

УДК 621.225.001.1

**ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ МОТОРНИХ МАСЕЛ ЗА  
ХАРАКТЕРИСТИЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ В ПРОЦЕСІ  
ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДВИГУНІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН**

**EVALUATION OF THE TECHNICAL CONDITION OF MOTOR OILS  
BASED ON CHARACTERISTIC INDICATORS DURING OPERATION OF  
AGRICULTURAL MACHINERY ENGINES**

**А. І. Панченко, д-р техн. наук, А. А. Волошина, д-р техн. наук,**

**І. А. Панченко, Г. В. Лупинос**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

***Анотація.** У статті розглянуто проблему забезпечення надійності експлуатації двигунів внутрішнього згорання сільськогосподарської техніки шляхом дослідження зміни якісних показників моторних масел у процесі їх роботи. Показано, що в умовах реальної експлуатації мобільних сільськогосподарських машин моторне масло зазнає інтенсивних фізико-хімічних перетворень, обумовлених дією високих температур і тисків, контактом з продуктами неповного згорання палива, накопиченням механічних домішок і води, а також поступовим спрацьовуванням пакета присадок. В результаті цих процесів відбувається погіршення мастильних, протизносних та захисних властивостей олії, що негативно впливає на технічний стан та ресурс двигунів. Метою дослідження є встановлення закономірностей зміни характеристичних параметрів моторних масел залежно від напрацювання двигуна. У роботі використано експериментальну методику відбору та аналізу проб моторного масла з визначенням лужного і кислотного чисел, протизношувальних і протизадирних властивостей, в'язкісних характеристик та температури спалаху. Встановлено, що найбільш інформативними показниками технічного стану моторного масла є лужне число та протизношувальні властивості, граничні значення яких досягаються при напрацюванні 200–250 мотогодин. Обґрунтовано доцільність визначення строків заміни моторних масел за їх фактичним технічним станом, що дозволяє підвищити надійність експлуатації двигунів та знизити експлуатаційні витрати.*

***Ключові слова:** моторне масло, бракувальний показник, протизадирні властивості, протизносні властивості, лужне число, кислотне число, характеристичні параметри.*

### **Вступ**

Забезпечення надійності та довговічності двигунів внутрішнього згорання сільськогосподарської техніки є одним із ключових чинників ефективного функціонування агропромислового комплексу. Умови експлуатації мобільних сільськогосподарських машин характеризуються значними змінними навантаженнями, підвищеною запиленістю, коливаннями температурних режимів та тривалими періодами роботи, що істотно впливає на технічний стан агрегатів, насамперед двигунів.

Вирішальну роль у забезпеченні працездатності та функціональної стабільності двигунів відіграє моторне масло, яке одночасно виконує змащувальну, охолоджувальну, мийну та захисну функції. У процесі експлуатації моторне масло зазнає складних фізико-хімічних змін, пов'язаних із термічним та окиснювальним старінням, накопиченням продуктів неповного згорання палива, води, механічних домішок і продуктів зношування деталей. Це призводить до поступового погіршення його службових властивостей, зниження ефективності роботи присадок та утворення відкладень на поверхнях деталей двигуна.

Старіння та забруднення моторного масла обумовлюють підвищений знос деталей циліндропоршневої групи, погіршення тепловідведення, зростання корозійного та

абразивного зношування, що в кінцевому підсумку знижує безвідмовність і ресурс двигуна. У зв'язку з цим актуальним є перехід від регламентної заміни масел за напрацюванням до заміни за їх фактичним технічним станом. Такий підхід потребує визначення інформативних характеристичних параметрів моторного масла та гранично допустимих значень, які можуть бути використані як браковочні показники.

Отже, дослідження закономірностей зміни якісних показників моторних масел у процесі експлуатації двигунів сільськогосподарської техніки є актуальним науково-практичним завданням, спрямованим на підвищення надійності та економічної ефективності їх використання.

### Аналіз останніх досліджень

Питання зміни фізико-механічних і службових властивостей моторних масел у процесі експлуатації двигунів внутрішнього згоряння є предметом багаторічних досліджень вітчизняних і зарубіжних науковців. У працях [1–3] показано, що моторне масло в умовах високих температур, тисків і контакту з продуктами згоряння зазнає складних термоокиснювальних і фізико-хімічних перетворень, які призводять до погіршення його змащувальних, мийних і захисних властивостей.

У роботах [4, 5] встановлено, що процес старіння моторних масел супроводжується накопиченням продуктів неповного згоряння палива, металевих частинок зношування та зовнішніх забруднень. При цьому дисперсний склад механічних домішок має визначальний вплив на інтенсивність абразивного зношування деталей циліндро-поршневої групи та підшипників ковзання. Переважна кількість твердих частинок у відпрацьованих маслах має розміри 5...10 мкм [6], однак наявність частинок розміром до 100 мкм різко підвищує зношування поверхонь тертя. Встановлено [7], що склад мастильного матеріалу та пов'язані з ним трибопенки впливають на ступінь деформації в підповерхневих шарах і, отже, на зносостійкість.

Відомо [1, 2, 8], що традиційні показники якості моторних масел, зокрема кінематична в'язкість і температура спалаху, не завжди можуть бути використані як універсальні критерії граничного стану масла. Їх значення суттєво залежать від режимів роботи двигуна, умов експлуатації та кліматичних факторів, що ускладнює визначення обґрунтованих інтервалів заміни масел. Проведено комплексне дослідження, спрямоване на розробку обґрунтованої методики та підбір відповідного апаратурного забезпечення для ефективного очищення робочих рідин [9]. Ключовою метою цього етапу було продовження строку служби масел та забезпечення високої експлуатаційної надійності гідравлічних систем самохідної сільськогосподарської техніки. Розроблено та досліджено математичні моделі надійності самої системи очищення з урахуванням її структурних та робочих характеристик. На основі цих моделей було отримано ймовірність станів системи очищення [9]. Ці ймовірнісні характеристики були інтегровані у процес визначення комплексних показників надійності всієї гідравлічної системи.

Доведено [10], що істотний вплив на довговічність двигуна мають протизношувальні та протизадирні властивості моторних масел, які визначаються ефективністю відповідних присадок. Срацьовування цих присадок призводить до зростання інтенсивності граничного тертя, появи задирів і прискореного зношування деталей циліндропоршневої групи, особливо в зонах верхньої мертвої точки.

Разом з тим аналіз літературних джерел [1–10] показує, що питання комплексного визначення закономірностей зміни характеристичних параметрів моторних масел у двигунах сільськогосподарської техніки з урахуванням реальних умов експлуатації залишаються недостатньо дослідженими. Це зумовлює необхідність подальших експериментальних досліджень, спрямованих на обґрунтування браковочних показників та строків експлуатації моторних масел.

### Основний матеріал дослідження

Ефективність сільськогосподарського виробництва значною мірою визначається працездатністю тракторів та іншої техніки в різних умовах експлуатації. При цьому особливо актуальними є питання забезпечення функціональної стабільності та надійності експлуатації найбільш складних агрегатів, зокрема двигунів. Працездатність двигунів визначається технічним станом їх складових частин, а стабільність функціональних показників безпосередньо залежить від якості змащувальної оливи, особливо від ступеня її забруднення.

Старіння та забруднення моторних оливи, а також спрацювання присадок і утворення відкладень на деталях двигуна внутрішнього згоряння зумовлюють такі негативні наслідки:

- закоксування поршневих кілець, їх пригорання та повну втрату рухливості;
- підвищення температури деталей циліндропоршневої групи внаслідок погіршення тепловідведення в оливу;
- заклинювання клапанів у напрямних втулках;
- зменшення прохідного перерізу впускних і випускних трактів;
- забруднення сіток маслоприймачів, фільтрувальних елементів і масляних каналів системи змащення;
- закоксування та подальше заклинювання запобіжних клапанів у системі змащення;
- збільшення в'язкості оливи, що ускладнює її подачу до пар тертя під час пуску двигуна;
- корозійне зношування деталей циліндропоршневої групи сірковмісними сполуками та підшипників колінчастого вала органічними кислотами;
- абразивне зношування деталей твердими частинками забруднень.

Перелічені чинники спричиняють істотне зниження безвідмовності та довговічності двигунів сільськогосподарських машин, що, зокрема, проявляється у підвищеному зношуванні та зниженні ресурсу їх основних елементів.

Встановлено, що моторне масло в процесі роботи двигуна перебуває в умовах високих температур і тисків, контактує з повітрям, продуктами неповного згоряння палива, конденсованими парами води, пилом, а також з металевими поверхнями деталей і продуктами їх зношування.

Основними зонами двигуна, в яких відбуваються процеси зміни властивостей самого масла, є камера згоряння, зона поршня та поршневих кілець, зона картера. У камері згоряння, внаслідок високої температури (понад 1000 °C), переважають процеси згоряння масла з утворенням продуктів неповного згоряння (вуглецевих частинок), а також процеси термічного розкладання та окиснення масла. Так як температура у верхньому поясі поршня зазвичай не перевищує 220...300 °C, а на юбці 120...180 °C, то переважаючими процесами в зоні поршневих кілець є окислювальній полімеризації. Процеси термічного розкладання спостерігаються лише у верхній частині поршня (зоні найвищої температури).

Інтенсивне розбризкування масла з утворенням масляного туману, а також невисока температура масла в картері (близько 120 °C) обумовлює зміну масла за допомогою окислення, а також насичення продуктами неповного згоряння палива, що проникають в картер, і конденсатом парів води. До складу неповного згоряння палива входять сіро- і азотовмісні сполуки, карбонільні та карбоксильні групи, вуглеводи, сажа, сполуки свинцю.

Забруднення моторного масла в працюючому двигуні відбувається безперервно. На інтенсивність цього процесу впливають тип і властивості палива, конструкція та технічний стан двигуна, режими роботи й умови експлуатації. Особливо інтенсивне забруднення органічними домішками спостерігається під час роботи двигуна на холостому ході та за знижених теплових режимів. Окрім накопичення забруднень органічного й неорганічного походження, у процесі експлуатації відбувається спрацювання присадок, що є однією з основних причин заміни моторних масел.

Втрату службових властивостей моторного масла можна описати таким чином: на початковій стадії експлуатації спостерігається інтенсивне зростання концентрації механічних домішок і кислотного числа при одночасному зниженні лужного числа, після чого процеси стабілізуються.

Інформація про інтервали напрацювання мастил для заміни, що рекомендуються різними фірмами-виробниками дизелів, наведена в таблиці 1.

Таблиця 1 – Інтервали для заміни моторних масел для дизелів різних фірм

Фірма – виготовлювач	Паливо, масло	Умови експлуатації	Інтервали до заміни, км
CATERPILLAR CUMMINS	малосірчисті 5W40 API CG-4	магістралі легкі важкі	40 000 43 000-51 000 24 000-29 000
DETROIT DEIZEL	сірки до 0,5%	магістралі місто часті зупинки	19 200-24 000 9 600-19 200 9 600-19 000
DETROIT DEIZEL	сірки більше 0,5%	магістралі місто часті зупинки	16 000 6 400-12 500 6 400
M.A.N Trucks	M.A.N. 270/271 M.A.N. OC 13-017	до 10 000 км/год до 80 000 км/год більше 80000 км/год	20 000 20 000-30 000 30 000-45 000

Авторами багатьох робіт висловлюється думка про заміну моторних масел за фактичним станом. За такої системи буде виключено підвищений знос двигуна та знижено додаткові витрати, пов'язані з передчасною заміною масел.

Досвід експлуатації як дизельних, так і бензинових двигунів показав, що при дотриманні інструкції з експлуатації ресурс двигунів обмежує насамперед циліндропоршнева група, а потім кривошипно-шатунний і газорозподільний механізми. Максимальні швидкості зношування деталей циліндропоршневої групи пояснюються наявністю граничного мастила та зонами масляного голодування в районі верхньої мертвої точки. У цих зонах не тільки різко зростає швидкість зношування, а й можливе виникнення задир. Тому моторні масла, крім певної величини в'язкості, повинні мати у своєму складі протизносні та протизадирні присадки, які знижуватимуть знос деталей циліндропоршневої групи.

Виходячи з наведених вище міркувань параметрами, що визначають терміни заміни масел та наявність або втрату маслами тих чи інших властивостей, будуть: лужне число; кислотне число; протизадирні властивості; протизносні властивості.

Однак, наявність в моторному маслі палива, води та механічних домішок впливатиме на протизадирні та протизносні властивості у бік їх зниження. При визначенні термінів експлуатації масла це необхідно враховувати.

Методологічний підхід, а отже, і методики визначення характеристичних параметрів масла у процесі експлуатації сільськогосподарської техніки (рис. 1), а також у процесі регенерації відпрацьованих масел (рис. 2) мають відрізнятися. Це пов'язано з різними факторами, які впливають на дані процеси.



Рисунок 1 – Схема виконання аналізу проби моторної олії в процесі експлуатації

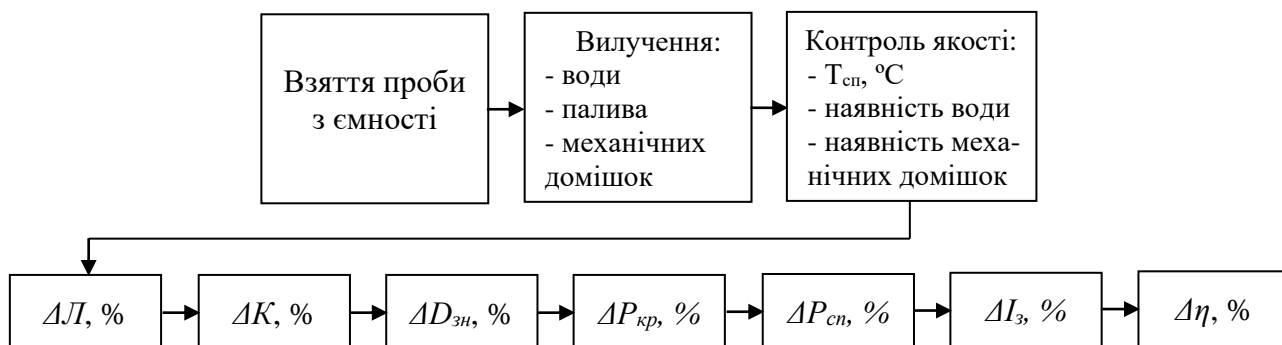


Рисунок 2 – Схема виконання аналізу проби моторного масла для ухвалення рішення на регенерацію

Мета розробленої методики – визначити закономірності (збільшення, зменшення) характеристичних параметрів моторного масла в залежності від напрацювання двигуна сільськогосподарської машини.

У процесі експлуатації сільськогосподарські машини через кожні 50 мотогодин через трубку установки масляного щупа відбирається 250 г моторного масла. Масло відбирається вакуумним насосом на гарячому, щойно вимкненому двигуні. Порядок виконуваних аналізів можна представити у вигляді схеми (рис. 1). Визначення зазначених параметрів провадиться відповідно до нормативних документів та технічних засобів.

На підставі вищевикладеного параметри, які визначають фізико-механічні та службові властивості відпрацьованих масел, потрібно визначати в наступному порядку:

1. Лужне число  $L$ , мг КОН/г.

Визначають за допомогою рН-метра чи експрес аналізатора. Відсоток зниження лужного числа визначається за формулою:

$$\Delta\Pi = \frac{\Pi_c - \Pi_e}{\Pi_c} \cdot 100\%, \quad (1)$$

де  $\Pi_c$  – параметр лужного числа масла згідно з сертифікатом якості або ДСТУ на свіже масло,  $\text{мг KOH/г}$ ;  $\Pi_e$  – параметр лужного числа масла після експлуатації,  $\text{мг KOH/г}$ .

2. Кислотне число  $K$ ,  $\text{мг KOH/г}$ .

Визначають за допомогою аналогічних приладів, як і лужне число. Відсоток збільшення кислотного числа визначають за формулою (1).

3. Показник зносу  $D_{zn}$ ,  $\text{мм}$  та критичне навантаження  $P_{кр}$ ,  $\text{Н}$

Визначають на чотирьох кульковій машині. Відсоток зниження показників зносу  $D_{zn}$  та критичного навантаження  $P_{кр}$ , які визначають протизносні властивості, а отже і наявність протизносних присадок, визначають за формулою (1).

4. Навантаження зварювання  $P_{зв}$ ,  $\text{Н}$  та індекс задира  $I_3$ ,  $\text{Н}$ .

Визначають на чотирьох кульковій машині. Відсоток зниження навантаження зварювання  $P_{зв}$  та індексу задира  $I_3$ , які визначають протизадирні властивості, а отже і наявність протизадирних присадок, визначають за формулою (1).

5. Температура спалаху  $T_{cn}$ ,  $^{\circ}\text{C}$ .

Визначають у відкритому тиглі. Зниження температури спалаху говорить про наявність палива у моторному маслі. Відсоток зниження температури спалаху  $T_{cn}$  визначають за формулою (1).

6. Кінематична в'язкість  $\eta$ ,  $\text{мм}^2/\text{с}$ .

Визначають за допомогою віскозиметрів чи експрес-аналізатора. Відсоток збільшення або зниження кінематичної в'язкості  $\eta$  оцінюють за формулою (1).

7. Наявність у моторному маслі води та механічних домішок визначають за допомогою експрес-аналізаторів.

Перераховані вище параметри є характерними для будь-якого моторного масла і обов'язкові до визначення при виконанні наступних видів робіт:

- при визначенні термінів заміни масел;
- при прийнятті рішення на експлуатацію масел в беззмінному режимі;
- при прийнятті рішенні на проведення регенерації масел;
- при оцінці якості регенерації масел.

Первинним рішенням у загальному технологічному процесі регенерації відпрацьованих моторних масел є визначення термінів заміни масел. Під терміном заміни масел будемо розуміти напрацювання двигуна в мотогодинах, в процесі якого характеристичні параметри моторного масла досягають граничних значень. Величини цих граничних значень називатимемо бракувочними показниками.

Викладена послідовність виконуваних робіт (рис. 1) є методикою з оцінки характеристичних параметрів моторних масел в процесі експлуатації сільськогосподарських машин. Методика дозволить встановити закономірності зміни параметрів за часом напрацювання машин, що дозволить визначити терміни зміни масел або їх експлуатацію в беззмінному режимі.

Якщо значення характеристичних параметрів досягають величин бракувальних показників, то моторне масло потрапляє до категорії відпрацьованих масел. Масла необхідно знімати з експлуатації при досягненні бракувальних показників не всіма параметрами, достатньо по одному з перерахованих, при цьому величина їхньої значущості впливає з порядку чергування в схемі (рис. 1).

Після зливу відпрацьованих масел порядок відбору проб визначається згідно з ДСТУ ГОСТ 26378.0:2019 з проби, об'ємом  $1000 \text{ см}^3$ , в лабораторних умовах видаляють воду, паливо і механічні домішки з контролем якості очищення. Потім визначається відсоток спрацьовування лужної, антиокислювальної, протизносної та протизадирної присадок

(рис. 2).

Викладена послідовність виконуваних робіт (рис. 2) є методикою з оцінки службових властивостей відпрацьованих масел, що дасть можливість прийняти рішення на економічну доцільність проведення регенерації. Контроль якості регенерації здійснюється за схемою (рис. 1).

Аналіз літературних даних свідчить, що визначити типові бракувальні показники для різних моторних масел неможливо. Це пояснюється великою різницею наступних факторів: потужність двигунів, вміст сірки в паливі, ступенем зношеності двигуна, родом виконуваних робіт, подібними службовими властивостями свіжого моторного масла.

Однак на підставі аналізу інтервалів пробігу для дизелів західних фірм, методики фірми Lubrizol можна зробити висновок, що терміни заміни масел (у перерахунку на години) знаходяться в межах від 60 до 450 годин.

Для вивчення залежностей зміни характеристичних параметрів у різних груп моторних масел у процесі експлуатації були вибрані двигуни СМД, які використовуються у зернозбиральних та кормозбиральних комбайнах.

Всі типи двигунів при виконанні тих чи інших видів робіт були заправлені моторною олією М-10Г2 (ДСТУ 17479.1:2019) з наступними характеристичними показниками:

1. В'язкість кінематична – 11,0 мм<sup>2</sup>/с при 1000 °С.
2. Масова частка механічних домішок – не більше 0,015 %.
3. Масова частка води – не більше сліди
4. Температура спалаху у відкритому тиглі – не нижче 205 °С.
5. Лужне число – щонайменше 6,0 мг КОН на 1 г масла.
6. Кислотне число – 0,15 мг КОН на 1 г масла.
7. Показник зношування на чотирьох кульковій машині – 0,45 мм.
8. Критичне навантаження на чотирьох кульковій машині – 823 Н.
9. Навантаження зварювання – 2450 Н.
10. Індекс задира – 3448.

Проби масла з картера двигуна відбиралися за зазначеною вище методикою. Через кожні 50 мотогодин визначалися перераховані вище показники відповідно до нормативних документів (ДСТУ) та технічних засобів. Аналізували двигуни різної потужності. Критерієм відбору машин для випробувань був обраний моторесурс двигуна, який не повинен перевищувати 2000 мотогодин.

Аналіз отриманих результатів показав, що:

– при зростанні напрацювання до 200 мотогодин наявність механічних домішок і води в моторному маслі не перевищує 3% і 0,35%, відповідно, що є допустимим, і отже дані параметри не можуть виступати в якості бракувальних навіть при напрацюванні 300 мотогодин;

– потрапляння в моторне масло незгорілого палива проявляється зниженням в'язкості на 18% і температури спалаху 8,5%, тобто. на 18 °С. Однак при напрацюванні 100 мотогодин ці параметри стабілізуються, що пояснюється проведенням випробувань у літню пору року, коли процеси випаровування палива підвищені. Дані параметри також можуть виступати як бракувальні, тому що при напрацюванні 300 мотогодин і більше їх значення будуть перебувати в межах норми;

– при напрацюванні 150 мотогодин лужне число знижується на 55 %, а після 300 мотогодин – до 83 %, вже після 200 мотогодин напрацювання лужне число знижується до 2,6 мг КОН/г, що є показником бракування, тобто необхідна заміна масла;

– при напрацюванні 150 мотогодин кислотність масла зростає до 23 %, а при напрацюванні 300 мотогодин – до 33 %, що є цілком допустимим;

– при 150 мотогодинах напрацювання спрацьовування протизносних присадок в маслі призводить до зниження властивостей на 55-39 %, а при 300 мотогодинах – на 71-58 %. Так

як допустимим є зниження властивостей не більше, ніж на 50-60%, то термін служби масла необхідно обмежити 200-250 мотогодинами;

– протизадирні присадки спрацьовуються повільніше і при напрацюванні 300 мотогодин знижують свої властивості не більше, ніж на 48-49%, що не є показником браку.

### Висновки

У результаті проведених досліджень встановлено закономірності зміни фізико-механічних і службових властивостей моторних масел у процесі експлуатації двигунів сільськогосподарської техніки залежно від напрацювання, що відповідає поставленій меті підвищення надійності їх експлуатації.

Дослідження зміни основних характеристичних параметрів моторного масла показує, що накопичення механічних домішок і води за напрацювання до 300 мотогодин не досягає гранично допустимих значень, у зв'язку з чим зазначені показники не можуть бути використані як визначальні браковочні критерії. Встановлено, що показники кінематичної в'язкості та температури спалаху зазнають змін під впливом потрапляння палива в масло, однак після стабілізації теплового режиму двигуна їх значення залишаються в допустимих межах, що обмежує доцільність використання цих параметрів для визначення строків заміни масла. Обґрунтовано, що лужне число є найбільш інформативним показником технічного стану моторного масла, оскільки його зниження понад 60 % від початкового значення свідчить про втрату нейтралізуючої здатності та необхідність припинення подальшої експлуатації масла.

Встановлено, що зниження протизношувальних властивостей моторного масла, обумовлене спрацьовуванням відповідних присадок, досягає гранично допустимих значень при напрацюванні 200–250 мотогодин, що дозволяє використовувати даний показник як один з основних критеріїв визначення строків заміни масла. Показано, що протизадирні властивості моторних масел знижуються менш інтенсивно та за напрацювання до 300 мотогодин не досягають браковочних значень, що свідчить про достатню ефективність протизадирних присадок у досліджуваних умовах експлуатації. На підставі отриманих результатів обґрунтовано доцільність визначення строків заміни моторних масел за їх фактичним технічним станом із використанням комплексу характеристичних параметрів, основними з яких є лужне число та протизношувальні властивості.

Запропонована методика оцінювання характеристичних параметрів моторних масел у процесі експлуатації дозволяє обґрунтовано приймати рішення щодо строків їх заміни або доцільності регенерації, що забезпечує підвищення надійності експлуатації двигунів сільськогосподарської техніки.

### Література

1. Бойченко С. В., Пушак А., Топільницький П. І., Лейда К. М. Моторні палива: властивості та якість: підручник. Київ: Центр учбової літератури, 2024. 324 с.
2. Бойченко С. В., Пушак А., Топільницький П. І., Лейда К. М. Оливи. Моторні, турбінні, гідравлічні та трансмісійні: властивості та якість: підручник. Київ: Центр учбової літератури, 2019. 323 с.
3. Mortier R. M., Fox M. F., Orszulik S. T. Chemistry and Technology of Lubricants: book. Dordrecht: Springer, 2010. 560 p. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8662-5>
4. Totten G. E., Westbrook S. R., Shah R. J. Fuels and Lubricants Handbook: Technology, Properties, Performance, and Testing. ASTM International, 2003. 1087 p.
5. Mang T., Dresel W. Lubricants and Lubrication. Weinheim: Wiley-VCH, 2007. 890 p.
6. ISO 4406:2021. Hydraulic fluid power. Fluids: Method for coding the level of contamination by solid particles.
7. Adebogun, A., Hudson, R., Breakspear, A. et al. Industrial Gear Oils: Tribological Performance and Subsurface Chang. *Tribology Letters*, 2018. 66. 65, <https://doi.org/10.1007/s11249-018-1013-2>

8. Журавель Д. П. Безмоторні методи оцінки якості моторних оливо енергетичних засобів. *Праці ТДАТУ*, 2020. Т. 3.

9. Журавель Д. П., Бондар А. М. Покращення та оцінка якісних показників відпрацьованих автотракторних оливо для сільськогосподарської техніки. *Науковий вісник ТДАТУ*, 2021. Вип. 11. Т. 1. <https://doi.org/10.31388/2220-8674-2021-1-6>

10. Spikes H. A. The history and mechanisms of ZDDP. *Tribology Letters*, 2004. 17. 469–489. <https://doi.org/10.1023/B:TRIL.0000044495.26882.b5>

UDC 621.225.001.1

### Evaluation of the Technical Condition of Motor Oils Based on Characteristic Indicators During Operation of Agricultural Machinery Engines

A. Panchenko, A. Voloshina, I. Panchenko, G. Lupinos  
Dmytro Motorny Tavria State Agrotechnological University

#### Summary

*This article examines the problem of ensuring the reliable operation of internal combustion engines in agricultural machinery by studying changes in the quality parameters of motor oils during operation. It is shown that under real-life operating conditions of mobile agricultural machinery, motor oil undergoes intense physicochemical transformations caused by high temperatures and pressures, contact with incomplete combustion products, accumulation of mechanical impurities and water, and the gradual degradation of the additive package. These processes result in a deterioration in the lubricating, anti-wear, and protective properties of the oil, which negatively impacts the technical condition and service life of the engines.*

*The aim of the study is to establish patterns in the changes in motor oil characteristics depending on the operating time of agricultural machinery engines and to substantiate informative rejection indicators that can be used to determine replacement intervals or the feasibility of oil regeneration. To achieve this goal, an experimental method was used, periodically collecting motor oil samples from engine crankcases, followed by determining its physicomechanical and service properties in accordance with current regulatory documents. The research assessed the base and acid numbers, kinematic viscosity, flash point, and the anti-wear and extreme pressure properties of the oil.*

*The research revealed that the accumulation of mechanical impurities and water in engine oil after up to 300 engine hours does not reach maximum permissible values and cannot be used as a determining criterion for its ultimate state. It was shown that changes in kinematic viscosity and flash point are associated with fuel contamination of the engine oil; however, after the engine's thermal conditions stabilize, their values remain within acceptable limits. At the same time, it was established that the most informative indicators of the technical condition of engine oil are the base number and anti-wear properties, a decrease of more than 60% from the initial level observed after 200-250 engine hours, requiring the discontinuation of further oil use.*

*The study substantiated the feasibility of switching from scheduled engine oil changes to changes based on their actual technical condition. The proposed approach allows for increasing the reliability of agricultural machinery engines, reducing the wear rate of their main components, and cutting operating costs.*

**Keywords:** motor oil, rejection index, extreme pressure properties, antiwear properties, alkaline number, acid number, characteristic parameters.