

МЕТОДОЛОГІЧНІ ПРИНЦИПИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ БІОПАЛЬНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Д.П. Журавель, д.т.н.,
Таврійський державний агротехнологічний університет імені
Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

Постановка проблеми. З кожним роком використовувати традиційні паливно-мастильні матеріали (ПММ) для сільськогосподарської техніки стає все дорожче. Підвищення цін на ПММ викликане, головним чином, зменшенням нафти в надрах Землі. За прогнозами науковців, за існуючих темпів видобутку нафти її запасів достатньо буде всього на 30-40 років. Цей факт, безперечно, впливає на ціну ПММ й спонукає до пошуку альтернативних його видів.

Основні матеріали дослідження. Застосування біопально-мастильних матеріалів (БПММ) є ефективним способом вирішити цілий комплекс економічних і екологічних проблем, "оздоровити" і вивести сільське господарство на принципово новий рівень розвитку, а також зменшити залежність від країн, крупних постачальників енергоресурсів. БПММ представляють інтерес як реальна перспектива часткової заміни нафтових ПММ, без необхідності створення нових інфраструктур заправних станцій і кардинальної зміни функціональних систем сільськогосподарської техніки (СГТ). Економічний ефект від використання цих ПММ може скласти значну суму. А також дозволить значно скоротити шкідливі викиди в атмосферу [1-3].

Проте широке використання БПММ не можливе без проведення експериментальних досліджень по вивченню впливу його на надійність та працездатність елементів, агрегатів деталей функціональних систем. Одним із проблемних питань, пов'язаних з використанням БПММ є забезпечення надійності як функціональних систем СГТ так і експлуатаційних показників машино-тракторних агрегатів (МТА). Триботехнічний і хімотологічний аналіз процесів, які виникають в трибоспряженнях вузлів і агрегатів пояснює причину прискореного зношування поверхонь конструкційних матеріалів при використанні БПММ. Наявність вільних жирних кислот в сирій рослинній оліві і присутність метанолу в біодизелі призводить до виділення водню і його поступовий перехід в поверхневий шар металу, що призводить до водневого зношування.

В результаті аналізу факторів, що впливають на виникнення відмов, і розробки математичних моделей, запропоновано такі основоположні принципи підвищення надійності агрегатів мобільної техніки: виявлення "слабкої ланки" і доведення його надійності до нормовано-

го рівня (принцип рівної ймовірності напрацювання до відмов елементів системи); управління прогресом функції $a(t)$ зміни параметрів (принцип мінімуму градієнта параметра); обґрунтованого призначення границь допусків параметрів (принцип оптимуму номіналів і допусків параметрів) та ін. Розробка методу прогнозування надійності за статистичними характеристиками законів розподілу параметрів елементів функціональних систем, що забезпечує реалізацію принципу виявлення "слабкої ланки" [4,5].

Основні методологічні принципи підвищення надійності сільськогосподарської техніки наведені на рис. 1.

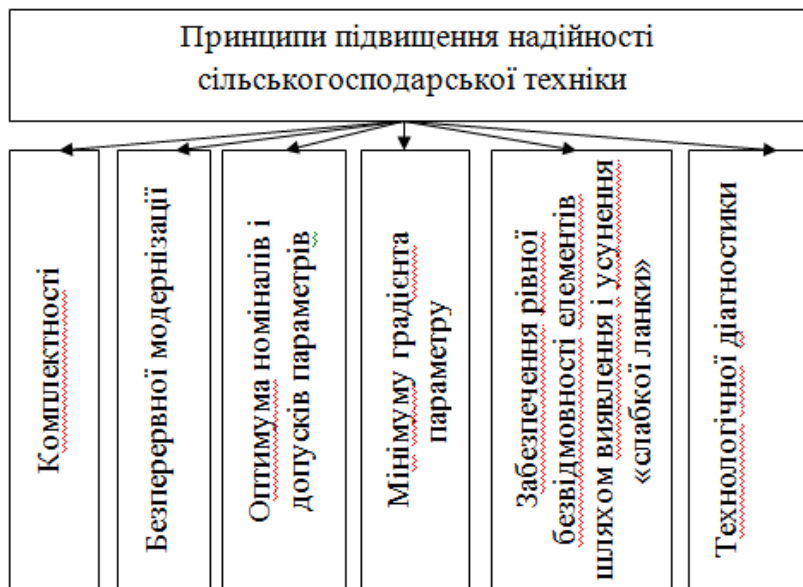


Рис.1. Основні методологічні принципи підвищення надійності сільськогосподарської техніки

Реалізація зазначених принципів зумовила розробку нових методів прогнозування, різних за своїм характером прояву відмов розрахунку конструктивних і функціональних відмов, а також принципово нових технологій і технічних рішень, спрямованих на вдосконалення функціональних систем сільськогосподарської техніки і умов їх технічної експлуатації.

На працездатність функціональних систем впливає багато різноманітних факторів, які заздалегідь передбачити і врахувати не можливо. Усі приведені фактори є причиною одного наслідку – поява в певний проміжок часу відмови або несправності, частота і трудомісткість усунення яких і характеризує надійність вузлів і агрегатів СГТ [6].

Можливі несправності функціональних систем СГТ розділяють на несправності, які характеризуються неприпустимі кількісні зміни будь-якого параметру вузла або агрегату, і інші, які оцінюються зміною структурних взаємозв'язків в системі.

В процесі експлуатації СГТ із-за зношування її деталей і порушення герметичності змінюються параметри, які характеризують працездатність вузла або агрегату в цілому.

Втрата працездатності вузлів і агрегатів може відбуватися по причині виходу любого параметру за межі допустимої величини, або внаслідок порушення їх функціональних властивостей.

Поступові відмови виникають в результаті протікання того чи іншого процесу старіння, який погіршує початкові параметри елементів функціональної системи.

Основною ознакою поступової відмови є те, що ймовірність його виникнення $P(t)$ протягом заданого періоду часу від t_1 до t_2 , залежить від тривалості попередньої роботи елемента t_1 . Чим довше використовувався елемент, тим вища ймовірність виникнення відмови, тобто $P_2(\Delta t) > P_1(\Delta t)$, якщо $t_2 > t_1$. До цього виду належить більшість відмов, вони пов'язані зі зношуванням, корозією, втомою, повзучістю і іншими процесами старіння матеріалів, з яких створені елементи. Прикладами таких відмов можуть служити теплові тріщини, що виникли в деталі внаслідок припинення подачі оливи; поломки деталі через неправильні методи експлуатації машини або виникнення перевантажень; деформація або поломка деталей, які потрапили в непередбачені умови роботи. Відмова при цьому відбувається, як правило, раптово, без попередніх симптомів руйнування і не залежить від ступеня зношеності. Ймовірність його виникнення однакова як для нових деталей, так і для зношених.

Розподіл на поступові і раптові відмови визначається природою їх виникнення. Для поступової відмови процес втрати працездатності починається відразу при експлуатації елементів системи. Для раптової відмови час його виникнення є випадковою величиною. Швидкість процесу виникнення протікає досить швидко.

Може бути, і третій вид відмов, який включає особливості двох попередніх і називається складною відмовою. Тут час початку виникнення відмови – випадкова величина, яка не залежить від стану деталі, а швидкість процесу втрати її працездатності залежить від фізики процесу старіння. Наприклад, зовнішні ударні впливи на машину від сторонніх предметів (рідкісна випадкова подія) можуть бути джерелом виникнення втомної тріщини через первинне пошкодження поверхні деталі. Функціональні відмови вузлів і агрегатів складають 60% від загального числа відмов, параметричні – 40% [6-8].

При фіксованій структурі і заданих типах елементів СГТ, як систем, існує деяка верхня межа підвищення параметричної надійності $P(t)_{\max}$, досягнення якої бажано, але в ряді випадків можлива ситуація, коли не виконується умова:

$$P(t)_{\max} \geq P_T, \quad (1)$$

де $P(t)_{max}$ - параметрична надійність функціональних систем протягом заданого часу t_T при оптимальних значеннях номіналів параметрів її елементів; P_T - нормоване значення параметричної надійності складових функціональних систем протягом часу t_T .

Фактори, які впливають на надійність функціональних систем мобільної техніки наведені на рис.2.



Рис.2. Схема факторів, які впливають на надійність функціональних систем сільськогосподарської техніки

Застосування біодизеля у двигунах внутрішнього згорання погіршує його експлуатаційні характеристики. Погіршується робочий процес. Економічність падає на 11%, період затримки samozаймання збільшується на 20%, швидкість підвищення тиску – на 87%, а температура вихлопних газів на 27%. Погіршується характеристика паливоподачі. У результаті знижується тиск впорскування й погіршується наповнення надплунжерного простору. Робота двигуна на граничному навантажувальному режимі характеризується різкою нестійкістю, появою на вихлопі розпечених часток нагару й наявністю парадоксального для дизеля явища передчасного samozаймання пального. Це пояснюється нагромадженням у циліндрі незгорілої частини пального через його погану випаровуваність [9].

Доведено що біодизель по відношенню до конструкційних матеріалів є більш агресивним в порівнянні із дизельним паливом. Це пояснюється виникненням вільного водню на поверхні матеріалів, який сприяє створенню окисних плівок та проникнення водню в поверхневі шари металу, який сприяє водневу зношенню [3,5,10]. Невілювання цих негативних явищ можливо за рахунок зменшення в біодизелі кількості метанолу.

Підвищити ресурс сільськогосподарської техніки при роботі на біологічному пальному, можливо за рахунок промивки мінеральним паливом всієї паливної системи. Цим самим виключається шкідливий вплив метанолу на метали в процесі простоїв вузлів і агрегатів. Для забезпечення надійності сільськогосподарської техніки нами була розроблена методологія підвищення надійності сільськогосподарської техніки при використанні БПММ [3,5,6,10,11].

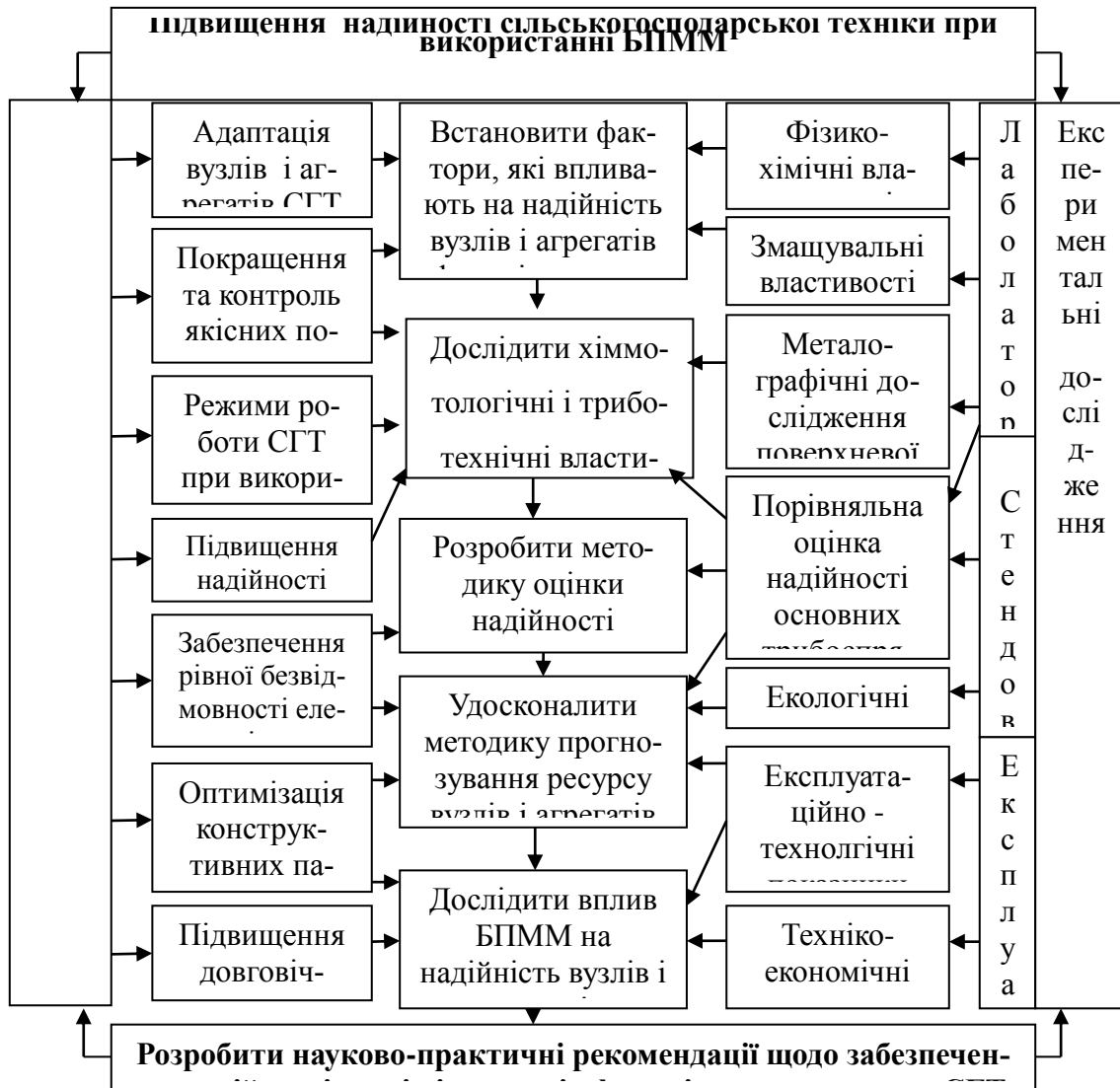


Рис.3. Методологія підвищення надійності сільськогосподарської техніки при використанні БПММ

Висновки. Встановлено, що зниження ресурсу елементів і систем СГТ при роботі на біологічних ПММ пояснюється активним впливом метанолу біодизельного пального і вільних жирних кислот біооливи на матеріали основних елементів дизельного двигуна, системи змащення, гідростатичних і механічних трансмісій, гідросистем. Це призводить до руйнування поверхонь і збільшенню зносів деталей трибос-пряжень. Для підвищення надійності функціональних систем сільсь-

когосподарської техніки необхідно замінити деякі матеріали трибоспряжень, які інертні до середовища жирних кислот та їх складових.

Список літератури.

1. Журавель Д.П. Обґрунтування методики прогнозування технічного стану функціональних систем мобільних енергетичних засобів. Праці ТДАТУ. Вип. 19.Т.4. Мелітополь, 2019. С.86-104.
2. Журавель Д.П. Обґрунтування пристрою для оцінки триботехнічних властивостей змащувальних матеріалів. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. Вип. 9. Том 1. Мелітополь, 2019. С.12-22.
3. Журавель Д.П., Бондар А.М., Паніна В.В. Методологія оцінювання надійності дизельних двигунів при експлуатації на біодизелі. Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти. Вип. 7.Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. С.30-39.
4. Журавель Д.П., Мілько Д.О., Бондар А.М. Використання біологічної оливи для сільськогосподарської техніки. Механізація та електрифікація сільського господарства : загальнодержавний збірник / ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2019. Вип. № 10 (109). С. 125-131.
5. Дидур В.А., Надькто В.Т., Журавель Д.П., Юдовинский В.Б. Особенности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при использовании биодизельного топлива. Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2009. № 3. С. 3-6.
6. Дидур В.А., Журавель Д.П. Надежность мобильной сельскохозяйственной техники при использовании биологических топливосмазочных материалов. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. К., 2016. Вип. 251. С.67-75.
7. Журавель Д. П. Особливості використання олив біологічного походження для мобільної техніки. Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти: зб. наук. праць / УВ МААО. Запоріжжя, 2014. Вип. 2. С. 157-165.
8. Журавель Д. П. Обґрунтування методу прогнозування ресурсу мобільної техніки при експлуатації її на біопаливі. Праці ТДАТУ: наукове фахове видання. ТДАТУ. Вип. 12. т. 3. Мелітополь, 2012. С. 109-119.
9. Журавель Д. П. Моделювання енергетичного балансу трибосистеми сільськогосподарської техніки в середовищі змащувальних матеріалів. Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти. Запоріжжя, 2013. Вип. 1. С. 126-132.
10. Журавель Д.П., Юдовинський В.Б. Знос матеріалів в середовищі біопалив. Праці ТДАТУ. Вип. 10, т.2. Мелітополь, 2010. С. 77-90.
11. Журавель Д. П. Оцінка зносу трибоспряжень в середовищі біопаливо-мастильних матеріалів. Праці ТДАТУ. Мелітополь, 2012. Вип. 12, т.2. С. 28-33.