

МЕТОД ЕКСПРЕСНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ МОТОРНОГО МАСТИЛА

Д. ф.-м. н. О. Л. Кукла, А. В. Мамикін, к. т. н. Г. В. Дорожинський, д. т. н. В. П. Маслов

Інститут фізики напівпровідників ім. В. Є. Лашкарьова НАН України
Україна, м. Київ
kukla@isp.kiev.ua

Запропоновано метод експресного визначення типу моторного мастила, який базується на вимірюванні таких фізичних параметрів як питомий опір та показник заломлення зазначеного об'єкту. Описано методики визначення показника заломлення та питомого опору моторних мастил, наведено приклади реалізації портативних приладів для визначення вказаних характеристик.

Ключові слова: електричний імпеданс, питомий опір, поверхневий плазмонний резонанс, показник заломлення

Від якості моторного мастила залежать найважливіші показники двигунів — довговічність, надійність, токсичність відпрацьованих газів, паливна економічність і т.п. Більшість показників якості моторного мастила можна визначити тільки в спеціалізованих лабораторіях, де в основному застосовуються випробування на одноциліндрових установках. Для цього потрібна велика кількість випробуваного продукту (до 5—10 л) та досить тривалий проміжок часу (до 10 діб). Метою даної роботи було створення простого та надійного способу визначення типу моторної оливи, який би дозволив відрізнити між собою мінеральні та синтетичні типи моторних мастил.

Для контролю якості моторного мастила пропонується використовувати експрес-метод, який базується на вимірюванні оптичних (показника заломлення) та електрофізичних (питомий опір) характеристик моторних мастил. Для визначення показника заломлення був використаний розроблений в ІФП ім. В. Є. Лашкарьова НАНУ прилад ПЛАЗМОН-71 [1], робота якого заснована на явищі поверхневого плазмонного резонансу (ППР) і який вимірює рефрактометричну характеристику ППР. Абсолютна похибка вимірювання кутового положення мінімуму ППР цим приладом становить $\pm 0,001^\circ$, що відповідає абсолютній похибці визначення показника заломлення $\pm 0,00002$. Досліджувані зразки по черзі прокачували шприцом через вимірювальну кювету приладу в термостатичному режимі при 20°C . Прилад вимірював спочатку рефрактометричні характеристики ППР досліджуваних зразків моторних олів, а потім за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, заснованого на матрицях розсіяння Джонса та формулах Френеля, визначали показник заломлення цих зразків.

Для визначення питомого електричного опору був використаний розроблений в ІФП портативний вимірювач електричного імпедансу [2], який вимірює значення активної і реактивної складових імпедансу в діапазоні частот від 0,5 до 100 кГц з відносною похибкою вимірювання 3%. Досліджувані зразки по черзі розміщали в конденсаторній електрохімічній комірці, яка була приєднана до вимірювальних виводів портативного вимірювача електричного імпедансу. Вимірювання складових імпедансу комірки проводилось в термостатичному режимі при температурі 20°C . Проведено дослідження експериментальних частотних залежностей імпедансу дев'яти зразків моторних мастил. Визначено оптимальний частотний діапазон вимірювання імпедансу, який становить від 1 Гц до 1 кГц. Отримані експериментальні частотні залежності повного електричного опору в цьому діапазоні частот добре апроксимуються математичними виразами, що відповідають двохелементній еквівалентній схемі комірки з паралельним сполученням електричних опору та ємності:

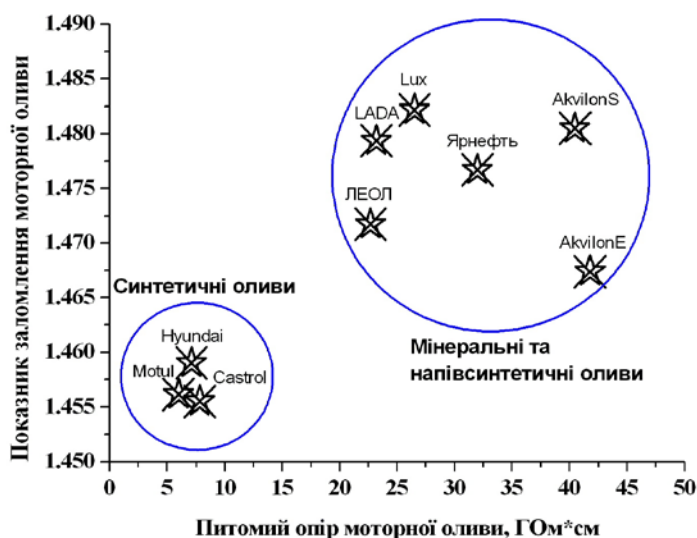
$$\operatorname{Re}(v) = \frac{R}{4\pi^2 C^2 R^2 v^2 + 1}; \quad (1)$$

$$\operatorname{Im}(v) = \frac{2\pi C R^2 v}{4\pi^2 C^2 R^2 v^2 + 1}, \quad (2)$$

де R — електричний опір комірки, C — електрична ємність комірки, ν — частота.

З використанням експериментально отримані значення активної і реактивної складових імпедансу та математичні моделі (1) та (2) було розраховано величину активного опору комірки. За відомими геометричними розмірами комірки (площа електродів $S = 117 \text{ см}^2$, відстань між ними $d = 1 \text{ мм}$) було отримано значення питомого опору зразків моторного мастила.

Вимірювання показника заломлення та питомого опору були проведені для 9 зразків моторних мастил різних типів (синтетичних, напівсинтетичних та мінеральних). Результати обох типів вимірювань наведені на двовимірній діаграмі, що наведена на рисунку.



Візуалізація характеристик зазначених мастил у двовимірній системі координат

З рисунку видно, що виміряні значення показника заломлення та питомого опору мастил з мінеральною та синтетичною основою суттєво відрізняються між собою, а наглядними «образами» цих моторних мастил можуть слугувати окреслені колами групи точок на площині Декартових координат, де по осі абсцис відкладені значення питомого опору, а по осі ординат — показника заломлення. При цьому геометричне місце точок для синтетичних типів моторних мастил значно віддалено від місць точок для мінеральних мастил, що дає можливість однозначно визначити тип мастила. Зауважимо, що для впевненої ідентифікації типу моторного мастила (з синтетичною або мінеральною основою) можна використовувати вимірювання лише одного запропонованого фізичного параметра (показник заломлення або питомий опір), але в цьому випадку точність ідентифікації може бути гіршою, ніж у випадку одночасного застосування обох фізичних параметрів.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Maslov V.P., Dorozinsky G.V., Khrystosenko R.V. et al. Surface plasmon resonance — a promising method for estimating the quality of motor oil // *Trans & Motauto World Journal*.— 2017.— Vol. 1.— P. 41—44.
2. Кукла А.Л., Мамыкин А.В., Майстренко А.С., Павлюченко А.С. Экспресс анализатор параметров функциональных материалов на основе метода импедансной спектроскопии // *Сенсорна електроніка і мікросистемні технології*.— 2012.— Т.3(9), № 3.— С. 6—15.

O. L. Kukla, A. V. Mamykin, G. V. Dorozinsky, V. P. Maslov

Express method for engine oil type determination

The authors propose an express method for engine oil type determination based on the measurement of such physical parameters as specific resistance and refractive index of the indicated object. The paper describes the methods of determining the refraction index and the specific resistance of motor oils and gives the examples of the using portable devices to determining these characteristics.

Key words: electrical impedance, resistivity, surface plasmon resonance, refractive index.