УДК 519.86

УДОСКОНАЛЕННЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ МАШИН ДЛЯ ЛІСОТЕХНІЧНИХ РОБІТ ЗА РАХУНОК ДІАГНОСТИКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Л. Л. Тітова

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.

Стаття з спеціальності: 133 – галузеве машинобудування.

Кореспонденція авторів: l_titova@nubip.edu.ua

Історія статті: отримано – жовтень 2019, акцептовано – січень 2020.

Бібл. 19, рис. 5, табл. 3.

Анотація. Для підтримки машин для лісотехнічних робіт в працездатному стані необхідно проводити планове технічне обслуговування (ТО), періодичність якого встановлює завод-виготівник. Рекомендована виробником періодичність ТО, яка вимірюється в кілометрах пробігу або мотогодин роботи, відповідає усередненим умовам експлуатації машин для лісотехнічних робіт. В реальних умовах експлуатація машин для лісотехнічних робіт може супроводжуватися більш важкими навантаженнями, тривалою роботою на холостому ходу, роботою в складних умовах експлуатації. Враховуючи вік машин для лісотехнічних робіт і такі умови експлуатації, необхідно більш часто проводити ТО. Навпаки, при роботі в більш легких умовах експлуатації може з'явитися можливість збільшити інтервал між ТО. При цьому нормативно-технічною документацією передбачено збільшення періодичності ТО і широке застосування засобів діагностування технічного стану машин для лісотехнічних робіт, за результатами яких прогнозуються технічний стан мобільних енергетичних засобів (МЕЗ) і його залишковий ресурс. Одним з найбільш навантажених елементів машин для лісотехнічних робіт є двигун внутрішнього згорання (ДВЗ). Справний стан ДВЗ залежить від багатьох факторів і одним з основних є справний стан системи змащення ДВЗ. Як правило, одним з основних факторів, що впливають на періодичність обслуговування не тільки ДВЗ, але і машина для лісотехнічних робіт в цілому, виступає заміна мастильного матеріалу в ДВЗ. Мастильним матеріалом в ДВЗ виступає моторна олива. Таким чином, справний стан ДВЗ неможливо без своєчасної заміни моторної оливи, яка є однією з трудомістких і дорогих робіт при ТО машин для лісотехнічних робіт.

Ключові слова: машина для лісотехнічних робіт, двигун внутрішнього згорання (ДВЗ), моторна олива, діагностика, технічне обслуговування (ТО).

Постановка проблеми

Стає актуальною задача діагностики технічного стану моторних оли. Існують методи, які вимагають

лабораторних умов і обладнання, або умови проведення дослідження та результати діагностики технічного стану залежать від неформалізованих і суб'єктивних рішень фахівця, який, в залежності від свого досвіду, фізіологічних можливостей, може прийняти необ'єктивне рішення за результатами діагностики. Тому потрібні методи, що дозволяють приймати об'єктивні рішення про подальшу експлуатацію моторної оливи і коригувати періодичність ТО ДВЗ машин для лісотехнічних робіт.

Аналіз останніх досліджень

Удосконалення процесів і організації ТО ДВЗ машин для лісотехнічних робіт полягає в коригуванні періодичності ТО ДВЗ машин для лісотехнічних робіт, що досягається за рахунок удосконалення методу оцінки диспергуючих властивостей моторної оливи ДВЗ, який дозволить оцінювати залишковий ресурс моторної оливи і проводити його заміну по фактичному стану, що підвищить ефективність і скоротить витрати при технічній експлуатації ДВЗ і машин для лісотехнічних робіт в цілому.

В роботі [7] автори пропонують в якості показників технічного стану моторної оливи використовувати лужність, зміна в'язкості і диспергованість. С. П. Горбунов стверджує, що на темп зносу основних деталей двигуна і утворення лаку і відкладень в ньому найбільший вплив робить концентрація нерозчинних домішок, спрацьовування мийно-диспергуючих присадок, накопичення продуктів окислення [4]. Ю. А. Власов прогнозує залишковий термін служби оливи, через показники забрудненості працюючої оливи [9, 12, 17].

Д.А. Дрючин робить висновок про те, що вирішальний вплив на довговічність підшипників колінчастого вала надають в'язкісно-температурні властивості [11].

Питанням визначення показників граничного стану моторної оливи займалися і багато інших вчених [3, 8, 14 та ін.]. Більшість дослідників для діагностики технічного стану моторної оливи використовують

показники: диспергуюче-стабілізуючу здатність, в'язкість, лужне число, оптичну щільність, забрудненість оливи, в тому числі охолоджуючої рідини і палива. Рідше в якості показників технічного стану використовуються коксованість, сульфатна зольність і інші [2, 19].

Мета досліджень

Мета даної роботи полягає в підвищенні ефективності технічної експлуатації машин для лісотехнічних робіт.

Результати досліджень

Застосування методів і засобів діагностики при технічній експлуатації і ТО машин для лісотехнічних робіт дозволяє зменшити трудомісткість технічних впливів, тривалість простоїв машин для лісотехнічних робіт, витрати на експлуатацію. Методи діагностики технічного стану спрямовані на отримання інформації про фактичний стан машин для лісотехнічних робіт і окремих його елементів. Таким чином, кінцева мета діагностики технічного стану – це обслуговування машин для лісотехнічних робіт по фактичному стану. Для цього потрібне коригування існуючої періодичності ТО машин для лісотехнічних робіт. ДВЗ сучасної машини для лісотехнічних робіт є одним із самих основних і дорогих агрегатів, якому необхідна діагностика і обслуговування. Найбільш важливою і витратною операцією при ТО є заміна моторної оливи ДВЗ машин для лісотехнічних робіт. Тому періодичність ТО ДВЗ машин для лісотехнічних робіт визначається залишковим ресурсом моторної оливи. Таким чином, для визначення залишкового ресурсу моторної оливи необхідно встановити значення критерію, що характеризує технічний стан моторної оливи. Поширеним методом експлуатаційної діагностики технічного стану моторної оливи є метод крапельної проби. Він дозволяє визначити параметр технічного стану моторної оливи – диспергуючі властивості (ДВ), який є одним із властивостей моторної оливи, що застосовується для визначення її граничного технічного стану. Експрес-метод крапельної проби володіє перевагами: простота проведення, мала економічна складова впровадження, можливість проведення діагностики технічного стану на місці експлуатації машин для лісотехнічних робіт, комплексна діагностика технічного стану оливи. Інтенсивність розтікання моторної оливи, утворення зон і колір оливної плями залежать від основних показників її технічного стану: в'язкості, ДВ, забрудненості, присутності охолоджуючої рідини і палива. Однак суб'єктивна оцінка і недостатня точність визначення кількісного показника ДВ не дозволяють виконувати достовірну діагностику, так як здійснюється суб'єктивна візуальна оцінка оливної плями.

Розроблено комплексні критерії діагностики технічного стану моторної оливи:

U_h - характеризується виміром висоти h щільності розподілу градації сірого кольору пікселів оливної плями.

$$U_{hi} = \frac{h_i}{h_{\min}} \quad (1)$$

де h_i - виміряна висота щільності розподілу, мм; $h_{\min}$ - висота щільності розподілу в початковій стадії напрацювання моторної оливи, мм;

U_{γ} - характеризується вимірюванням площі S_{γ} під кривою щільності розподілу градації сірого кольору пікселів з двостороннім обмеженням за лінійними розмірами ядра оливної плями.

$$U_{\gamma i} = \frac{S_{\gamma i}}{S_{\gamma \min}} \quad (2)$$

де $S_{\gamma i}$ - виміряна площа під кривою щільності розподілу, що характеризує ядро оливної плями, мм²; $S_{\gamma \min}$ - площа під кривою щільності розподілу, що характеризує ядро оливної плями в початковій стадії напрацювання моторного масла, мм²;

U_{oi} - характеризується вимірюванням загальної площі S_{oi} під кривою щільності розподілу градації сірого кольору пікселів.

$$U_{oi} = \frac{S_{oi}}{S_{o \min}} \quad (3)$$

де S_{oi} - виміряна загальна площа під кривою щільності розподілу, мм²; $S_{o \min}$ - загальна площа під кривою щільності розподілу в початковій стадії напрацювання моторної оливи, мм².

На відміну від відомого методу, де методика оцінки оливної плями зводиться до органолептичного методу, розроблена методика цифрової оцінки оливної плями, яка дозволяє проводити формалізовану і об'єктивну оцінку, приймати рішення про технічний стан моторної оливи ДВЗ і коригувати періодичність ТО ДВЗ машин для лісотехнічних робіт.

З використанням скануючого пристрою отримують позитивне цифрове зображення фільтрувального паперу з оливною плямою. Цифрове зображення перетворюється в негативний, обрізається квадратом з центром в середині оливної плями і 3 рази повертається на 90° за годинниковою стрілкою. Таким чином, виходить 4 зображення одного оливної плями, що дає можливість зменшити вплив його нерівномірного розтікання. Цифрове зображення дозволяє математично оцінити зміни градації сірого кольору кожного пікселя зображення оливної плями.

Отримані негативні зображення перетворюються в масив пікселів, число елементів якого дорівнює загальній кількості пікселів з різною яскравістю і контрастністю. Пікселі утворюють матрицю. При цьому кожен піксель має своє значення глибини сірого кольору (від 0 до 256 градацій сірого кольору).

Потім здійснюється підсумовування значень елементів матриць в кожному стовпчику і побудова

кривої залежності інтенсивності градації сірого кольору пікселів від їх координат, яка є щільністю

розподілу градації сірого кольору пікселів цифрового негативного відбитку масляного плями (рис. 1).

$$SM := \frac{Matrix1 + Matrix2 + Matrix3 + Matrix4}{4}$$

$$SM =$$

	0	1	2	3
0	0	0	0	0
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	...

$$NN_j := \sum_i SM_{i,j}$$

Рис. 1. Отримання щільності розподілу пікселів по середньому значенню 4 матриць.

Fig. 1. Obtaining the density of distribution of pixels on the average value of 4 matrices.

Отримана щільність розподілу NN_j від координати j і негативне зображення оливної плями співвідносяться і визначаються характеристики щільності розподілу пікселів (рис. 2):

- h - висота графіка. Визначає показники всієї оливної плями і є орієнтовно середні значення, біля якої групуються всі значення, мм;

- S_o - загальна площа під кривою щільності розподілу пікселів. Характеризує узагальнені показники властивостей краплинної проби моторної оливи, мм²;

- $S_я$ - площа під кривою щільності розподілу в інтервалі розташування ядра оливної плями. Більшою мірою характеризує якісний і кількісний склад механічних домішок в моторній оливі, мм².

Для коригування періодичності ТО ДВЗ машин для лісотехнічних робіт необхідно визначити граничні значення розроблених комплексних критеріїв при відповідних бракувальних показниках технічного стану моторної оливи.

Одним з таких показників може служити показник ДВ, граничне значення якої становить 0,3. Зіставляючи результати ДВ за призначенням граничного напруження моторної оливи за її фактичним станом з комплексними критеріями U_h , $U_я$, U_o , можуть бути призначені їх гранично допустимі значення.

Рис. 2. Основні характеристики щільності розподілу пікселів в масивах цифрових відбитків крапельних проб моторної оливи.

Fig. 2. The main characteristics of the density of the distribution of pixels in arrays of digital prints of drip samples of engine oil.

В результаті дослідження визначено, що маса краплі, що наноситься на фільтрувальний папір, відповідає $m_k = 0,028693 \pm 0,00108$ г при довірчій ймовірності $P = 0,95$ Р. Рекомендований розмір зображення оливної плями становить 490x490 пікселів. Розмір зображень визначається при їх зміні від 270 до 600 пікселів (рис. 3) і знаходженні коефіцієнта роздільної здатності K_{II} для комплексних критеріїв U_h , U_y , U_o . З урахуванням таких масивів пікселів при будь-якому стані моторного масла повністю поміщаються масляні плями на цифровому зображенні, підвищується точність вимірювань розробленої методики.

Рис. 3. Залежність коефіцієнта роздільної здатності K_{II} комплексних критеріїв U_h , U_y , U_o , від розміру плями оливи в пікселях.

Fig. 3. The resolution of the coefficient of resolution K_{II} of complex criteria U_h , U_y , U_o , on the size of the oil spot in pixels.

Експериментальне дослідження проведено на прикладі Харвестер АМКОДОР 2551. Для експериментального дослідження проводиться забір проб моторної оливи з ДВЗ Д-260.9, де обсяг моторної оливи, необхідного для заміни, становить 217,6 л. При рівні довірчої ймовірності $P=0,75$ для проведення експериментальних досліджень необхідно провести

відбір 34 проб з картерів ДВЗ машин для лісотехнічних робіт.

Чим більше часу розтікається крапля моторної оливи, тим пляма стає більше, а межі її - розмитими. Пляму оливи доцільно вивчати після висушування протягом 3-4 годин при температурі 18-20 °С (рис. 4).

Визначити граничний стан моторної оливи розробленою методикою можна після підконтрольної експлуатації машини для лісотехнічних робіт, відбору проб з ДВЗ і знаходження граничного стану моторної оливи одним з відомих методів.

Надалі контроль буде проводитися тільки розробленою методикою. Для призначення граничного стану моторної оливи G-profi MSI Plus SAE 15w40 API CI-4 / SL, відібраного з картерів ДВЗ Д-260.9 Харвестер АМКОДОР 2551, проби досліджуються лабораторними методами для оцінки в'язкості і лужного числа (таблиця 1).

Таблиця 1. Основні результати досліджень проб моторної оливи G-profi MSI Plus SAE 15w40 API CI-4 / SL, відібраного з картерів ДВЗ Д-260.9 Харвестер АМКОДОР 2551 лабораторними методами.

Table 1. Key engine oil test results -profi MSI Plus SAE 15w40 API CI-4 / SL, selected from the combustion chambers DZ-260.9 Harvester AMKODOR 2551 by laboratory methods.

Число проб	Інтервал напрацювання моторної оливи, мотогодин	В'язкість при 100 °С, сСт	Лужне число, мг КОН/г
34	42-512	13,36-12,28	9,62-8,25
Моторна олива без напрацювання		14,26	10,32
Граничне значення		12,5-16,3	5,16

Оливою не досягнуто граничних значень по в'язкості і лужному числу. Рекомендовано керівництвом по експлуатації та ТО двигунів Д-260.9 термін заміни моторної оливи становить 250 мотогодин.

Таблиця 2. Межі зміни критеріїв технічного стану моторної оливи.

Table 2. Limits of change of criteria of technical condition of engine oil.

Число проб	Інтервал напрацювання моторної оливи, мотогодин	Межі зміни ДВ	Межі зміни критеріїв		
			U_h	U_y	U_o
М8-ДМ (транспортно-технологічні машини)					
4	5700-10500 км	0,7-0,22	1-1,14	1-1,24	1-1,21
М10-ДМ (транспортно-технологічні машини)					
8	1000-20000 км	0,47-0,33	1-1,38	1-1,89	1-1,62
М8-ДМ (транспортно-технологічні машини)					
9	70-845 мотогодин	0,77-0,22	1-1,28	1-1,87	1-1,43
М10-ДМ (транспортно-технологічні машини підприємства)					
6	54-360 мотогодин	0,6-0,31	1 1,25	1-2	1-1,62
G-profi MSI Plus SAE 15w40 API CI-4/SL					
34	42-512 мотогодин	0,54-0,27	1-1.13	1-1,38	1-1,18

Бракувальним показником може служити контрольний параметр ДВ, граничне значення якого становить 0,3. У таблиці 2 представлені межі зміни контрольного параметра ДВ і розроблених комплексних критеріїв U_h , U_a , U_o .

Наприклад, зіставляючи результати ДВ за граничним напруженням моторної оливи з комплексним критерієм U_h (рис. 4), призначено його граничне значення, рівне 1,135 для моторної оливи G-profi MSI Plus SAE 15w40 API CI-4 / SL з картера дизельного двигуна Д-260.9 Харвестер АМКОДОР 2551, що виконують технологічні роботи в Житомирській області.

Рис. 4. Залежність зміни розробленого комплексного критерію U_h від напруження, а також його взаємозв'язок з контрольним параметром ДВ моторної оливи G-profi MSI Plus SAE 15w40 API CI-4 / SL: 1 - U_h ; 2 - ДВ.

Fig. 4. Dependence of change of developed complex criterion U_h on time, as well as its relationship with the control parameter DP of engine oil G-profi MSI Plus SAE 15w40 API CI-4/SL: 1 - U_h ; 2 - DP.

Відповідно до отриманого граничним значенням можна оцінити залишковий ресурс моторної оливи. На основі даних про залишковий ресурс моторної оливи стає можливим проведення робіт по заміні моторної оливи двигунів машин для лісотехнічних робіт по фактичному стану та коригування періодичності ТО ДВЗ машин для лісотехнічних робіт. В зв'язку із заміною моторної оливи в залежності від напруження відомо як змінюються контрольні

параметри, але масло при цьому не вичерпує свій потенційний ресурс (рис. 5). Виходячи з цього, пропонується скорегувати періодичність ТО ДВЗ машин для лісотехнічних робіт. Причому проведення повного лабораторного аналізу тривалий час і дорого. Використання розробленої методики передбачає отримання результату протягом 3-4 годин після нанесення краплі олії на фільтрувальний папір.

Рис. 5. Ілюстрація періодичності заміни моторної оливи G-Profi SAE 15W-40 API CI-4 в двигунах Харвестер АМКОДОР 2551 при: 1 - планово-попереджувальній системі ТО; 2 - по фактичному стану.

Fig. 5. Illustration of the frequency of replacement of G-Profi SAE 15W-40 API CI-4 engine oil in Harvester AMKODOR 2551 engines at: 1 - planned maintenance and maintenance system; 2 - the actual state.

При діагностиці технічного стану моторної оливи з трьох комплексних критеріїв потрібно вибрати найбільш значимий. Значимість визначається напруженням із заміни моторної оливи і її станом, яке характеризується комплексними критеріями – U_h , U_a , U_o . В якості запобіжного близькості критеріїв використовується евклідова відстань. На підставі отриманих даних приймається найбільш вагомий комплексний критерій U_h , у якого середня евклідова відстань і найбільша величина достовірності апроксимації. Для оцінки достовірності комплексних критеріїв U_h і ДВ визначені похибки і ціна поділки (табл. 3).

Таблиця 3. Порівняльна оцінка достовірності визначення критеріїв ДВ і U_h при оцінці проб моторної оливи G-profi MSI Plus SAE 15w40 API CI-4 / SL з картера дизельного двигуна Д-260.9 Харвестер АМКОДОР 2551.

Table 3. Comparative evaluation of the reliability of the definition of the criteria of the DP and in the evaluation of samples of engine oil G-profi MSI Plus SAE 15w40 API CI-4 / SL from the crankcase of the D-260.9 diesel engine Harvester AMKODOR 2551.

Контрольний критерій	Випадкова помилка, %	Систематична помилка, %	Сумарна помилка, %	Відносна помилка	Ціна поділки, вимірюваного критерію при прийнятій надійності вибірки, $\alpha=0,9$
U_h	1,9	1,2	3,1	2,8	0,0138
ДВ	2,7	9,8	12,5	30,5	0,0177

Остаточний результат:

$U_h = 1,092 \pm 0,031$ при довірчій ймовірності $P = 0,9$; $E = 2,8\%$.

$ДВ = 0,41 \pm 0,12$ при довірчій ймовірності $P = 0,9$; $E = 30,5\%$.

Таким чином, комплексний критерій U_h приймається об'єктивним для діагностики технічного стану моторної оливи і коригування періодичності ТО ДВЗ машин для лісотехнічних робіт.

Висновки

1. Проведено діагностику технічного стану моторної оливи удосконаленим методом крапельної проби для коригування періодичності технічного обслуговування двигунів машин для лісотехнічних робіт. Метод крапельної проби дозволяє визначити комплексний показник диспергуючих властивостей моторної оливи, по якому можна зробити висновок про залишковий ресурс моторної оливи. Даний метод удосконалений у частині процесу кількісного аналізу оливної плями і прийняття рішення про стан моторної оливи.

2. Розроблено методику цифрової оцінки оливної плями з метою об'єктивної і формалізованої оцінки технічного стану моторної оливи для прийняття рішення про необхідність коригування періодичності технічного обслуговування двигунів машин для лісотехнічних робіт.

3. Обґрунтовано новий комплексний критерій контролю технічного стану моторної оливи двигунів машин для лісотехнічних робіт, який дозволяє проводити коригування періодичності технічного обслуговування.

Список літератури

1. Лудченко О. А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія. Підручник. Київ. Вища школа. 2007. 527 с.
2. Shevchuk R. S., Krupych R. Manual vibro-impact fruit shake. MOTROL. Commission of motorization and energetics in agriculture. Lublin-Rzeszow. 2015. Vol. 17. №4. P. 153–159.
3. Semen Y. V., Krupych O. M., Shevchuk R. S. Energy efficiency of the use of pneumohydraulic accumulators in hydraulic drives for fruit-harvesting machines. MOTROL. Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa. Lublin: Akademia Rolnicza, 2006. T. 8A. P. 251–257.
4. Cherevko G., Krupych O., Krupych R. Development of the system for the formation of the material and technical base of agriculture in Ukraine. MOTROL. Commission of motorization and energetics in agriculture. Lublin-Rzeszow, 2013. Vol. 5, №4. P. 97–106.
5. Sydorchuk O., Triguba A., Makarchuk O. Optimization of the life cycle of integrated programs for harvesting grain crops. MOTROL. Commission of motorization and energetics in agriculture. Lublin, 2012. Vol. 14, №4. P. 131–140.

6. Sydorchuk O., Ivasjuk I., Syatkovsky A. Influence subject to conditions terms of tillage, planting summer-autumn period. MOTROL. Commission of motorization and energetics in agriculture. Lublin, 2012. Vol. 14, №4. P. 16–20.

7. Sydorchuk A., Ivasiuk I., Ukraynecz V. Harmonization of the components of the technological system of soil cultivation and sowing of winter crops. MOTROL. Commission of motorization and energetics in agriculture. Lublin-Rzeszow, 2013. Vol. 15, №4. P. 180–186.

8. Sydorchuk O., Sydorchuk L., Demidyuk N., Sivakovskaya E. Method of creating a conceptual model of management - information systems of field crop cultivation. MOTROL. Commission of motorization and energetics in agriculture. Lublin-Rzeszow, 2014. Vol. 16, №4. P. 26–31.

9. Rogovskii Ivan. Methodology of development of normative documents ensure the efficiency of agricultural machines. MOTROL. Motorization and power industry in agriculture. Lublin. 2014. Vol. 16. №2. P. 253–264.

10. Rogovskii Ivan. Graph-modeling when the response and recovery of agricultural machinery. MOTROL. Motorization and power industry in agriculture. Lublin. 2016. Vol. 18. №3. P. 155–164.

11. Rogovskii I. L., Melnyk V. I. Model of parametric synthesis rehabilitation agricultural machines. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kyiv. 2016. No 241. P. 387–395.

12. Titova L. L., Rogovskii I. L. Technology recovery of power device of machines for forestry work. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kyiv. 2017. No 258. P. 369–380.

13. Rogovskii I. L. Analysis of model of recovery of agricultural machines and interpretation of results of numerical experiment. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kyiv. 2016. No 254. P. 424–431.

14. Rogovskii I. L. Probability of preventing loss of efficiency of agricultural machinery during exploitation. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kyiv. 2017. No 258. P. 399–407.

15. Rogovskii I. L. Conceptual framework of management system of failures of agricultural machinery. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kyiv. 2017. No 262. P. 403–411.

16. Lyudmila Titova, Ivan Rogovskii. The effectiveness of technical exploitation of the forest MES. MOTROL. Motorization and power industry in agriculture. 2014. Vol. 16, № 3. P. 313–321.

17. Lyudmila Titova, Ivan Rogovskii. Improving the recovery efficiency of machines for forestry work. MOTROL. Motorization and Energetics in Agriculture. 2015. Vol. 17, № 3. P. 298–310.

18. Lyudmila Titova, Ivan Rogovskii. System of control of parameters technical condition of machines for forestry work. TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency

and Mechanical Engineering. Lublin–Rzeszów. 2017. Vol. 17. No 3. P. 73–82.

19. Rogovskii Ivan, Titova Liudmyla, Novitskii Andriy, Rebenko Victor. Research of vibroacoustic diagnostics of fuel system of engines of combine harvesters. Proceedings of 18th International Scientific Conference “Engineering for rural development”. Jelgava, Latvia, May 22–25, 2019, Latvia University of Agriculture. Faculty of Engineering. Vol. 18, pp. 291–298. DOI: 10.22616/ERDev2019.18.N451. Scopus.

References

1. Shevchuk, R. S., Krupych, R. (2015). Manual vibro-impact fruit shake. MOTROL. Commission of motorization and energetics in agriculture. Lublin-Rzeszow. Vol. 17. №4. 153–159.

2. Semen, Y. V., Krupych, O. M., Shevchuk, R. S. (2006). Energy efficiency of the use of pneumohydraulic accumulators in hydraulic drives for fruit-harvesting machines. MOTROL. Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa. Lublin: Akademia Rolnicza, T. 8A. 251–257.

3. Cherevko, G., Krupych, O., Krupych, R. (2013). Development of the system for the formation of the material and technical base of agriculture in Ukraine. MOTROL. Commission of motorization and energetics in agriculture. Lublin-Rzeszow, Vol. 5, №4. 97–106.

4. Sydorchuk, O., Triguba, A., Makarchuk, O. (2012). Optimization of the life cycle of integrated programs for harvesting grain crops. MOTROL. Commission of motorization and energetics in agriculture. Lublin, Vol. 14, №4. 131–140.

5. Sydorchuk, O., Ivasjuk, I., Syatkovskyy, A. (2012). Influence subject to conditions terms of tillage, planting summer-autumn period. MOTROL. Commission of motorization and energetics in agriculture. Lublin, Vol. 14, №4. 16–20.

6. Sydorchuk, O., Ivasiuk, I., Ukraynecz, V. (2013). Harmonization of the components of the technological system of soil cultivation and sowing of winter crops. MOTROL. Commission of motorization and energetics in agriculture. Lublin-Rzeszow, Vol. 15, №4. 180–186.

7. Sydorchuk, O., Sydorchuk, L., Demidyuk, N., Sivakovskaya, E. (2014). Method of creating a conceptual model of management - information systems of field crop cultivation. MOTROL. Commission of motorization and energetics in agriculture. Lublin-Rzeszow, Vol. 16, №4. 26–31.

8. Rogovskii Ivan. (2014). Methodology of development of normative documents ensure the efficiency of agricultural machines. MOTROL. Motorization and power industry in agriculture. Lublin. Vol. 16. №2. 253–264.

9. Rogovskii Ivan. (2016). Graph-modeling when the response and recovery of agricultural machinery. MOTROL. Motorization and power industry in agriculture. Lublin. Vol. 18. №3. 155–164.

10. Rogovskii, I. L., Melnyk, V. I. (2016). Model of parametric synthesis rehabilitation agricultural machines. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kyiv. No 241. 387–395.

11. Titova, L. L., Rogovskii, I. L. (2017). Technology recovery of power device of machines for forestry work. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kyiv. No 258. 369–380.

12. Rogovskii, I. L. (2016). Analysis of model of recovery of agricultural machines and interpretation of results of numerical experiment. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kyiv. No 254. 424–431.

13. Rogovskii, I. L. (2017). Probability of preventing loss of efficiency of agricultural machinery during exploitation. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kyiv. No 258. 399–407.

14. Rogovskii, I. L. (2017). Conceptual framework of management system of failures of agricultural machinery. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kyiv. No 262. 403–411.

15. Lyudmila Titova, Ivan Rogovskii. (2014). The effectiveness of technical exploitation of the forest MES. MOTROL. Motorization and power industry in agriculture. Vol. 16, № 3. 313–321.

16. Lyudmila Titova, Ivan Rogovskii. (2015). Improving the recovery efficiency of machines for forestry work. MOTROL. Motorization and Energetics in Agriculture. Vol. 17, № 3. 298–310.

17. Lyudmila Titova, Ivan Rogovskii. (2017). System of control of parameters technical condition of machines for forestry work. TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin–Rzeszów. Vol. 17. No 3. 73–82.

19. Rogovskii Ivan, Titova Liudmyla, Novitskii Andriy, Rebenko Victor. (2019). Research of vibroacoustic diagnostics of fuel system of engines of combine harvesters. Proceedings of 18th International Scientific Conference “Engineering for rural development”. Jelgava, Latvia, May 22–25, Latvia University of Agriculture. Faculty of Engineering. Vol. 18, pp. 291–298. DOI:

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ МАШИН ДЛЯ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ ЗА СЧЕТ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Л. Л. Титова

Аннотация. Для поддержки машин для лесотехнических работ в работоспособном состоянии необходимо проводить плановое техническое обслуживание (ТО), периодичность которого устанавливает завод-изготовитель. Рекомендуемая производителем периодичность ТО, которая измеряется в километрах пробега или моточасов работы, соответствует усредненным условиям эксплуатации машин для лесотехнических работ. В реальных условиях эксплуатация машин для лесотехнических работ может сопровождаться более тяжелыми нагрузками, длительной работой на холостом ходу, работой в сложных условиях

эксплуатации. Учитывая возраст машин для лесотехнических работ и такие условия эксплуатации, необходимо более часто проводить ТО. Наоборот, при работе в более легких условиях эксплуатации может появиться возможность увеличить интервал между ТО. При этом нормативно-технической документацией предусмотрено увеличение периодичности ТО и широкое применение средств диагностирования технического состояния машин для лесотехнических работ, по результатам которых прогнозируются техническое состояние мобильных энергетических средств (МЭЗ) и его остаточный ресурс. Одним из наиболее нагруженных элементов машин для лесотехнических работ является двигатель внутреннего сгорания (ДВС). Исправное состояние ДВС зависит от многих факторов и одним из основных является исправное состояние системы смазки ДВС. Как правило, одним из основных факторов, влияющих на периодичность обслуживания не только ДВС, но и машина для лесотехнических работ в целом, выступает замена смазочного материала в ДВС. Смазочным материалом в ДВС выступает моторное масло. Таким образом, исправное состояние ДВС невозможно без своевременной замены моторного масла, которая является одной из трудоемких и дорогостоящих работ при ТО машин для лесотехнических работ.

Ключевые слова: машина для лесотехнических работ, двигатель внутреннего сгорания, моторное масло, диагностика, техническое обслуживание.

of the internal combustion engine is impossible without timely replacement of engine oil, which is a time-consuming and expensive work at ICE machinery for forestry work.

Key words: machine for forestry work, the internal combustion engine, motor oil, diagnostics, technical maintenance.

Л. Л. Тітова ORCID 0000-0001-7313-1253.

IMPROVEMENT OF MAINTENANCE OF MACHINES FOR FORESTRY WORKS DURING THE DIAGNOSTICS OF TECHNICAL STATE OF OPERATING MATERIALS

L. L. Titova

Abstract. To support machines for forestry work in a healthy state it is necessary to conduct routine maintenance, the frequency set by the manufacturer. Manufacturer's recommended frequency, which is measured in kilometers or hours of operation, corresponds to the average operating conditions of machines for forestry work. In real conditions of operation of machines for forestry work may be accompanied by more heavy loads, prolonged idle, work in difficult conditions. Given the age of machines for forestry work and such conditions, should meet more frequently. On the contrary, when you work in milder conditions, it may be possible to increase the interval between. While regulatory and technical documentation provided to increase the frequency and wide use of means of diagnosing the technical condition of machines for forestry work, the results of which are projected technical condition of mobile power means (MPM) and its residual life. One of the most loaded parts of machines for forestry work is the internal combustion engine (ICE). An operating condition of the internal combustion engine depends on many factors and one of which is an operating condition of the lubrication system of the internal combustion engine. As a rule, one of the main factors influencing the frequency of service not only, but also a machine for forestry work in General is changing the lubricant in internal combustion engines. Lubricant in the engine stands engine oil. Thus, an operating condition