

НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**ЖУРАВЕЛЬ ДМИТРО ПАВЛОВИЧ**

УДК. 631.3.004:621.892

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНОЇ  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ЗА РАХУНОК ПРОДОВЖЕННЯ  
СТРОКУ СЛУЖБИ МОТОРНИХ МАСЕЛ**

05.05.11 – машини і засоби механізації  
сільськогосподарського виробництва

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Київ – 2001

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Таврійській державній агротехнічній академії  
Міністерства аграрної політики України

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК: доктор технічних наук, професор  
**Дідур Володимир Аксентійович**,  
Таврійська державна агротехнічна академія,  
завідувач кафедри “Гідравліка і теплотехніка”

ОФІЦІЙНІ ОПОНЕНТИ: доктор технічних наук, професор  
**Топілін Геннадій Євгенович**,  
Одеський державний сільськогосподарський інститут,  
завідувач кафедри “Експлуатація і ремонт МТП”

кандидат технічних наук, доцент  
**Іщенко Валерій Васильович**,  
Національний аграрний університет,  
заступник декана факультету МСГ

ПРОВІДНА ОРГАНІЗАЦІЯ: Харківський державний технічний університет сільськогосподарства, кафедра “Трактори і автомобілі” Міністерства аграрної політики України, м. Харків

Захист відбудеться “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2001 р. о \_\_\_\_\_ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.004.06 Національного аграрного університету за адресою: 03041, Київ-41, вул. Героїв оборони, 15, 3-й навчальний корпус.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного аграрного університету за адресою: 03041, Київ-41, вул. Героїв оборони, 11, 10-й навчальний корпус.

Автореферат розісланий “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2001 р.

Вчений секретар спеціалізованої  
вченої ради

Войтюк Д.Г.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Народне господарство України щороку використовує більше 5,6 млн.т. нафтових масел, 50% з яких використовуються в АПК України.

В умовах гострого дефіциту моторних масел в Україні особливо актуальною проблемою є оптимізація строків їх використання.

Використання масел, які не відповідають технічним вимогам експлуатації призводить до зниження надійності техніки на 60%, але в той же час використання масел з необґрунтованим запасом якісних властивостей призводить до їх нераціональних витрат, знижуючи при цьому строк їх служби більше ніж на 30%.

Збільшення строку використання моторних масел в значній мірі залежить від їх початкових хімотологічних властивостей, швидкості протікання процесів старіння, умов експлуатації, а також від граничних значень тих чи інших параметрів якості, при досягненні яких масла втрачають свої експлуатаційні функції. Нажаль на сьогоднішній день немає надійних критеріїв, які б дозволили прогнозувати якісний стан масел в процесі їх використання.

Виходячи з вищесказаного, актуальність теми полягає в тому, що для вирішення поставлених завдань, зокрема, ефективного використання моторних масел, необхідно розробити такі методи і критерії, які дали б змогу значно збільшити строки їх використання в процесі експлуатації мобільної сільськогосподарської техніки.

**Зв'язок із науковими програмами, планами, темами.** Дослідження проводились відповідно до тематичного плану науково-дослідних робіт на період 1991...1995 рр. НДЧ Таврійської державної агротехнічної академії згідно з програмою №2 “Розробка ресурсо– та енергозберігаючих технологій використання, технічного обслуговування і ремонту сільськогосподарської техніки” за темами:

- 15X – 93 № ДР 0 194 ИО 176 37 “Розробка технології та обладнання по економії паливо-мастильних матеріалів в Агропромисловому об'єднанні”;
- 18X – 93 № ДР 0 194 ИО 176 36 “Розробити організаційну структуру служби та технологічні засоби для визначення якості нафтопродуктів в сільськогосподарському виробництві”.

Тематичного плану на період 1996...2000 рр., згідно з програмою №2 “Застосування нетрадиційних джерел енергії в АПК України” за темою:

- 03X – 96 №ДР 0196 в 024457 “Розробка та впровадження технологічного проекту відновлення автотракторних масел при технічному сервісі”.

**Метою досліджень** є зниження витрат моторних масел, що використовуються в мобільній сільськогосподарській техніці, за рахунок продовження строку їх служби.

Для досягнення поставленої мети у дисертаційній роботі передбачалося вирішити такі задачі:

- розробити математичні моделі процесів зміни триботехнічних і хімотологічних властивостей моторних масел при експлуатації мобільної сільськогосподарської техніки;
- розробити методи і методики дослідження триботехнічних і хімотологічних властивостей моторних масел;
- провести лабораторні та виробничі дослідження триботехнічних і хімотологічних властивостей моторних масел;
- розробити методику прогнозування строку служби моторних масел;
- провести економічну оцінку ефективності результатів досліджень.

*Об'єктом досліджень* є процеси зміни триботехнічних і хімотологічних властивостей моторних масел при експлуатації мобільної сільськогосподарської техніки.

*Предметом досліджень* є встановлення закономірності між якісними показниками моторних масел М-10-Г<sub>2</sub> і їх строком служби.

**Методи досліджень.** При проведенні досліджень використано методи оцінки триботехнічних і хімотологічних властивостей моторних масел. Експериментальні дослідження, що проводилися в лабораторних та виробничих умовах на макетних і дослідних зразках машин і спеціально розроблених приладах та обладнанні виконано із застосуванням методів математичної статистики. Усі розрахунки та обробка результатів експериментів виконані на РС ІВМ.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Розроблена і обґрунтована нова методика прогнозування строку служби моторних масел. Розроблені математичні моделі процесів зміни триботехнічних і хімотологічних властивостей моторних масел в процесі їх використання. Теоретично досліджена і експериментально підтверджена можливість збільшення строків використання моторних масел при постійному доливі товарного або відновленого масла в процесі експлуатації мобільної сільськогосподарської техніки.

**Практичне значення одержаних результатів.** Розроблена методика прогнозування строку служби моторних масел, що дає змогу по їх спектральним характеристикам робити висновки про доцільність їх ефективного використання при експлуатації мобільної сільськогосподарської техніки.

Розроблена методика прогнозування строку служби моторних масел була прийнята для впровадження у виробництво в КСП "40-річчя Перемоги" Погребищенського р-ну Вінницької області, а також управлінням АПК Погребищенського району Вінницької області для застосування в інших господарствах району з метою економного використання моторних масел для високофорсованих тракторних двигунів, та в системі технічного обслуговування тракторного парку учбового господарства Ново-Каховського агротехнічного коледжу Херсонської області.

**Особистий внесок здобувача.** Автор приймав участь в розробці, створенні і впровадженні у виробництво установки УВОМ–200 і мобільного модуля конструкції ТДАТА для відновлення хімотологічних показників відпрацьованих моторних масел, в розробленні теоретичних передумов можливостей збільшення строків використання моторних масел, які були підтверджені експериментальними дослідженнями і виробничими випробуваннями.

**Апробація результатів дисертації.** По основним положенням дисертаційної роботи були зроблені доповіді, які одержали схвалення на щорічних науково-технічних конференціях у Таврійській державній агротехнічній академії у 1992...2000 рр.; Міжнародній науково-практичній конференції “Моделювання процесів і технологічного обладнання в сільському господарстві” та Першому республіканському науково-технічному семінарі "Покращення показників теплових двигунів і ресурсозбереження", які відбулися відповідно в 1994р і 1995р. в Таврійській державній агротехнічній академії.

**Публікації.** Основні матеріали та положення дисертаційної роботи опубліковані у 7 роботах загальним обсягом 1,04 авторських аркушів.

**Структура дисертації.** Дисертація виконана на 174 сторінках і включає вступ, п'ять розділів основного матеріалу, висновки, список використаної літератури і 21 додаток. Основний текст дисертації складає 147 сторінок, додатки 27 сторінок. В дисертації міститься 28 таблиць, 52 ілюстрації (13 рисунків і схем, 33 графіки, 6 фотографій). Список літератури включає 148 джерел, 14 з яких джерела дальнього зарубіжжя.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

У **вступі** обґрунтована актуальність теми, подана наукова проблема і концепція, відзначені наукова передумова і гіпотеза, сформульовані основні положення, які складають наукову новизну і практичне значення роботи.

У першому розділі “**Стан питання і задачі дослідження**” розглянуто та проаналізовано існуючі технічні вимоги щодо використання моторних масел в мобільній сільськогосподарській техніці, а також кількісні та якісні зміни показників моторних масел при їх використанні, вплив процесів старіння і забруднення моторних масел на роботу основних вузлів мобільної сільськогосподарської техніки, визначено критерії оцінки змащувальної дії моторних масел і на цій основі були зроблені такі висновки:

1. Виходячи із значної потреби в моторних маслах для сільськогосподарського виробництва являється актуальним питанням збільшення строку їх служби в мобільній сільськогосподарській техніці.

2. Встановлено, що процеси старіння моторних масел в деякому діапазоні позитивно впливають на їх функціональні властивості, але методи знаходження цього діапазону і критерії їх оцінки практично відсутні.
3. Існуючі методи оцінки якісних показників масел по фізико-хімічним і відбраковочним критеріям, як правило, не враховують їх триботехнічних властивостей, які характеризують надійність роботи трибосистеми.
4. Строк служби моторних масел може бути продовжений за рахунок застосування різноманітних методів очищення та відновлення їх функціональних властивостей.

У другому розділі **“Математичні моделі процесів зміни триботехнічних і хімотологічних властивостей моторних масел”** розглянуто процеси зміни кількісних і якісних показників моторних масел та їх вплив на роботу основних спрягів мобільної сільськогосподарської техніки.

Встановлено що, розробка прискорених методів хімотологічної оцінки змащувальних властивостей масел без знання триботехнічних процесів в основних вузлах двигунів мобільної сільськогосподарської техніки неможливо. Тому, використовуючи рівняння енергетичного балансу при терті в середовищі досліджуваного змащувального матеріалу і метод температурно-кінетичного аналізу, сприяло одержати математичну модель процесу зміни триботехнічних властивостей моторних масел (рис.2), яка дала можливість прослідкувати розподіл енергій в трибоз'єднаннях та встановити вплив температурного фактора на стан моторних масел в процесі експлуатації мобільної сільськогосподарської техніки. Розрахункова модель гетерофазної трибосистеми показана на рис.1.

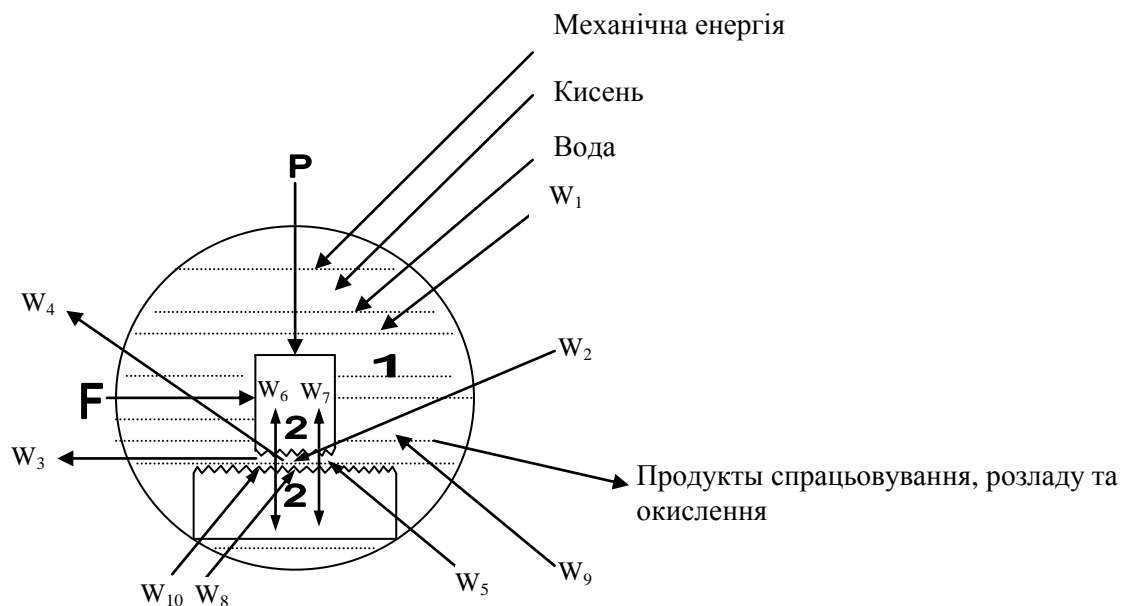


Рис. 1. Розрахункова модель гетерофазної трибосистеми  
1 – змащувальна фаза; 2 – пара тертя (тверда фаза).

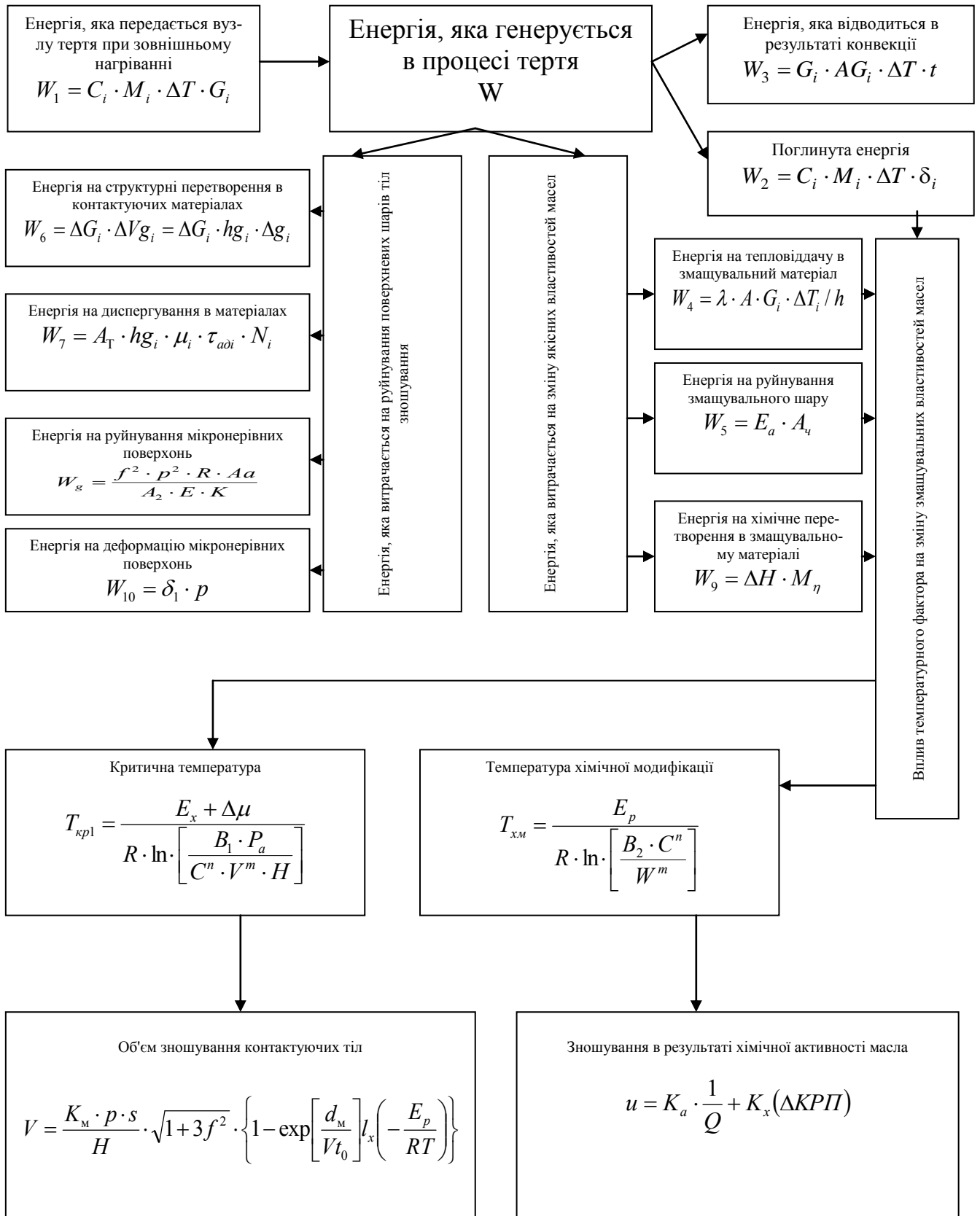


Рис. 2. Математична модель процесу зміни триботехнічних властивостей моторних масел при експлуатації мобільної сільськогосподарської техніки.

В даний час великого поширення набуло використання відновлених масел, що по своїм хімотологічним характеристикам не відповідають товарним маслам по кількості нерозчинних домішок  $C$  і лужності  $\eta$ . Тому їх використання скорочує термін наробітки двигунів до заміни масла.

На підставі цього була розроблена математична модель зміни хімотологічних властивостей моторних масел в процесі їх використання в мобільній сільськогосподарській техніці.

Залежності накопичень нерозчинних домішок  $C$  і падіння лужності  $\eta$  масла можна записати в спрощеному вигляді:

- для накопичення концентрацій нерозчинних домішок  $C$ :

$$C(t) = \left( C_0 - \frac{q_c}{p} \right) e^{-pt} + \frac{q_c}{p}, \quad (1)$$

- для зміни лужності масла  $\eta$ :

$$\eta(t) = \left( \eta_0 - \frac{q_n}{p} \right) e^{-pt} + \frac{q_n}{p}. \quad (2)$$

при  $p = \frac{Q_s}{G_0}; \quad q_c = \frac{a + C_0 \cdot Q_s}{G_0}; \quad q_n = \frac{\vartheta + G_0 Q_s}{G_0};$

де  $p$  – коефіцієнт, який залежить від швидкості зміни об'єму масла в системі;

$G_0$  - кількість масла в системі;

$a$  - швидкість наростання забруднень;

$\vartheta$  - швидкість спрацьовування лужності;

$Q$  - інтенсивність очищення в двигуні;

$Q_s$  - сумарна інтенсивність видалення забруднень і лужності із системи масла.

Ці залежності подані на рис.3. Нормативами встановлені граничні значення забруднень нерозчинними домішками  $C$  і нижня межа лужності в маслі  $\eta$ .

У товарному маслі період наробітку масла складає  $t_1$  мотогодин (рис.3, крива 1). Очищення масла не дає повного відновлення їх хімотологічних властивостей. У відновлених маслах залишається частина нерозчинних забруднень,  $C_{зал}$  знижена лужність -  $\eta_{зал}$ . Це призводить до зміни тривалості роботи моторних масел до  $t_2$  мотогодин (рис.3, крива 2).

$$C_i(t) = \left( C_0 - \frac{Q_c}{p} \right) e^{-pt} + \frac{Q_c}{p} + C_{зал}; \quad (3)$$

$$\eta_i(t) = \left( \eta_0 - \frac{Q_n}{p} \right) e^{-pt} + \frac{Q_n}{p} + \eta_{зал}. \quad (4)$$

Враховуючи, що в чистому вигляді відновлені масла використовуються рідко. Частіше використовуються суміші товарного і відновленого масла у різноманітних пропорціях.

Це дає можливість збільшити тривалість роботи моторних масел стосовно відновленого до  $t_3$  мотогодин (рис.3, крива 3).



У цьому випадку концентрація нерозчинних домішок буде більшою, ніж у товарного масла, але нижчою ніж у відновленого, і визначається з виразу:

$$C_i = \frac{C_o \cdot G_o^T + C_{зал} \cdot G_o^B}{G_o}; \quad (5)$$

де  $G_o^T$  і  $G_o^B$  - кількість відповідно товарного і відновленого масла в системі;  
 $C_o$ ,  $C_{зал}$  - відповідно початкова і змінена концентрація нерозчинних домішок в маслі.

Лужність масла  $\eta_i$  в сумішах визначається виразом:

$$\eta_i = \frac{\eta_o \cdot G_o^T + \eta_{зал} \cdot G_o^B}{G_o}. \quad (6)$$

Отже, тривалість роботи моторних масел з урахуванням зміни концентрації  $C$  нерозчинних домішок в маслі можна знайти з виразу:

$$t_i^c = \frac{1}{p} \ln \left[ \frac{1}{C_o - \frac{Q_c}{p}} \left( \frac{C_o \cdot G_o^T + C_{зал} \cdot G_o^B}{G_o} + \frac{Q_c}{p} + C_{зал} \right) \right], \quad (7)$$

А по зміні лужності масел  $\eta$  з виразу:

$$t_i^\eta = -\frac{1}{p} \ln \left[ \frac{1}{\eta_o - \frac{Q_\eta}{p}} \left( \frac{\eta_o \cdot G_o^T + \eta_{зал} \cdot G_o^B}{G_o} + \frac{Q_\eta}{p} + \eta_{зал} \right) \right]. \quad (8)$$

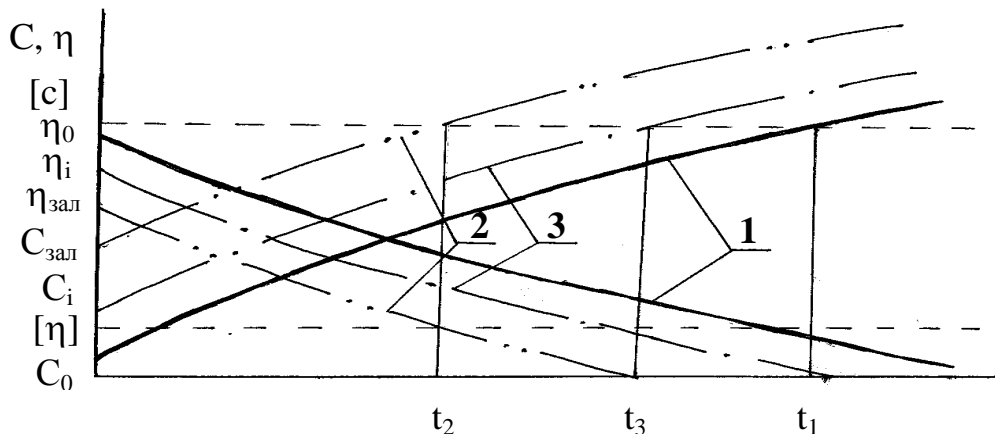


Рис. 3. Зміна концентрації нерозчинних домішок  $C$  і лужності  $\eta$  масла від тривалості його роботи для: 1 - товарного масла, 2 - відновленого масла, 3 - 50% товарного і 50% відновленого масла.

Запропонована методика прогнозування тривалості роботи моторних масел із застосуванням різноманітної кількості відновленого масла дає можливість зрівняти терміни заміни масла із періодичністю технічного обслуговування мобільної сільсь-

когосподарської техніки, що скоротить час простою техніки і підвищить ефективність її використання.

У третьому розділі “Програма і методики досліджень” викладена послідовність і методики проведення лабораторних, стендових і виробничих досліджень, а також дослідження фізико-хімічних показників моторних масел.

Програма включала три етапи. Метою першого етапу було дослідження змащувальної дії моторних масел за допомогою машин тертя на модельних зразках в умовах близьких до реальної роботи основних спрягів двигунів мобільної сільськогосподарської техніки. На другому етапі були проведені стендові дослідження двигунів для визначення строку служби моторних масел. Оцінювався також вплив якості масла на стан двигуна. Дослідження проводились до тих пір доки були виявлені перші ознаки збільшення забрудненості деталей двигуна. Третій етап включав довгострокові експлуатаційні випробування моторних масел в умовах рядової експлуатації мобільної сільськогосподарської техніки. Необхідність експлуатаційних досліджень зумовлена тим, що при стендових дослідженнях неможливо змодельювати умови роботи масла в двигуні в процесі його експлуатації. Це викликано перш за все нестабільністю режимів роботи двигуна в експлуатаційних умовах, частими запусками холодного двигуна взимку, впливу рівня технічного обслуговування і кліматичних факторів.

Зміна якості моторних масел в процесі експлуатації двигунів оцінювалася на основі аналізу проб. Встановлення теоретичної закономірності зміни основних властивостей від процесу старіння моторного масла показало, що залежність його фізико-хімічних показників від наробітку може бути описана експоненціальною функцією.

$$x_i(t) = b_i + (x_0 - b_i)e^{-\frac{t}{c_i}}; \quad (9)$$

де  $x_i(t)$  - поточне значення показника якості масла;

$x_0$  - початкове значення показника;

$t$  - поточний наробіток масла;

$b_i, c_i$  - коефіцієнти обумовлені на основі експериментальних даних. Коефіцієнтом  $b_i$  визначається розмір рівня стабілізації параметра;

$c_i$  - характеризує швидкість зміни показника якості масла  $x_i$ . Значення коефіцієнта тісно пов'язане із технічним станом двигуна і умовами його роботи (характером його навантаження). В умовах реальної експлуатації рівень навантаження двигуна і ступінь його теплового впливу на масло може в значній мірі впливати на витрату палива.

Тому експоненціальну функцію (9) можна записати у вигляді:

$$x_i(\delta, t) = b_i(\delta) + [x_0 - b_i(\delta)]e^{-\frac{t}{c_i(\delta)}}; \quad (10)$$

де  $\delta$  - середня погодинна витрата палива.

У четвертому розділі "Результати лабораторних досліджень" наведені дані

про склад лабораторних досліджень та їх результати, зокрема були виконані наступні експериментальні дослідження:

- досліджена ефективність змащувальної дії (ЗД) моторних масел в стані постачання;
- досліджена особливість ЗД моторних масел, які відпрацювали ресурс в тракторних двигунах;
- досліджено вплив метода і ступеня очищення моторних масел на показники ЗД;
- досліджена особливість ЗД моторних масел в умовах штучного забруднення;
- досліджено вплив температурного фактора на показники ЗД моторних масел різної якості очищення;
- досліджені протиспрацьовувальні властивості моторних масел.

Для реалізації результатів досліджень в якості основних показників, які характеризують вплив на ЗД масел, були прийняті навантаження в контакті, лінійна швидкість, а також коефіцієнт тертя та температура масла.

Залежність коефіцієнта тертя від об'ємної температури масла показана на рис.4.

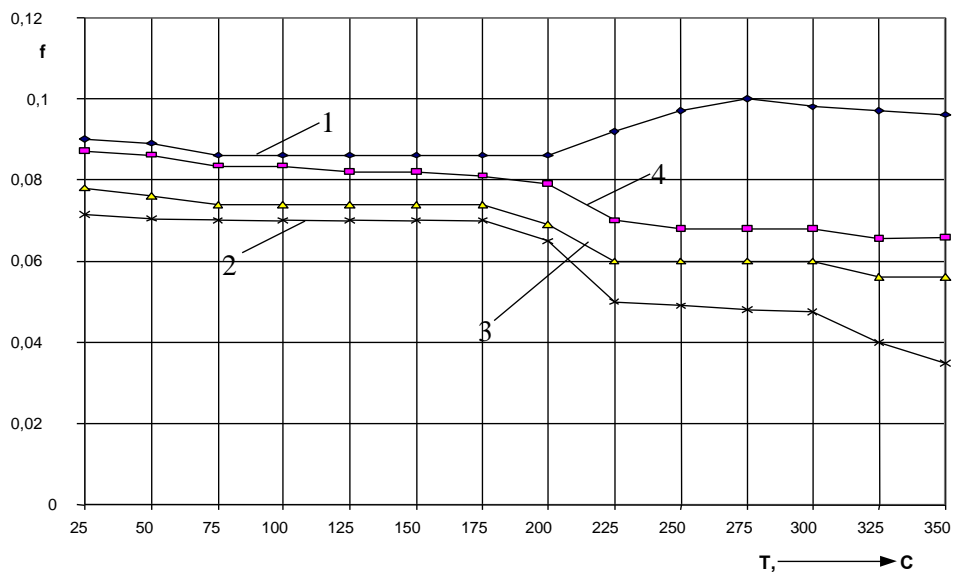


Рис. 4. Залежність коефіцієнта тертя від об'ємної температури масла при навантаженні 5000Н

1- для масла в стані постачання, 2 – для масла, яке відпрацювало ресурс, 3 – після очищення масла УВОМ-200, 4 – для відновленого масла модулем конструкції ТДАТА.

Таким чином, результати досліджень показали, що при нагріванні моторного масла до температури 350°C, значний вплив на показники ЗД відбувається при температурі в інтервалах 180-260°C та 300-350°C.

Встановлено також вплив ступеня очищення моторних масел на їх протисп-

рацьовувальні властивості, а саме відновлене масло показало більш високі протиспрацьовувальні властивості ніж масло в стані постачання. Діаметр плями зношування, одержаний при дослідженні товарного масла більший ніж при дослідженні масла очищеного УВОМ-200 і відновленого модулем конструкції ТДАТА (відповідно 0,65; 0,5 і 0,45мм). Це зумовлено перш за все тим, що продукти старіння масла завдяки своїй полярній активності адсорбуються на поверхнях тертя і запобігають зношуванню. Крім того, продукти окислення масла адсорбуються на другорядних домішках, якими є продукти зношування і зовнішні забруднення (пісок, пил), що видно з наведеної на рис.5 гістограми.

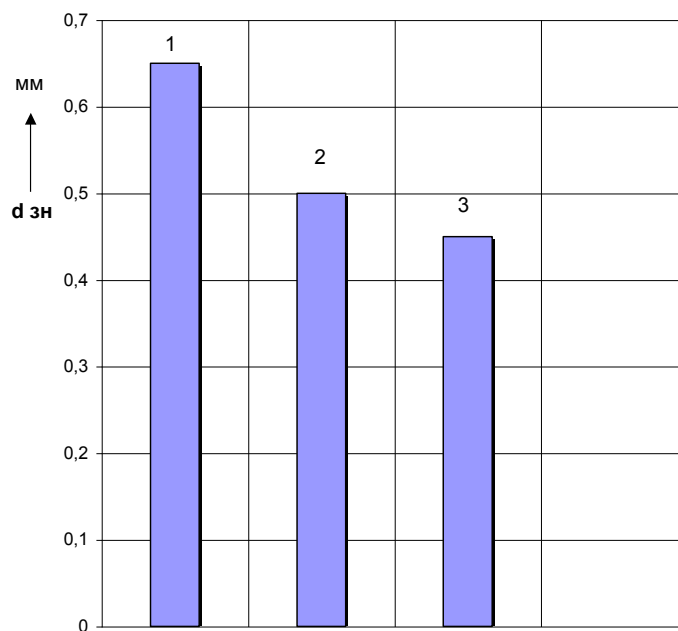


Рис. 5. Гістограма значень діаметра плями зношування масел:

- 1- масло в стані постачання;
- 2- очищеного масла УВОМ-200;
- 3- відновленого масла модулем конструкції ТДАТА.

У п'ятому розділі "**Результати стендових та виробничих випробувань**" наведені результати досліджень змащувальної дії моторних масел в стендових та виробничих умовах і оцінено їхній вплив на роботу основних деталей двигунів, а також оцінена зміна хімотологічних показників моторних масел.

На основі результатів експериментальних досліджень запропоновані основні показники технічних вимог до моторних масел М-10-Г<sub>2</sub>:

- кінематична в'язкість при 100°C повинна знаходитися в межах  $9 \pm 0,5$  сСт;
- масова частка механічних домішок, не більш 0,015%;
- температура спалаху у відкритому тиглі, не нижче 196°C;

- лужне число, не менше 5,8 мг КОН/г;
- густина при 20°C, не більш 900 кг/м<sup>3</sup>;
- моторні іспити - витримувати.

На підставі вищевикладеного нами запропонована методика прогнозування строку служби моторних масел, що дає можливість по спектральним характеристикам масел робити висновки про доцільність їхнього подальшого використання.

На рис.6 подана схема ідентифікації моторних масел. У лівій частині її приведена сукупність деформаційно-спектральних характеристик масел при реалізації іспитів, у середній частині подані характеристики поверхонь деталей, що зношуються, вхідні параметри яких знайдені із сукупності деформаційно-спектральних характеристик, у правій частині подані можливі стани моторних масел, обумовлені по деформаційно-спектральним характеристикам.

Проведені дослідження дають можливість оцінити стан поверхонь деталей, що зношуються при порівнянні максимальних і мінімальних значень  $D$  і  $f_{ср}$ , а також стан масел.

У результаті порівнянь поверхневий прошарок може бути охарактеризований як із явно вираженим, так і без явного зношування. Шляхом порівняння отриманої форми графіка спектральної щільності  $S(f)$  із типовими, можна охарактеризувати стан поверхні деталі й інтенсивності зношування. Оскільки характеристики поверхонь деталей, що зношуються, взаємозалежні з якістю мастильного середовища, зокрема, із ступенем їх забрудненості, то по ним оцінюється стан масел, а отже, і його ресурс.

Можливі стани масел визначаються за допомогою логічних операторів як результат обчислення логічних функцій, вхідні перемінні, яких виходять із сукупності статистичних характеристик.

Наприклад, якщо виконується умова

$$(D < D_{эг}) \wedge (S \Rightarrow S_{задир}), \quad (11)$$

$$\text{то } \forall S_0(f) \exists (D_0 < D_{доп}) \vee (f_{ср0} > f_{срдоп}); \quad (12)$$

і стан масла можна охарактеризувати як оптимальний, у середовищі якому формується однорідний поверхневий прошарок із високим опором щодо зношування.

У той же час, якщо виконується умова

$$(D > D_{эг}) \wedge (S \Rightarrow S_{адгез}) \vee (S \Rightarrow S_{н.опор}), \quad (13)$$

то

$$\forall S_{гр}(f) \exists (D_{гр} > D_{доп}) \vee (f_{ср.гр} < f_{ср.доп}); \quad (14)$$

і стан масла визначається як граничний то подальша його експлуатація неможлива.

Отже, розроблена методика дозволяє по спектральним характеристикам масел оцінювати тривалість їх ефективного використання.

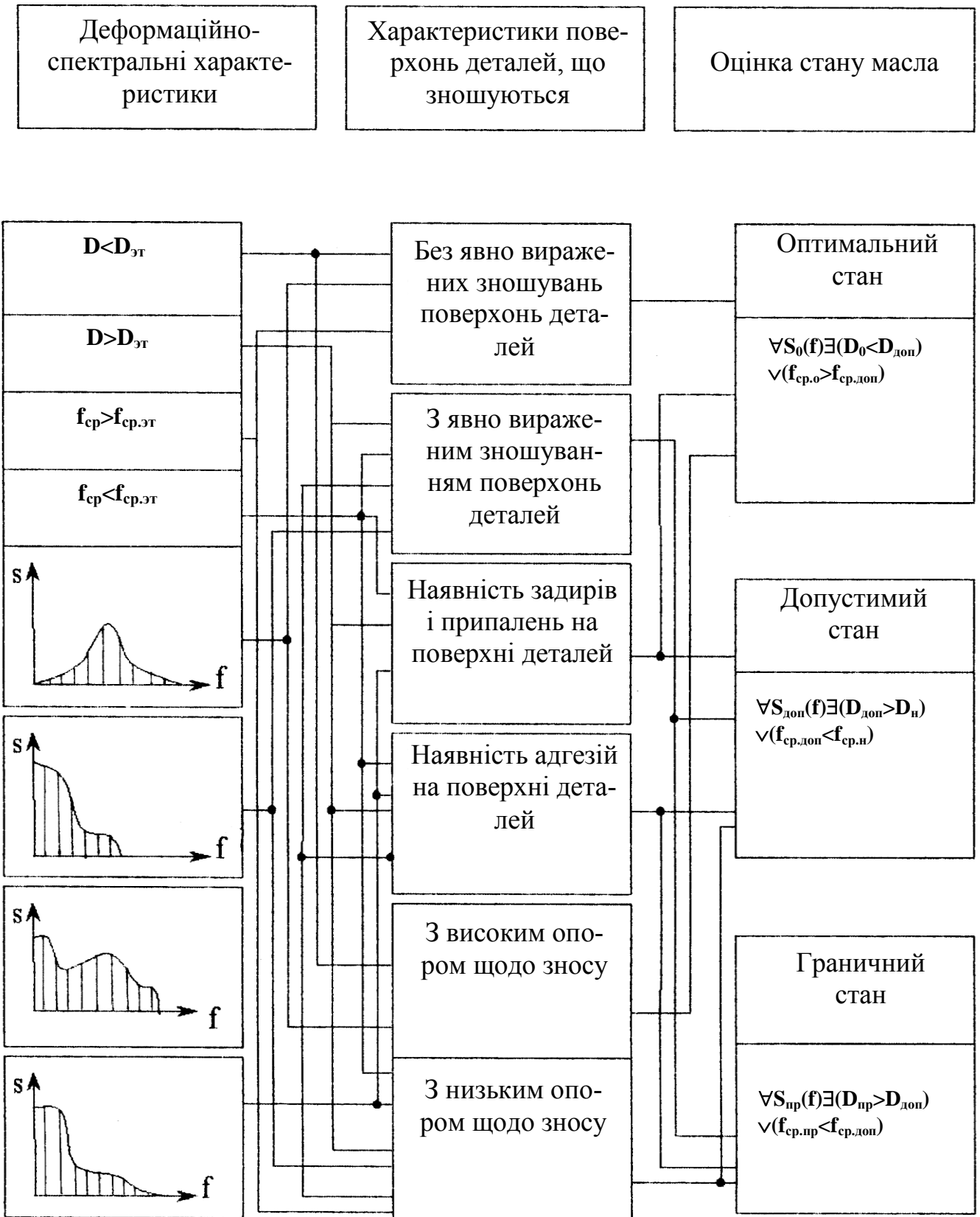


Рис. 6. Схема ідентифікації стану моторних масел

$D$  – дисперсія;  $S(f)$  – спектральна густина;  $f_{cp}$  – середня частотна складова спектральної густини;  $\forall$  – знак для “будь-якого”;  $\exists$  – знак “існує”;  $\vee$  – знак диз’юнкції “або”;  $\wedge$  – знак кон’юнкції “і”.

Проведена економічна оцінка результатів досліджень показала, що використання відновленого масла з системою його періодичного доливу, в процесі експлуатації мобільної сільськогосподарської техніки, дає економію в розмірі 104,2 грн. на один трактор в рік.

## ВИСНОВКИ

Виконані теоретичні і експериментальні дослідження по ефективному використанню мобільної сільськогосподарської техніки за рахунок продовження строку служби моторних масел дають змогу зробити такі висновки:

1. Аналіз існуючої системи експлуатації моторних масел показав, що довгострокове використання моторних масел без об'єктивної оцінки їх змащувальних властивостей призводить до зниження ефективності використання мобільної сільськогосподарської техніки на 60%, а застосування масел з необгрунтовано низьким ресурсом призводить до нераціональних їх витрат, скорочуючи при цьому термін їх використання більш ніж на 30%. Строк служби масел може бути продовжений також за рахунок застосування різних методів очищення та відновлення їх функціональних властивостей.

2. Теоретичні дослідження дали можливість розробити методику збільшення терміну використання моторних масел із застосуванням деякої кількості відновленого масла, яка дає змогу зрівняти строки заміни масла з періодичністю технічного обслуговування мобільної сільськогосподарської техніки, що в свою чергу зменшить час простою техніки і збільшить при цьому ефективність її використання, за рахунок збільшення строку служби моторних масел більше ніж в 3 рази.

3. Лабораторні дослідження показали, що значний вплив на протиспрацьовувальні властивості моторних масел має ступінь очищення масла. При цьому діаметр плями зношення, одержаний при випробуваннях моторного масла М-10-Г<sub>2</sub> на машині тертя МАСТ-1 склав: для товарного масла – 0,65 мм; очищеного УВОМ-200 – 0,50 мм і відновленого мобільним модулем конструкції ТДАТА– 0,45 мм.

На характеристики змащувальної дії моторних масел значний вплив має також температура масла в контактi в інтервалах 180...260°C і 300...350°C.

4. Стендові дослідження показали, що використання відновленого масла зменшує питому витрату палива на 1,14%, а також витрату масла на вигорання на 24,5%, що дає підстави для застосування його в мобільній сільськогосподарській техніці.

5. Експлуатаційними дослідженнями підтверджено, що збільшення строку використання відновленого моторного масла до 1400...1600 мотогодин не призводить

до підвищення інтенсивності зношування основних деталей двигунів. При цьому показник забрудненості збільшується на 22...53%. Значення інших показників масла не виходять за допустимі межі.

6. На основі результатів проведених досліджень розроблена та запропонована методика прогнозування строку служби моторних масел, яка дає змогу по спектральним характеристикам масел робити висновки про їх подальше ефективне використання.

7. Річний економічний ефект від збільшення строків використання моторних масел за рахунок доливу товарного або відновленого масла в процесі експлуатації мобільної сільськогосподарської техніки і зниження витрат на технічне обслуговування двигунів на один трактор складає для масла М-10-Г<sub>2</sub> – 104,2 грн на рік.

### СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ

1. Журавель Д.П. Моделирование химмотологических свойств масел с помощью триботехнических испытаний. // Материалы докладов международной научно-практической конференции. – Мелитополь, 1994, – С. 28-29.
2. Журавель Д.П. Прогнозирование остаточного ресурса автотракторных масел путем триботехнических испытаний // Материалы первого республиканского научно-технического семинара по улучшению показателей тепловых двигателей и ресурсосбережение. – Мелитополь, 1995, – С. 58-59.
3. Журавель Д.П. Исследование смазочной способности масел в сопряжениях автотракторных двигателей // Отраслевое машиностроение: - Тр/ТГАТА – т.І – вып.2 – Мелитополь, 1997, – С. 46-48.
4. Журавель Д.П. Моделирование триботехнических процессов в сопряжениях автотракторных двигателей // Отраслевое машиностроение: - Тр/ТГАТА – т.6 – вып. 1 – Мелитополь, 1998, – С. 38-43.
5. Журавель Д.П. Метод оценки состояния триботехнических свойств моторных масел // Отраслевое машиностроение: - Тр/ТГАТА – т.13 – вып.1 – Мелитополь, 1999, – С. 65-67.
6. Журавель Д.П. Моделювання процесів зміни кількісних і якісних показників моторних масел при їх використанні // Праці ТДАТА. – Вип.2. т.14 – Мелітополь, 2000, – С. 37-40.
7. Журавель Д.П. Эффективность использования восстановленных моторных масел в тракторных двигателях // Труды ТГАТА. – Вип.1. т.18 – Мелитополь, 2001, – С. 24-28.



Журавель Д.П. Підвищення ефективності використання мобільної сільськогосподарської техніки за рахунок продовження строку служби моторних масел. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. Національний аграрний університет, Київ, 2001.

За результатами теоретичного аналізу і експериментально отриманих характеристик розроблена методика прогнозування строку служби моторних масел, яка дає змогу по їх спектральним характеристикам робити висновки про їх подальше ефективне використання в мобільній сільськогосподарській техніці.

Експлуатаційними дослідженнями підтверджено, що збільшення строку використання відновленого моторного масла до 1400...1600 мотогодин не призводить до підвищення інтенсивності зношування спрягів двигунів мобільної сільськогосподарської техніки, при цьому забрудненість масла збільшується на 22...53%. Значення інших показників не перевищують допустимих меж.

Річний економічний ефект від збільшення строків використання моторних масел за рахунок доливу товарного або відновленого масла в процесі експлуатації мобільної сільськогосподарської техніки і зниження витрат на технічне обслуговування двигунів на один трактор складає для масла М-10-Г<sub>2</sub> – 104,2 грн. на рік.

Ключеві слова: мобільна сільськогосподарська техніка, відновлене моторне масло, строк служби, ефективність використання.

Журавель Д.П. Повышение эффективности использования мобильной сельскохозяйственной техники путем продления срока службы моторных масел. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.11 – машины и средства механизации сельскохозяйственного производства. Национальный аграрный университет, Киев, 2001.

Обоснована актуальность работы, сформулированы цель и задачи исследований. Проанализировано и установлено, что действующая система замены моторных масел не отражает их фактическое состояние и должна определяться на основе закономерностей старения масла конкретной марки в двигателях с учетом их эксплуатации. Установлено, что срок службы моторных масел можно продлить за счет применения различных методов и средств их очистки и восстановления.

В результате теоретических исследований были разработаны модели процессов изменения триботехнических и химмотологических свойств моторных масел при

эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники. Динамика изменения свойств описывается экспоненциальными зависимостями. Наличие периода стабилизации значений является основной предпосылкой и условием длительной работы масла. Проведенные теоретические исследования показали, что срок службы масла можно увеличить за счет постоянного долива товарного или восстановленного масла.

Для экспериментальной проверки основных теоретических положений по прогнозированию срока службы моторных масел была разработана программа, предусматривающая проведение лабораторных, стендовых и эксплуатационных исследований, а также определение физико-химических показателей качественного состояния моторных масел.

Лабораторные исследования проводились на машинах трения МАСТ-1 и СМЦ-2 переоборудованных с учетом условий испытаний. В качестве основных показателей характеризующих влияние степени очистки и загрязненности моторных масел на их смазочное действие были приняты: удельная нагрузка в контакте, линейная скорость, а также коэффициент трения и объемная температура масла.

Для получения опытного образца масла использовались разработанные в сотрудничестве с учеными ТГАТА установка УВОМ-200 и мобильный модуль для восстановления автотракторных масел.

Для подтверждения лабораторных исследований были проведены стендовые и производственные исследования, в процессе которых оценивалась характеристика работы двигателей (удельный расход топлива, масла, количество отложений в роторе масляной центрифуги и др.); показатели физико-химических свойств работавшего масла; показатели состояния деталей цилиндропоршневой группы двигателей (износ, загрязненность, а также неисправности деталей и узлов связанные с работой масла). Эти данные определялись путем систематического отбора и анализа проб моторного масла, учета технико-экономических показателей работы двигателей.

Эксплуатационными испытаниями установлено, что увеличение срока службы восстановленного масла до 1400...1600 моточасов не приводит к повышению интенсивности изнашивания сопряжений двигателей мобильной сельскохозяйственной техники, при этом показатель загрязненности увеличился на 22...53%. Значение остальных показателей не выходит за допустимые пределы.

На основании результатов проведенных исследований разработана методика прогнозирования срока службы моторных масел, которая позволяет по спектральным характеристикам масел судить о продолжительности их эффективного использования в мобильной сельскохозяйственной технике.

Результаты расчета экономической эффективности показали, что использование восстановленного масла с системой периодического долива его без смены в течение года дает экономию в 104,2 грн. на один трактор.

Ключевые слова: мобильная сельскохозяйственная техника, восстановленное моторное масло, срок службы, эффективность использования.

Juravel D.P. Increasing of use efficiency of mobile agricultural engineering by prolongation of period expectancy of motor oils – Manuscript.

Thesis on competition of the scientific degree of the engineering science candidate on speciality 05.05.11 – Machines and means of mechanization of agricultural manufacture. National Agrarian University, Kiev, 2001.

By results of the theoretical analysis and experimentally received characteristics the technique of forecasting of service life of motor oils is developed which enables under their spectral characteristics to judge duration of their effective utilization in mobile agricultural engineering.

By operation researching it is confirmed, that the increase of usage period of the restored oil, according to the offered technique, up to 1400...1600 motor-hours does not result in rise of wear intensity of drives interfaces of mobile agricultural engineering, thus oil contamination has increased on 22...53%. The value of other indexes was not off admissible limits. Annual economic benefit of increase of motor oils usage term for the score of the addition of produced or restored oil while in service of mobile agricultural engineering and the reducing of expenditures on maintenance service of drives makes 104,2 грн. per one tractor for oil SAE 30/API CC.

Key words: mobile agricultural engineering, restored motor oil, usage term, efficiency of use.

Підписано до друку 2001 р. Зам. №  
Формат 60 x 84 1/16. Обл.-вид. арк. 0,9. Тираж 100 прим.  
Надруковано в Таврійській державній агротехнічній академії.  
Адреса: 72312, Україна, Запорізька обл., м. Мелітополь,  
пр-т Б.Хмельницького, 18.