

ОГЛЯД МЕТОДІВ ОЦІНКИ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ МОТОРНОЇ ОЛИВИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі виконано огляд методів оцінки показників якості моторної оливи. Проаналізовано стандартизовані методи та експрес-методи визначення показників якості моторної оливи.

Ключові слова: моторна олива, якість, стандартизовані методи, експрес-методи, бортова діагностика

Abstract

The paper provides a review of methods for assessing the quality of engine oil. Analyzed standardized methods and express methods for determining the quality of engine oil.

Keywords: motor oil, quality, standardized methods, express methods, on-board diagnostics

Моторні оливи призначені для зниження витрат енергії на тертя та забезпечення надійності експлуатації двигунів внутрішнього згоряння. Основним нормативним документом, що регламентує основні показники моторних олив, є ДСТУ 9032:2020 «Нафтопродукти. Оливи моторні. Загальні технічні вимоги». Основними показниками, що характеризують якість моторних олив є: температура самозаймання, °С; температура спалаху у відкритому тиглі, °С; в'язкість кінематична при 100°С, мм²/с; в'язкість динамічна при -10 ... -35° С, мПа·с; в'язкість динамічна при 150°С, мПа·с; лужне число, мгКОН/г; сульфатна зольність, % мас.; вміст активних елементів: S, P, Zn, Ca та ін, % мас.; вміст води, % мас.; вміст механічних домішок, % мас.

Методи оцінки показників якості моторної оливи можна класифікувати на:

- стандартизовані, які є затвердженими окремими державами чи міжнародними організаціями методики: ДСТУ, ASTM, DIN, EN та інших;

- експрес-методи, що використовуються для мінімізації трудовитрат щодо показника якості.

Експрес-методи можуть бути:

- лабораторними, тобто призначеними для використання у стаціонарних або мобільних лабораторіях;

- бортовими, тобто вбудованими у бортову систему автомобіля.

Стандартизовані методи для оцінки властивостей моторної оливи відтворюють умови максимально наближені до реальних умов роботи автомобіля.

В'язкість кінематична, визначена при температурі 100°С, імітує процес протікання оливи каналами системи мащення двигуна при робочій температурі. Відповідно до ДСТУ ГОСТ 33-2003 або ASTM D445 вимірюється час протікання певного об'єму рідини через капіляр заданого діаметра за певної температури.

В'язкість динамічна низькотемпературна характеризує процес запуску двигуна за від'ємної температури навколишнього середовища. Визначається за ДСТУ 8349:2015 або ASTM 5293. Комірка, що складається з ротора і статора, заповнюється моторною оливою. Після охолодження комірки до температури -5°С...-35°С на електродвигун подається певний струм. Охолоджена олива ускладнює обертання ротора, швидкість якого буде зменшуватися зі збільшенням в'язкості оливи. Значення в'язкості розраховується ЕОМ шляхом порівняння швидкості обертання ротора зі швидкістю обертання в оливах з відомими значеннями в'язкості [1].

В'язкість динамічна високотемпературна, в англомовній літературі називається НТНС-в'язкість (high temperature high shear), що характеризує роботу оливи в підшипниках ковзання колінчастого валу двигуна. Відповідно до ASTM D4683, ASTM D4741, ASTM D5481, SEC-L-36-90 визначається сила опору обертанню ротора, що забезпечує градієнт зсуву 10⁶ с⁻¹, в моторній оливі, нагрітій до температури 150°С [1].

Метод оцінки лужного числа моторної оливи імітує процес окиснення комплексу присадок в процесі роботи двигуна. Інакше цей показник називається числом нейтралізації та визначається: ASTM

D664, ДСТУ ISO 3771:2019, ISO 6619, DIN ISO 3771, ASTM D2896 – шляхом окислення оливи кислотою та контролю потенціалу розчину. Водневий показник рН у неводних середовищах визначається погано, тому різні методики припускають використання різних розчинників та граничних значень, при яких присадки в оливі вважаються окисленими. Для окислення використовуються одноосновні соляна чи хлорна кислоти. Соляна кислота не може окислити всі присади комплекси сучасних моторних олив. Тому рядом стандартів, наприклад, ASTM D2896, наказується окислення хлорною кислотою та контроль потенціалу розчину. Лужне число розраховується за обсягом кислоти, витраченої на окиснення оливи [1].

Температура спалаху у відкритому тиглі характеризує наявність у оливі легкокиплячих фракцій. Визначення відбувається за ASTM D92 або ДСТУ ГОСТ 4333:2018 шляхом поступового нагрівання оливи та періодичного піднесення до неї відкритого полум'я. Коли пари оливи накопичуються у певній концентрації та відбувається спалах, фіксується температура моторної оливи.

Визначення густини проводиться за ДСТУ ГОСТ 31072:2006 або ASTM D1298 шляхом занурення ареометра в циліндр з оливою до стану рівноваги і зчитування глибини занурення за шкалою, що тарується в одиницях густини.

Визначення механічних домішок здійснюється за ГОСТ 6370-79 методом фільтрування моторної оливи з розчинником. За масу механічних домішок приймається різниця між масою чистого фільтра та фільтра із забрудненнями. Для визначення питомого значення маса забруднень ділиться на масу відфільтрованої моторної оливи.

При необхідності кількісного визначення води у нафтопродуктах використовується ДСТУ ISO 3733:2017. Розведену розчинником моторну оливу нагрівають у колбі з холодильником. Вода з розчинником переганяється в градуйовану пастку і розшаровується.

Визначення сульфатної золи здійснюється за ДСТУ ISO 3987:2019. Для цього оливу спалюють, і кутистий залишок обробляють сірчаною кислотою. Продукти хімічної реакції прожарюють за температури 775°C. Після окислення вуглецю залишок знову обробляється кислотою та доводиться до постійної маси. Сульфатна зола визначається як відношення маси залишку до маси навішування оливи.

Аналітичними методами в моторній оливі визначаються елементи присадок та металеві частинки зносу. Рентгенівський флуоресцентний метод з дисперсією по довжинах хвиль передбачає опромінення зразка рентгенівськими променями та оцінку інтенсивності вторинного випромінювання на довжинах хвиль, характерних для обумовленого елемента [1-3]. Вміст окремих елементів визначається відповідно до методик: ASTM D2622, ASTM D4294, ASTM D4927, ASTM D6481, ASTM D6443, ASTM D7751. Альтернативним аналітичним методом є ASTM D5185, мас-спектрометрія з індуктивно-пов'язаною плазмою, що полягає у визначенні детектором іонів з різним співвідношенням маси до заряду. Індуктивно-пов'язана плазма, в якій згоряє попередньо розпорошений аналізований зразок, є джерелом іонів. Для використання зазначених методів потрібне попереднє градуювання приладів за зразками з відомим вмістом елементів.

Груповий склад оливи визначається відповідно до ASTM E2412. Через кювету зі зразком пропускається інфрачервоне випромінювання. Поглинання на певних довжинах хвиль відбуватиметься залежно від виду хімічної сполуки речовин, що входять до оливи. За інтенсивністю поглинання визначається молярна концентрація сполуки у зразку. Після побудови калібрувань за характерними піками поглинання можна визначити вміст присадок, води, гліколю, сажі, палива. Крім того, можливе визначення кисне- і азотовмісних сполук, що утворюються в процесі експлуатації двигуна.

Для підвищення оперативності отримання результатів та зниження трудовитрат при аналізі моторних олив використовуються експрес-прилади. Існують як комплекти, так і окремі прилади контролю якості.

Так метод падаючої кульки, розроблений Дж. Стоксом, знайшов застосування в експрес-приладах для визначення динамічної в'язкості. Час падіння сталеві кульки в випробуваній оливі порівнюється з часом падіння такої ж кульки в оливах з відомою в'язкістю [2].

Фізико-хімічні методи передбачають проведення хімічної реакції та оцінку зміни фізичного показника, наприклад, підвищення тиску або температури, що корелює з досліджуваним показником якості моторної оливи. Для визначення властивостей оливи до певного обсягу зразка додається спеціальний реактив. Результати реакції можуть бути зафіксовані аналоговими чи електронними приладами. Такими методами можна визначити вміст води, лужне та кислотне числа.

Метод краплинної проби передбачає нанесення краплі оливи на фільтрувальний папір. Оцінка плями, що складається з декількох концентричних кіл, проводиться після висихання в світлі, що

проходить і відбитому. За кольором визначається ступінь забруднення та окислення оливи, за характером меж кіл оцінюється вміст палива і води, по відношенню квадратів діаметрів кіл розраховуються мийно-диспергуючі властивості.

Датчики контролю оливи, що вбудовуються в бортову мережу автомобіля, в першу чергу призначені для попередження потенційно небезпечних станів двигуна. При виході контрольованих параметрів за межі допустимих значень на панелі приладів вмикається індикатор, що вказує на необхідність втручання в роботу систем автомобіля [2].

У системі мащення автомобільного двигуна застосовуються датчики, що фіксують тиск оливи, температуру оливи, рівень оливи, рівень та температуру оливи (комбінований), рівень та якість оливи (комбінований), вміст деяких речовин в оливі.

Датчик тиску – найпоширеніший і найінформативніший прилад. Він визначає фізичний параметр безпосередньо та інформує водія про аварійну зміну тиску оливи в системі. Враховуючи значну кількість причин виникнення цієї несправності, водій автомобіля не спроможний самостійно її визначити. Крім того, для оцінки деяких несправностей потрібне додаткове діагностичне обладнання.

Для підвищення інформативності в систему мащення двигуна стали вбудовувати датчики температури та рівня оливи. Датчик температури оливи, як правило, є термпарою або опором, що спрямовує відповідний сигнал до електронного блоку управління. Датчик рівня оливи покликаний звільнити водія від періодичної перевірки рівня оливи у двигуні. При цьому виключаються людський фактор та можливість потрапляння в оливу сторонніх речовин.

Оцінити потрапляння в оливу сторонніх продуктів покликаний діелектричний датчик. Він позиціонується як «датчик рівня та якості оливи» і є круглим конденсатором. При зміні властивостей моторної оливи змінюється ємність конденсатора. Встановлюючи такий датчик в коливальний контур, можна виміряти ємність конденсатора і перерахувати вміст палива в оливі. Однак на діелектричну проникність моторної оливи впливають усі домішки, що потрапляють у процесі експлуатації, а особливо вода та метали. Навіть незначний вміст води викликає сильну зміну діелектричної проникності. При цьому датчик стає нечутливим до інших домішок у оливі.

Датчики вмісту металів працюють за принципом магнітної проникності та можуть бути вбудовані в систему мащення. Такі датчики нечутливі до вмісту палива та води.

Дослідження визначення діагностичних показників моторної оливи безпосередньо на автомобілі активно ведуться виробниками автомобілів. Найбільшого розвитку отримали електрофізичні показники для розробки датчиків і програмне забезпечення контролю якості моторних олів [2].

Висновки. Контроль якості моторної оливи в процесі експлуатації, особливо вбудованими датчиками, дозволяє шляхом регулярного спостереження за змінами складу та властивостей оливи визначати стан та залишковий ресурс моторної оливи, а також контролювати технічний стан двигуна з метою попередження критичних відмов та несправностей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Григорьев М. А., Бунаков Б.М., Долецкий В.А. Качество моторного масла и надежность двигателей / М.:Изд-во стандартов, 1981, 231 с.
2. Лаушкин А.В., Хазиев А.А. Современные методы экспресс-контроля эксплуатационных показателей работавших моторных масел // Сборник трудов по материалам 63-ой научно-методической и научно-исследовательской конференции МАДИ (ГТУ). М.: МАДИ (ГТУ), 2005. С. 120-125.
3. Хазиев А.А. Разработка механизма оценки состояния работавшего моторного масла по физико-химическим показателям // Вестник МАДИ. 2014. Вып. № 4 (39). С. 11-17.

Садич Ігор Ігорович – магістрант групи ІАТ-21м, Факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Смирнов Євгеній Валерійович – канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Sadych Ihor – student of group ІАТ-21m, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University

Smyrnov Yevhenii – PhD (Eng.), associate professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia