

УДК 004.9:665.7.035.6

І.Г.Грабар, В.Є.Титаренко, В.М.Іванченко, А.В.Кузьмін

Житомирський державний технологічний університет

ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС ДОСЛІДЖЕННЯ В'ЯЗКІСНО-ТЕМПЕРАТУРНИХ ПАРАМЕТРІВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Обґрунтовано необхідність і розроблено програмно-апаратний комплекс для експериментального дослідження в'язкісно-температурних параметрів експлуатаційних матеріалів.

Ключові слова: *програмно-апаратний комплекс, в'язкісно-температурні характеристики.*

Постановка проблеми. Існує проблема дослідження в'язкісно-температурних параметрів експлуатаційних матеріалів сучасними, доступними, точними та надійними методами, а також з використанням програмно-апаратних комплексів. Актуальність проблеми загострюється в зв'язку з широким використанням паливо-мастильних матеріалів, що потребує контролю їх якості. Оскільки, однією з основних характеристик експлуатаційних матеріалів є в'язкісно-температурні залежності, існує потреба в розробці програмно-апаратних комплексів для швидкого і точного їх визначення.

Аналіз основних досліджень та публікацій. Проведені дослідження показують велику різноманітність методів визначення параметрів в'язкості експлуатаційних матеріалів. Вони відрізняються точністю, технологічністю, доступністю та найчастіше узгоджують у собі зовсім протилежні вимоги споживача, наприклад, точність і високу ціну або низьку експлуатаційну технологічність з задовільною точністю.

Встановлено також наявність високозатратних програмно-апаратних комплексів оцінки в'язкісно-температурних характеристик (ВТХ) на базі цифрових віскозиметрів, що майже недоступно сучасному споживачу.

Для обґрунтування вибраної конструкції віскозиметра ротаційного типу був проведений аналіз існуючих конструкцій [1].

Для вимірювання в'язкості на сьогодні використовуються такі прилади:

Віскозиметр Геплера – відноситься до віскозиметрів з кулькою, що рухається в досліджуваному середовищі. Дія віскозиметра заснована на законі Стокса про кульку, що падає в безкінечно в'язкому середовищі під дією сил гравітації. Характерними є низька технологічність і велика похибка вимірювань.

Віскозиметр капілярний – працює за принципом повільного витікання рідини з резервуару через капіляр певного перетину і довжини під впливом різниці тисків. Суть вимірювань полягає в визначенні часу витікання відомої кількості рідини при відомому перепаді тисків на кінцях капіляру. Характерними є висока точність, низька ціна. Недолік – низька експлуатаційна технологічність.

Віскозиметр ротаційний – складається з співвісних тіл правильної геометричної форми, в зазор між якими поміщають досліджувану рідину. Одне з тіл (ротор) обертається з постійною швидкістю, інше залишається нерухомим. Момент обертання, що передається від однієї поверхні до іншої і є мірою в'язкості рідини. Даному типу віскозиметрів притаманні висока технологічність, достатня точність і помірна ціна.

Віскозиметр вібраційний – складається з резервуара з в'язкою рідиною і зонда віскозиметра, який здійснює вимушені коливання, що можуть змінюватись у в'язкому середовищі. Суть вимірювань полягає у визначенні цих змін. Має дуже високу чутливість, точність, технологічність. Суттєвий недолік – висока ціна.

Задача досліджень. Проведений аналіз вказує на необхідність розробки програмно-апаратного комплексу (ПАК) для експериментальних досліджень в'язкісно-температурних параметрів експлуатаційних матеріалів.

Виклад основного матеріалу

Розроблено програмно-апаратний комплекс для визначення ВТХ експлуатаційних матеріалів, що складається з віскозиметра ротаційного типу, апаратної частини, відповідальної за передачу даних до комп'ютера (магніт з датчиками Холла, мікроконтролер АТМega16) і програмного забезпечення (програма «Віскозиметр»).

Конструкція віскозиметра (рис.1) включає ведучий вал-диск 1, що приводиться в обертальний рух двигуном 2, ведений диск з стаканом 3, що утримується від обертання пружиною 4. Між дисками (ведучим та ведомим) конструктивно забезпечений зазор 1,0 мм, необхідний для вимірювання в'язкості досліджуваних рідин.

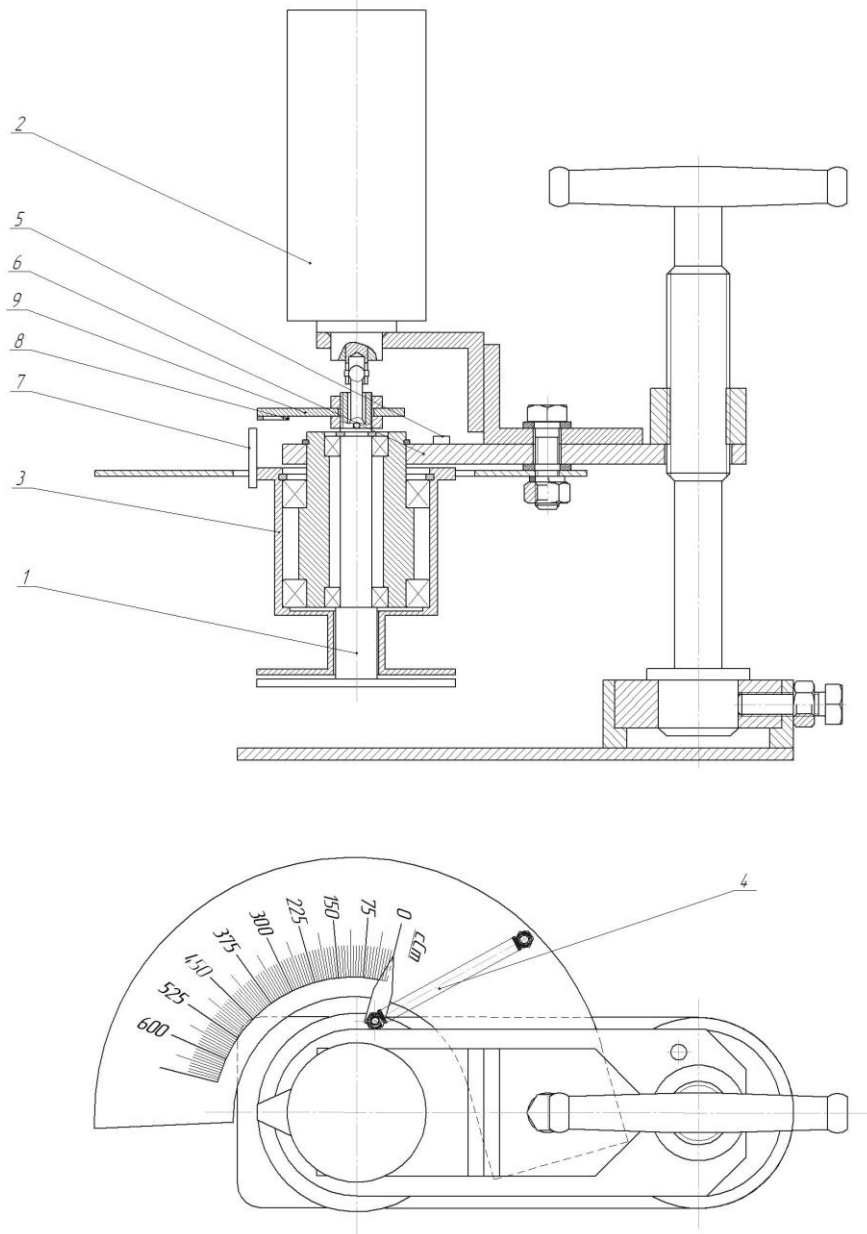


Рис. 1. Будова віскозиметра ротаційного типу

Для вимірювань в'язкості диски занурюють в посудину з досліджуваною рідиною до заповнення зазору між ними. При обертанні ведучого вал-диска через в'язке середовище, за рахунок внутрішніх сил тертя між шарами рідини, на ведомому диску утворюється крутний момент, в результаті чого він повертається на кут φ і утримується пружиною.

Кут повороту ведомого диска з стаканом залежить від в'язкості досліджуваної рідини – чим більша в'язкість, тим більший кут повороту (при визначених конструктивних параметрах приладу).

Для вимірювання кута повороту φ використовуються два датчики Холла і магніт (див. рис. 1.). Перший датчик Холла 5 закріплений на корпусі 6 віскозиметра і виконує роль початку осі координат. Другий датчик Холла 7 встановлений на стакані ведомого диска. Магніт 8 закріплений на стрічці 9, яка з'єднується з ведучим вал-диском 1 і обертається разом з ним.

При проходженні магніта над датчиком Холла, створюється імпульс, який фіксується у часі, що показано на рис. 2.

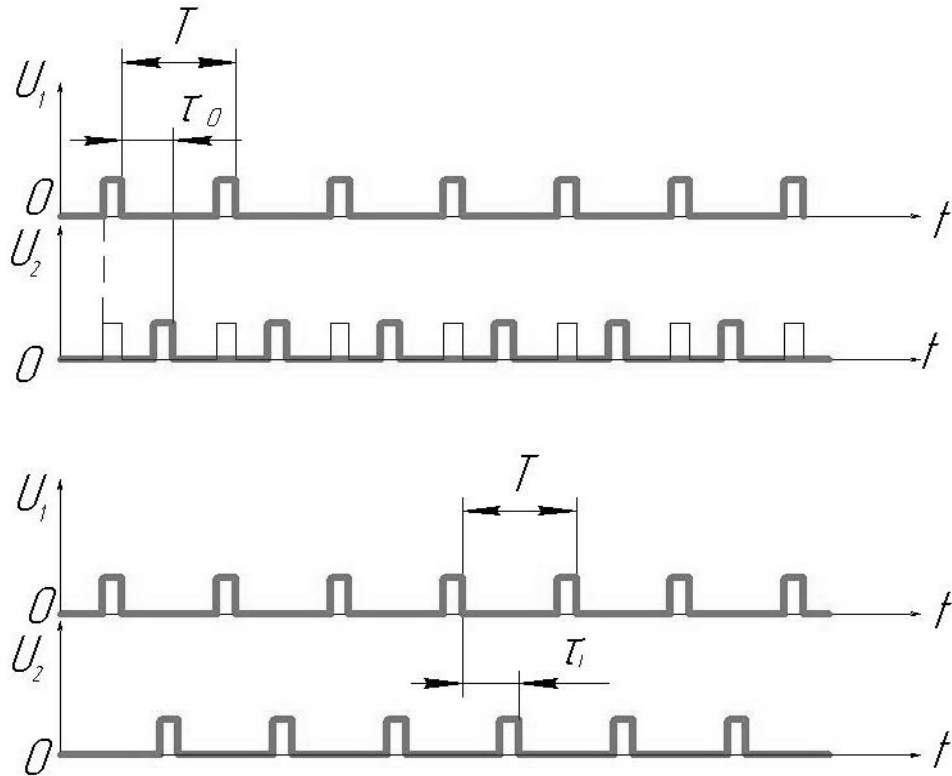


Рис. 2. Схема визначення кута повороту за допомогою датчиків Холла і магніту в координатах t-час, U -напряга

Так як перший датчик Холла, закріпленний на корпусі є нерухомим, то за його імпульсами можна визначити частоту обертання ведучого вал-диска за формулою:

$$n = \frac{30 \cdot \omega}{\pi} = \frac{30 \cdot 2\pi}{\pi \cdot T} = \frac{60}{T},$$

де T – період імпульсів першого датчика Холла, с; ω – кутова швидкість ведучого вал диска, рад/с.

Датчики на віскозиметрі встановленні з попереднім зміщенням, яке викликає зміщення імпульсів, що вимірюється часом τ . ПАК дозволяє анулювати час зміщення, в результаті чого отримується умовне співпадання датчиків, ніби вони встановлені один під одним і їх імпульси повністю співпадають в часі. При повороті стакану з веденим диском кут між датчиками збільшується зі збільшенням відповідно і τ . Чим більший кут повороту веденого диска, тим більше значення τ . Для вимірювання кута повороту використовується відношення τ/T . Оскільки τ лежить в межах від 0 до T , то відношення τ/T змінюється в межах від 0 до 1. Домноживши його на 360 отримаємо кут повороту від 0 до 360°.

Загальний вигляд мікроконтролера з периферійними пристроями зображено на рис. 3.

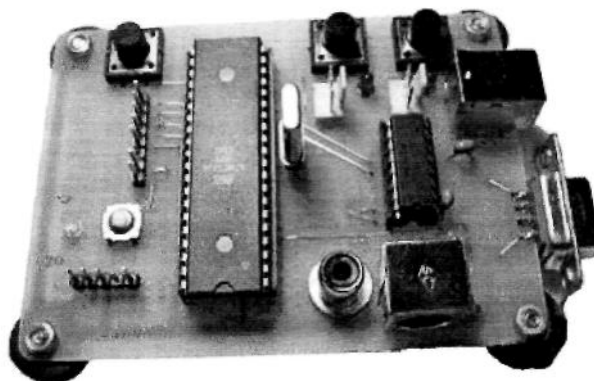


Рис. 3. Загальний вигляд АТМега16 з пристроями.

Мікроконтролер під час роботи вимірює інтервали часу між імпульсами датчиків Холла, загальний вигляд яких зображено на рис. 4. Точність імпульсів визначена кварцевим генератором і складає приблизно $9,1 \times 10^{-8}$ с. Контролер передає їх на комп'ютер в форматі даних за допомогою послідовного інтерфейсу RS232. Загальний алгоритм роботи АТМega16 показано на рис. 5.



Рис.4. Загальний вигляд датчика Холла



Рис.5. Алгоритм роботи мікроконтролера АТМega16 для вимірювання інтервалів часу

Для обробки отриманих даних в реальному часі створена програма «Віскозиметр». Вона візуалізує отримані дані залежностей ВТХ в числовому та графічному вигляді. Додатково програма дозволяє виконувати масштабування графіків та зберігання числових даних в текстовому форматі.

Програма також відображає частоту обертання ведучого диска, кут повороту веденого диска і кінематичну в'язкість.

Калібрування приладу було проведено на основі еталонних зразків оливок, які досліджувались згідно ГОСТ 33-2000

Недоліком даного програмно-апаратного комплексу є обмежені можливості вимірювання в'язкостей менше 8 і більше 600 сСт. В зв'язку з цим перспективним напрямком подальших досліджень може бути вдосконалення ПАК шляхом підвищення чутливості віскозиметра.

Висновки:

1. Розроблений ПАК поєднує в собі переваги високої експлуатаційної технологічності, достатньої точності (в межах 5 %) вимірювань та порівняно невеликої собівартості.
2. Розроблений ПАК дозволяє проводити дослідження в'язкості експлуатаційних матеріалів і інших в'язких середовищ в межах 8...600 сСт, з побудовою ВТХ
3. Розширення функціональних параметрів запропонованого ПАК можливе шляхом конструктивного підвищення чутливості віскозиметра.

1. www.viskozimetr.ru
2. ГОСТ 1532-81 "Вискозиметры для определения условной вязкости. Технические условия"
3. ГОСТ 6258-85 "Нефтепродукты. Метод определения условной вязкости"
4. ГОСТ 33-2000 "Нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической вязкости и расчет динамической вязкости".
5. ГОСТ 10028-81 "Вискозиметры капиллярные стеклянные. Технические условия".
6. Технічна гідромеханіка. Гідравліка і гідропневмопривід: Підручник / В.О.Федорець, М.Н., О.О.Федорець, В.Б.Струтинський, О.М.Яхно, Ю.В.Слисеев; За ред. В.О.Федорця. - Житомир: ЖІТІ, 1998. - 412 с.
7. Полянський С. К., Коваленко В. М. Експлуатаційні матеріали: Підручник. — К.: Либідь, 2003. — 448 с.
8. Черниш І.Г. Експлуатаційні матеріали транспортних засобів: Навчальний посібник. - Житомир: ЖІТІ, 1998. - 264 с.