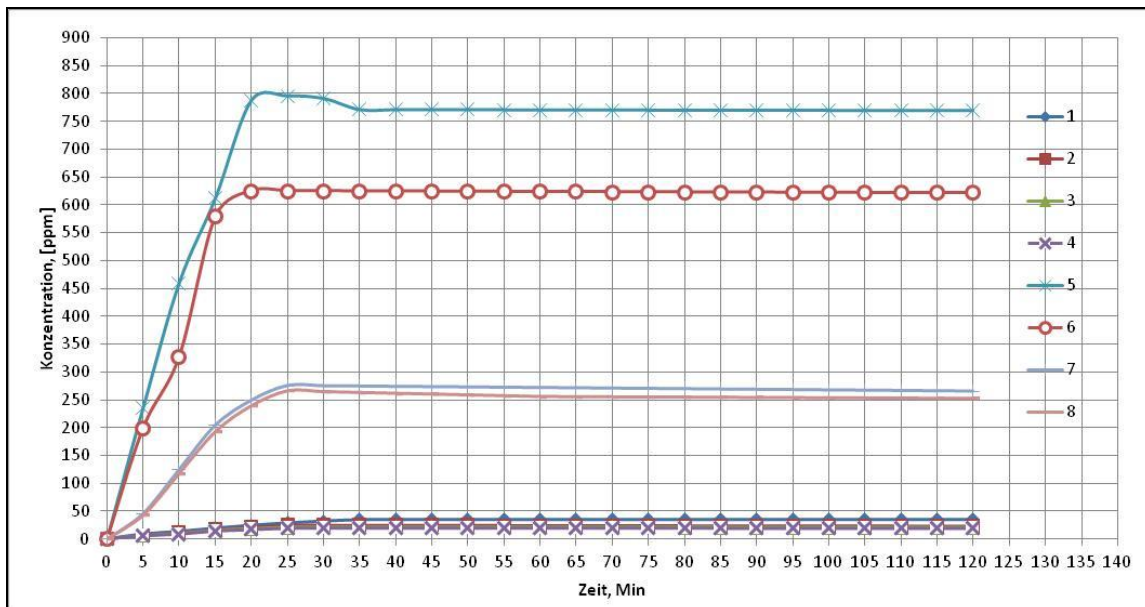


Рис. 2. Проникність мембрани для різних газів

Крива 1 – H_2 , Крива 2 – CO , Крива 3 – C_2H_2 , Крива 4 – C_2H_4 ; Криві 1 – 4 показують розчинені в трансформаторному маслі гази H_2 , CO , C_2H_2 і C_2H_4 , при концентрації 50 ppm, які дифундували через мембрану; Крива 5 – H_2 ; Крива 6 – CO ; Крива 7 – C_2H_2 ; Крива 8 – C_2H_4 ; Криві 5 - 8 показують розчинені в трансформаторному маслі гази H_2 , CO , C_2H_2 і C_2H_4 , при концентрації 1000 ppm, які дифундували через мембрану

RDM-OEP-3 має можливість підключення до різних мережних ресурсів (як до мережі 220 В, так і з використанням літій-полімерної батареї). В радіовимірювальному пристрої моніторингу потужних маслonaповнених енергетичних установок передбачене підключення до пристроїв засобів комунікації, Ethernet LAN 10/100 MB, підключення до ПК забезпечується через стандартний USB роз'єм (USB 2.0), а також бездротова мережа Wi-Fi стандарт IEEE 802.11g. В приладі мінімальна кількість кнопок і роз'ємів, що забезпечує його надійну роботу.

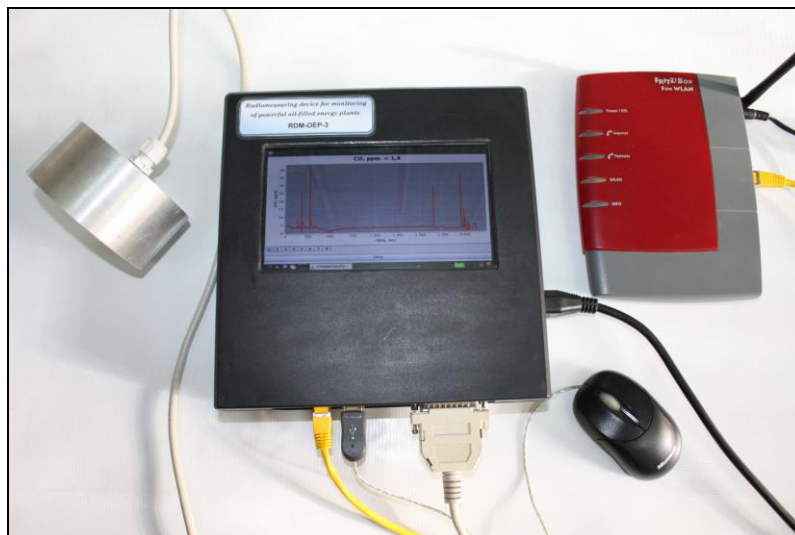


Рис. 3. Фото приладу RDM-OEP-3

Таблиця 1. Технічні характеристики

Назва параметра	Діапазон вимірювання та технічні характеристики
Вимірювання водню (H ₂)	1...6500 ppm
Вимірювання окису вуглецю (CO)	1...6500 ppm
Вимірювання етилену (C ₂ H ₄)	1...15000 ppm
Вимірювання ацетилену (C ₂ H ₂)	1...15000 ppm
Вимірювання температури трансформаторного масла	- 10° C ...+ 125° C
Вимірювання температури газового середовища	- 25 °C... + 125 °C
Вимірювання вологості газового середовища	5 ... 99,9 %
Вимірювання тиску газового середовища	0,5...1,5 Атм
Вимірювання вологості трансформаторного масла	0 - 250 ppm (при Ттр.м.=60°C)
Вимірювання тиску трансформаторного масла	1 атм – 8 атм.
Інтервал між вимірюваннями	1 с.
Комунікація із PC	LAN 10/100 MB; Wi-Fi IEEE 802.11g; USB 2.0; UART
Вихідний сигнал з сенсорів	частота 60 кГц – 7 МГц
Програмне забезпечення	Сумісне з Windows XP, Windows 7, Windows 8, Linux (мова інтерфейсу: English, російська)
Напруга живлення	5 В по постійному струму
Корпус	IP 55
Габарити приладу	215x215x60 мм
Габарити і форма вимірювальної камери	Циліндрична, діаметр вимірювальної камери ø100 мм, довжина 120 мм
Різьба вимірювальної камери	Метрична: ø42 мм x 1,5мм, довжина 40 мм
Вага приладу із джерелом живлення	1,4 кг
Вага вимірювальної камери із фланцем	1,2 кг

Програмне забезпечення приладу

Програма UPowerTransformer проста у використанні й не вимагає особливої підготовки й навчання. Програма працює під різними операційними системами: Windows XP (SP1, SP2, SP3), Windows VISTA, Windows 7 (32 bit), Windows 7 (64 bit), Windows 8, Linux.

Драйвера підключення приладу до комп'ютера поставляються в комплекті із приладом і також як і програма UPowerTransformer є оригінальною розробкою. За бажанням замовника разом із приладом RDM-OEP-3 може поставлятися Wi-Fi роутер.

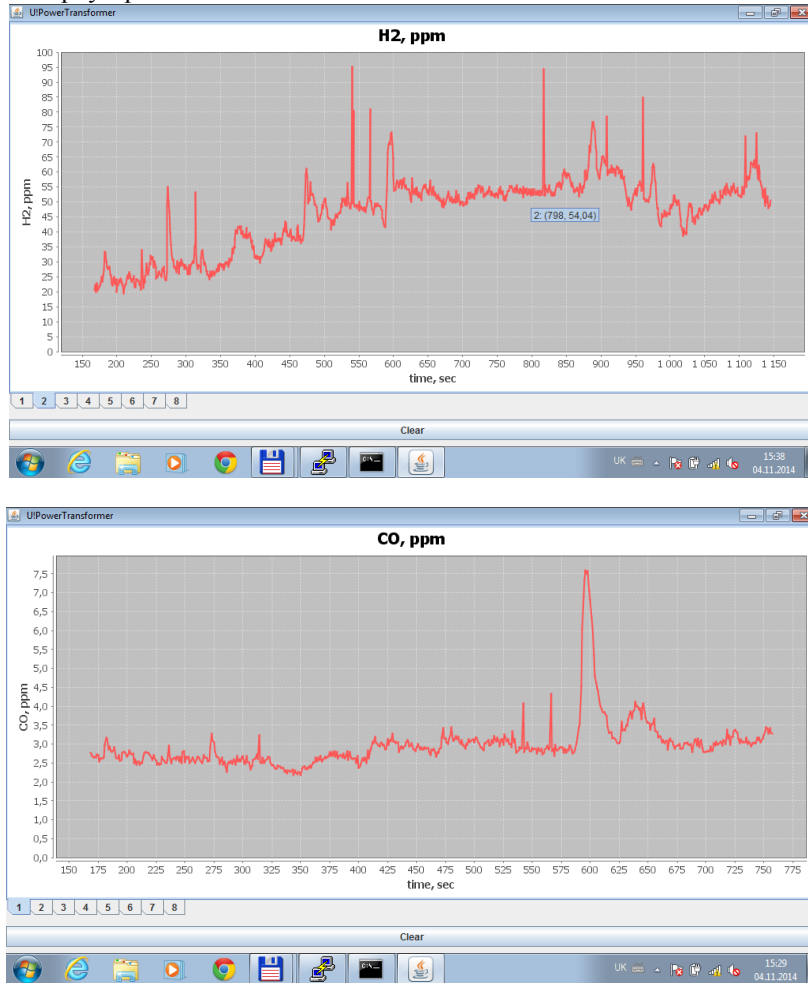


Рис. 4. Скриншоти програми UPowerTransformer

Зберігання та зчитування результатів вимірювань у вигляді файлів з розширенням .txt в програмі UPowerTransformer. У файл з розширенням .txt записуються результати вимірювання 8 каналів (концентрація CO, H₂, C₂H₂, C₂H₄ в ppm; температура в °C, вологість в %, тиск в кПа) кожену секунду, а також номер вимірювання від моменту включення приладу. Зчитування файлів з флешнакопичувача проводиться безпроблемно, перед новими вимірюваннями можна видаляти одиничні файли. Якщо помилково видаляється один файл, то не знищується вся інформація, записана на електронному носії.

Радіовимірювальний прилад моніторингу потужних маслонаповнених енергетичних установок встановлюється назовні потужних трансформаторів, на висоті 1,2 - 1,5 м в залежності від конструктивних особливостей трансформатора (напруги 750 кВ, 500 кВ, 330 кВ). Для безпосереднього контролю стану енергетичної установки, по вимогам замовника, встановлений дисплей.

Висновки

Розроблено радіовимірювальний прилад моніторингу потужних маслонаповнених енергетичних установок (RDM-OEP-3), який призначений для аналізу та визначення концентрацій газів й інших параметрів (тиск, температура і вологість) у реальному масштабі часу. Радіовимірювальна система моніторингу заснована на використанні мікроелектронних частотних перетворювачів фізичних величин, в яких використовуються залежності реактивних властивостей та від'ємного опору напівпровідникових приладів від впливу зовнішніх фізичних величин.

Перелік посилань

1. Осадчук В.С. Реактивні властивості транзисторів і транзисторних схем / В. С. Осадчук, О. В. Осадчук. – Вінниця : «УНІВЕРСУМ – Вінниця», 1999. – 275 с.
2. Осадчук В.С. Сенсори газу / В. С. Осадчук, О. В. Осадчук, М. О. Прокопова. – Вінниця : «Універсум-Вінниця», 2008. – 182 с.