

ПОКАЗНИКИ ОЦІНКИ ЗАБРУДНЕНOSTІ ПРАЦЮЮЧОГО МОТОРНОГО МАСТИЛА

Під час експлуатації двигунів внутрішнього згоряння під впливом багатьох чинників змінюються фізико-хімічні властивості моторного мастила – вона старіє. Основними напрямками старіння мастила, які тісно пов'язані між собою, є окислення вуглеводневої основи, спрацьовування присадок, забруднення.

Окислення вуглеводневої основи моторного мастила спричиняється його високим нагріванням у присутності кисню повітря.

Присадки в мастилі витрачаються на нейтралізацію кислих продуктів, що накопичуються за рахунок окислення мастила і згоряння палива, а також на диспергування продуктів забруднення шляхом сорбції на їхній поверхні, на гальмування окислювальних процесів. Спрацьовування присадок супроводжується утворенням нерозчинних оксидів і солей металів, а також органічних продуктів, здатних вступати у взаємодію з продуктами окислення вуглеводневої основи мастила [1, с. 210-211].

Забруднення мастила відбувається через накопичення в ньому розчинних і нерозчинних речовин, що утворюються внаслідок окислювання, спрацьовування присадок, термоокисної деструкції мастила, а також речовин, що потрапляють ззовні: палива, продуктів неповного його згоряння, води, пилу повітря і продуктів зносу деталей двигуна. Забруднюючі домішки викликають підвищений знос і задир деталей, забруднюють масляні канали і фільтри, відкладаючись на поверхнях деталей, погіршують надходження мастила до пар тертя, що призводить до зниження надійності роботи двигуна [2, с. 56-58].

Кожне з умовно виділених напрямків старіння мастила прямо або опосередковано контролюють або характеризують за допомогою одного або декількох фізико-хімічних показників, що визначаються шляхом аналізу проб працюючого мастила, відібраних з системи змащення двигуна. Досвід дослідження моторних мастил показує, що ступінь окисленості їх базової основи, накопичення в них нерозчинного осаду і спрацьованості основних функціональних присадок можуть бути в достатній мірі об'єктивно оцінені за такими показниками: в'язкості, лужному числу, забрудненості, диспергуючій здатності, температурі спалаху, присутності води [3, с. 139-142].

Найбільш простим методом оцінки забрудненості є метод крапельної проби мастила на лабораторному фільтрувальному папері. Однак його роздільна здатність не перевищує 1,5%. Застосування цього методу можливе також для оцінки диспергуючих властивостей мастила. Значення показника диспергуючих властивостей, розрахованого за величиною характерних зон крапельної проби, не повинно бути нижче 0,3-0,35 ум.од.

Для кількісної оцінки забруднення мастила застосовують різні способи визначення нерозчинних в бензині домішок: методи визначення вмісту механічних домішок, нерозчинних осадів, фотометричний метод оцінки забрудненості працюючих мастил.

Метод визначення вмісту механічних домішок за ДСТУ 6370:2021 полягає у фільтрації бензинового розчину працюючого мастила через паперовий фільтр. Впровадження в експлуатацію мастил з підвищеними диспергуючими властивостями зробило непридатним цей метод. У зв'язку з цим для працюючих мастил був застосований метод визначення вмісту нерозчинних осадів центрифугуванням [3, с. 34]. Однак повне осадження найбільш дрібних частинок при цьому не забезпечується. У мастилах груп Г і Д неосаджувані і, отже, неоціненні частинки складають до 80% забруднень, тобто результатом аналізу є відносний вміст грубодисперсних частинок.

Фотометричний метод базується на нефелометричному ефекті, що полягає в ослабленні світлового променя, що проходить крізь розчин мастила в бензині за рахунок розсіювання світла нерозчинними частинками. Ослаблення інтенсивності падаючого променя пропорційне концентрації дисперсних частинок, що робить можливим використання цього методу для оцінки забруднення працюючих мастил. На ряду з точністю визначення істотною перевагою методу є швидкість аналізу: час визначення становить 15-20 хв. У комплексах бракувальних параметрів зазвичай не вказують граничне значення фотометричного коефіцієнта забрудненості працюючих мастил. Тому існує необхідність встановлення залежності між ним і вмістом нерозчинних осадів, граничними значеннями яких зазвичай вказують 2,5-4%.

Встановлено, що поява в моторному мастилі нерозчинних частинок, розмір яких перевищує 3 мкм, супроводжується втратою диспергувально-стабілізуючої здатності мастила, при цьому дрібні частинки (менше 0,5 мкм), як правило, в мастилі відсутні. Навпаки, якщо в мастилі переважають дрібні частинки (0,1-0,5 мкм), мийна присадка продовжує ефективно діяти. Таким чином, чим вище будуть

диспергуючі властивості мастила, то більший вміст нерозчинних забруднень може бути допущено без ризику випадання їх в осад або скорочення ресурсу двигуна через підвищені зноси і нагаровідкладення.

Для прискореної оцінки забрудненості працюючих моторних мастил продуктами, що утворюються при експлуатації двигунів, застосовують фотометричні методи, сутність яких полягає в розчиненні проби випробуваного мастила в бензині, визначенні оптичної щільності розчину на колориметрі і обчисленні фотометричного коефіцієнта забрудненості. Вважається, що фотометричний коефіцієнт забрудненості пропорційний концентрації нерозчинного в якому-небудь розчиннику осаду, виділеного на стандартних фільтрах або лабораторних центрифугах при заданих умовах. Для встановлення залежності коефіцієнта забрудненості від масової частки нерозчинних осадів в працюючих мастилах зазвичай будують для кожної марки дизеля і мастила графік кореляційної залежності.

Працююче мастило в загальному вигляді можна уявити як двокомпонентну систему, що включає оптично прозоре середовище (вихідне мастило) і непрозорі, що поглинають світло частинки (нерозчинні домішки різного походження).

Радіуси частинок дорівнюють r_i , причому виконується умова $r_i \gg \lambda$, де λ – довжина хвилі, на якій виконується вимірювання оптичної щільності мастила. Нафтові мастила, що містять тверді забруднення, є малокоцентрованими суспензіями, а якщо врахувати, що для визначення коефіцієнта забрудненості використовується розчин мастила в бензині, можна допустити, що окремі частинки при руху не стикаються. В цьому випадку на кожну частинку окрім сили тяжіння G , направленої вертикально донизу, діє підйомна сила A , направлена вертикально догори, і сила спротиву середовища R , направлена протилежно руху, тобто також вертикально догори. В розрахунках прийняті допущення: забруднюючі домішки складаються з сферичних частинок одного еквівалентного діаметра і однакової щільності. На основі другого закону механіки для випадку осадження частинки в рідині при ламінарному режимі обтікання рівнодіюча трьох сил (тяжіння, підйомної, спротиву середовища) дорівнює добутку маси на прискорення, в диференціальне рівняння руху частинки має вигляд

$$m \frac{d\omega}{dt} = G - A - R, \quad (1)$$

де m – маса частинки, ω – швидкість руху частинки.

Після відповідних перетворень, був визначений час, необхідний для повного осадження нерозчинних частинок в розчині мастила, і з'ясовано, що в основному на його величину впливають в'язкість, розміри і щільність частинок, а також щільність розчину мастила в бензині.

Фотометричний коефіцієнт забрудненості розраховується за формулою

$$\tau = \ln 10 \cdot \frac{i}{\sigma} \cdot D, \quad (2)$$

де i – ступінь розчинення мастила розчинником, σ – товщина шару розчину мастила, D – оптична щільність мастила, яка визначається по фотоелектроколориметру.

Вважаючи, що концентрація домішок невелика і вимірювання проводяться в одиничному об'ємі розчину мастила, після перетворень отримуємо залежність фотометричного коефіцієнту забрудненості від концентрації домішок $\tau(K)$ у вигляді дробово-лінійної функції

$$\tau = \frac{a+gK}{1-K}, \quad (3)$$

де $a \approx 31,42 r$, $g \approx 15 \frac{\rho_M}{r \cdot \rho_r} - 31,42 r$, K – концентрація домішок, r – радіус частинки, ρ_M – щільність розчину мастила, ρ_r – щільність частинки.

Графік цього рівняння є рівнобічною гіперболою, робоча ділянка якого розташована в I чверті (позитивні значення τ і K). При змінненні концентрації нерозчинних домішок від 0 до 1 коефіцієнт забрудненості буде монотонно збільшуватись. Встановлена залежність фотометричного коефіцієнту забрудненості від концентрації домішок може бути використана для визначення гранично-допустимого значення фотометричного коефіцієнта забрудненості при контролі мастила в експлуатації.

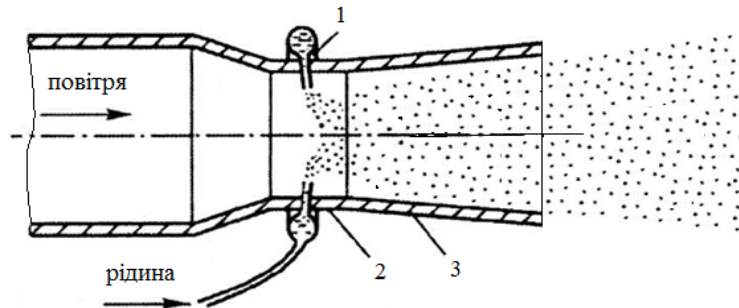
Список літератури

1. Дашивець Г. І., В'юник О. В. Закономірності змінення лужності моторних мастил в процесі експлуатації двигунів. Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації»: Зб. наук. праць. Переяслав, 2024. Вип. 102. С. 210-212.
2. Масюк А. М., Дашивець Г. І., Бондар А. М. Встановлення часових залежностей накопичення забруднень в мастилах тракторних двигунів // Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції: матеріали міжнародного науково-практичного форуму ТДАТУ. Мелітополь: ФОП Однорог Т. В. 2019. Частина 1. С. 56-59.

23. В. Л. Куликівський, Поліський національний університет

ОСНОВНІ АСПЕКТИ УТВОРЕННЯ КРАПЕЛЬ АЕРОЗОЛЮ ПНЕВМАТИЧНИМИ РОЗПИЛЮВАЧАМИ КАМЕРНИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ

Пневматичні розпилювачі широко застосовуються у сільському господарстві при хімічному захисті рослин [1, с. 121] та під час передпосівної обробки насіннєвого матеріалу, в різних конструкціях камерних технічних засобів [2, с. 135]. Пневматичний розпилювач складається з відцентрового вентилятора (компресора) та насадок. Рідкий препарат подається насосом, через жиклери в насадку, під невеликим надлишковим тиском у швидкісний потік повітря, створюваний вентилятором, де подрібнюється на дрібні краплі (рис. 1). З насадки в робочу камеру випускається турбулентний повітряно-крапельний струмінь грубодисперсного аерозолю, який обробляє насіннєвий матеріал. Повітряний потік, створюваний вентилятором, у технологічному процесі передпосівної підготовки виконує завдання подрібнення робочого розчину на краплі дисперсної системи і переміщення невеликих об'ємів рідини до насіннєвого матеріалу, що обробляється. Повітряний потік також повинен мати високу проникаючу здатність, щоб переміщати краплинки аерозолю всередину оброблюваного шару насіння.



**Рис. 1. Схема роботи пневматичного розпилювача:
1 – жиклер; 2 – насадка; 3 – сопло**

У пневматичних системах технічних засобів важливе значення має правильний підбір вентилятора, що забезпечує необхідну продуктивність та швидкість аерозольного потоку. Якщо продуктивність вентилятора буде недостатня, повітряний потік втратить частину крапель робочої рідини аерозолю, внаслідок чого якість обробки насіннєвого матеріалу погіршиться. Коли продуктивність буде висока, то швидкісний повітряний потік здуватиме посівний матеріал з робочої зони, притискаючи його із краплями робочої рідини до стінок оброблюваної камери, не забезпечуючи рівномірності та площі покриття насіння. Для забезпечення працездатності вентилятора у всіх режимах, необхідно знати необхідну максимальну та мінімальну продуктивність. Тоді у проміжних режимах можемо отримати необхідну продуктивність вентилятора, наприклад, за рахунок зміни частоти обертання робочого органа.

Досягти мінімального розміру окремих частинок рідини (до 40...45 мкм), що відповідає вимогам монодисперсного дрібного аерозолю, можливо шляхом подрібнення краплі (первинної), отриманої різними типами розпилювачів, об нерухому перешкоду – розсікач. Імовірно, у цьому випадку діаметр крапель (вторинних), які утворилися після подрібнення початкових, буде одного розміру з краплинами, що рухаються і аерозоль з полідисперсного перетвориться на монодисперсний. Не виключається також припущення, що у деяких випадках великі початкові краплі можуть осідати на перешкоді, і в даному разі розсікач відсікатиме їх від основної маси аерозольного потоку. Розглянемо механізм утворення вторинних крапель, для зручності розіб'ємо його на кілька етапів (рис. 2). На початковому (першому) етапі за імпульсної, короткотривалої взаємодії, або так званого – удару первинної краплі об розсікач, контакт насамперед складається з однієї точки. Надалі, під час розвитку процесу зіткнення, крапля деформується (сплющується), а площа контакту зростає і на межі контакту рідини з твердим тілом (перешкодою) утворюється в'язкий граничний шар. У цей час утворюється ударна хвиля, приєднана до периметру поверхні контакту. Кругла плівка, що утворилася після зіткнення (удару), у місці контакту, спочатку збільшується в діаметрі, потім починає набувати овальної форми у напрямку краю розсікача, під дією тиску потоку повітря і ударної хвилі. Водночас зона контакту розширюється, у радіальному напрямку, зі швидкістю більшою за стрімкість поширення ударної хвилі.