

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

Роговський І.Л., к.т.н., с.н.с.

(Національний університет біоресурсів і природокористування України)

В статті подано технологічний підхід до обґрунтування технологічних процесів, структури й якості функціонування системи технічного обслуговування сільськогосподарських машин.

Постановка проблеми. Розробку методично-технологічного підходу до обґрунтування технологічних процесів, структури й якості функціонування процесів технічного обслуговування сільськогосподарських машин необхідно спрямовувати на забезпечення регламентованого нормативними документами рівні надійності експлуатації машин на етапі виробництва сільськогосподарської продукції [1]. Вирішення проблеми базується на концепції обґрунтування технологічних рішень і оптимізації параметрів процесів технічного обслуговування сільськогосподарських машин на основі визначення моделюванням залежності впливу якості їх функціонування на надійність машин [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Збільшення витрат на проведення профілактичних заходів із забезпечення працездатності сільськогосподарських машин в визначених агрономічних термінах збирання врожаю сільськогосподарських культур призводить до економічної недоцільності їх застосування, за цієї умови вирішується винайдення оптимуму між затратами на підвищення надійності і економією від забезпечення працездатності [3, 4]. В зв'язку із значним спрацюванням існуючого парку сільськогосподарських машин, його недостатньою кількістю щодо технологічної потреби, низькими темпами оновлення – все більш важливого значення набуває забезпечення процесу підвищення сезонної наробітки на машину і ймовірності її безвідмовної роботи, практична реалізація останнього в значній мірі залежить від застосування ефективної системи технічного обслуговування машин [5].

Мета статті – сформулювати технологічний підхід до технічного обслуговування сільськогосподарських машин.

Основна частина. Однак реалії сьогодення такі, що, в переважній більшості випадків, під час експлуатації сільськогосподарських машин, в супереч заходів з підвищення надійності як до нових, так і відремонтованих машин, існують, з одного боку, значні в часі їх простої з причин технічної несправності, з другої – трудомісткі, передчасні або запізнелі заходи з технічного обслуговування, які необґрунтовані за видами, кількістю та послідовністю проведення технологічних операцій, виконання останніх

базується на розроблених 70-80-х років минулого століття засобах або в кращому випадку сучасних розробок ГОСНИТИ, вартість останніх під силу лише заможним сільськогосподарським підприємствам. Це все обумовлює значні витрати трудових і грошових ресурсів на підтримання в працездатному стані наявних сільськогосподарських машин. На сьогодні для усунення відмічених недоліків пропонується застосувати ряд радикальних заходів: зміни системи технічного обслуговування (в області підвищення ймовірності безвідмовної роботи) та усунення несправностей в польових мовах (підвищення міжремонтного ресурсу). Для вирішення проблеми з підвищення надійності сільськогосподарських машин необхідно провести значний комплекс робіт. Чільне місце серед них посідають задачі оптимального керування надійністю машин. При цьому в якості основних показників керування виступають вимоги до системи технічного обслуговування, які визначають технічних стан деталей, складальних одиниць, вузлів, агрегатів і машин в цілому, а також види і періодичність їх контролю. Звужуючи чи розширюючи діапазон допустимих при технічному обслуговуванні величин показників технічного стану і міжконтрольного періоду, існує можливість керувати працездатним станом машини, прогнозуючи показники безвідмовності, довговічності, ремонтпридатності, збереженості, витрату запасних частин, експлуатаційні витрати на машини тощо. Однак до теперішнього часу не розроблено науково-обґрунтованих методичних і технологічних основ прогнозування надійності, як стану сільськогосподарської машини, що гальмує подальше вдосконалення і, саме головне, практичну реалізацію системи їх технічного обслуговування.

Широке коло взаємопов'язаних задач підвищення ефективності сучасного сільськогосподарського виробництва вимагає використання сучасних методів постановки і розв'язку задач на основі уніфікації формалізованого опису, а моделювання та оптимізації відповідних процесів і технічних засобів передбачає ефективне використання програмного забезпечення та реалізації принципів системного підходу на всіх етапах.

Розроблення системи технічного обслуговування сільськогосподарських машин, на даний час проводиться, в основному, з використанням практичних рекомендацій, експертних оцінок та, обмежено, емпіричних залежностей, що тільки в суб'єктивній мірі вирішує нагальні задачі. Відсутні конкретні розроблені або уточнені моделі взаємодії, оптимізацій чи модулі відповідних технологічних процесів, обґрунтовані методики їх розрахунку, недостатньо використані для оцінки технічного рівня сільськогосподарських машин, керування технологічними параметрами процесів.

Застосування багатьох прогресивних конструкцій технічних засобів технічного обслуговування стримується недостатнім рівнем технологічного забезпечення їх уніфікації для різних марок сільськогосподарських машин. Крім того, теоретичні основи розрахунку та проектування системи технічного обслуговування, як виду забезпечення працездатності сільськогосподарських машин, не в достатній мірі враховують специфіку сільськогосподарського виробництва зі збирання врожаю, багатокритеріальність оптимізаційних задач, в яких одним із найважливіших критеріїв є вимоги збору врожаю сільськогосподарських культур в визначені агрономічні терміни.

Все це робить актуальним вирішення проблеми побудови загальних уніфікованих математичних моделей використання системи технічного обслуговування сільськогосподарських машин в технологічних процесах механізації сільськогосподарського виробництва на основі єдиного підходу і типізації формалізованого опису об'єктів взаємодії. Їх структурну та параметричну оптимізацію, а також синтез нових технічних засобів із розширеними функціональними можливостями.

На перший погляд аналітичне моделювання системи технічного обслуговування сільськогосподарських машин є системою масового обслуговування і повинна вирішуватись методами теорії масового обслуговування. Однак, наявні особливості такої модельної системи практично виключають можливість рішення задачі шляхом аналітичних пошуків характеристик самих процесів відновлення в системі технічного обслуговування. По-перше, задача зворотна (присвячена знаходженню оптимального рішення), що практично виключає застосування методів теорії масового обслуговування, так як явище розглядається в динаміці. По-друге, оскільки система володіє визначеною інерцією то її розвиток в “майбутньому” залежить від “минулого”, а досліджуваний процес не може бути віднесений до класично марківських процесів. По-третє, реальна модельна система відрізняється більшою складністю, тому, що підлягає впливу більшої кількості випадкових факторів, містить елементи як безперервної, так і дискретної дії. З цього можемо відмітити, що успішне моделювання такої системи, не застосовуючи значного її спотворення при спрощенні, краще всього методом стохастичного моделювання. Зважаючи на зазначене, повинні бути розроблені моделі технологічної схеми. Потім, задавшись умовами конкретного (реального) виробництва, порівняти ймовірність значень показників ефективності модельної схеми.

Дослідженнями було обґрунтовано, що при визначеній $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n$ послідовності незалежних однаково розподілених величин із загальною функцією розподілу $F_\xi(x)$, відносно якої абсолютно неперервна з щільністю $f_\xi(x)$ справедлива нерівність $\lambda_\xi(x) = \frac{f_\xi(x)}{1 - F_\xi(x)}$, яка в класичній теорії відновлення не використовується, однак в умовах системи технічного обслуговування сільськогосподарських машин, як правило, ми зустрічаємо такий розподіл. Реалізуючи динаміку послідовності моментів відновлення системи технічного обслуговування сільськогосподарських машин $\tau_0 = 0, \tau_1, \tau_2, \dots, \tau_k$, де $\tau_k = \sum_{j=1}^k \xi_j$, отримуємо, що $\eta(T) = \max\{N; \tau_k \leq T\}$ – кількість відновлень системи на відрізку $[0; T]$ з інтерпретацією $U(T) = T - \tau_\eta(T)$. Отже, вбачається за потребу оцінити описову аналітичну базу процесу відновлення з обмеженнями в системі технічного обслуговування сільськогосподарських машин. Вважаємо, що технічне обслуговування парку сільськогосподарських машин відбувається технологічним оснащенням, що передбачено завадами-виробниками машин. Можливо вважати, що виникнення потреби на заходах

технічного обслуговування носить випадковий характер. Якщо потреба виникає в момент, коли технологічне оснащення зайняте виконанням інших потреб, які виникли раніше, то технічне обслуговування виконується з деяким запізненням. Величина запізнення залежить від характеру потреби і від конкретної виробничої ситуації. Відмови, які спонукають втрати врожаю, повинні бути усунені в першу чергу. Другі відмови, які назвемо неперіоритетними, усуваються тоді, коли будуть усунені несправності, що пов'язані з втратами врожаю, продукції тощо. З другої сторони, в наслідок випадкового характеру виникнення відмов сільськогосподарських машин має місце простий технологічний оснащення, так як зразу після усунення чергової несправності неможливо гарантувати наявність нової потреби на технічне обслуговування. Затримки в очікуванні обслуговування, як і простий технологічний оснащення, можна оцінити визначеними затратами. Два виду затрат мають протилежні тенденції при збільшенні кількості технологічного оснащення: затрати, що пов'язані з очікуванням початку обслуговування зменшуються, а затрати, що викликані простим технологічним оснащенням, збільшуються (коефіцієнт їх використання зменшується). Так як технічному обслуговуванню підлягає значна кількість машин в комплексі (комбайни, сівалки тощо), то виправдано застосовувати відкриту систему масового обслуговування, яку називають також системою з обмеженими джерелами потреб). Тому допустимо припустити, що потреби на усунення відмов виникають в випадковий момент часу (тривалість інтервалу між виникненням двох потреб – розподілена випадкова величина). Крім того припускається, що робочий час технологічного оснащення співпадає наближено з робочим часом машин, які обслуговуються (потреби виникають тільки в цей період).

Розглянемо процес $U_v(T)$, який є частковим рішенням $U(T)$ за наступних умов: коли процесу притаманно $V > 0$, і якщо $U(T) < V$ та $U_v(T)$ співпадає з $U(T)$, або якщо $U(T) \geq V$ передбачаємо, що $U_v(T) = V$. Тобто, сформулюємо інтерпретацію: система технічного обслуговування складається з абсолютно надійного технологічного оснащення з визначено обмеженою продуктивністю, і визначеним об'ємом V трудомісткості технологічних операцій з технічного обслуговування. Тоді через незалежні, однаково розподілені моменти часу об'єм трудомісткості технологічно логічних операцій миттєво зменшується, за умови повного завантаження технологічного оснащення. Отже, процес $U_v(T)$ є ергодичним марковським процесом з фазовим простором $z_v = (z+) \cdot U \cdot (z-)$, де $z+ = \{U : U \in [0, V]\}$, $z- = \{(U, V), U > V\}$. Розглянемо на z_v простір $c(z)$ безперервних функцій $f(z)$, які задовольняють умову:

$$\lim_{U \downarrow V} f(U) = \lim_{U \downarrow V} f(U, V). \quad (1)$$

В просторі $c(z)$ інфінітезимальний оператор процесу $U_v(T)$ набуває виду:

$$[A_v](z) = \begin{cases} \frac{d}{dz} f(U) - \lambda(U) \cdot f(U) + \lambda(U) \cdot f(0), & z = U, \quad U \leq V \\ \frac{d}{dz} f(U, V) - \lambda(U) \cdot f(U, V) + \lambda(U) \cdot f(0), & z = (U, V), \quad U > V \end{cases}. \quad (2)$$

Нехай $\rho(U)$, $U \in [0, V]$, $\rho(U, V)$, $U > V$ – щільність стаціонарного розподілу $U_v(T)$ на z_v . Отже, формулюємо систему рівнянь для $\rho(U)$, $\rho(U, V)$ з врахуванням умови нормування, коли $\int_0^V \rho(U) dU + \int_V^\infty \rho(U, V) dU = 1$:

$$\begin{cases} \frac{d}{dU} \rho(U) = -\lambda(U) \cdot \rho(U), & U \in [0, V] \\ \rho(0) = \int_0^V \lambda(U) \cdot \rho(U) dU + \int_V^\infty \lambda(U) \cdot \rho(U, V) dU \\ \frac{d}{dU} \rho(U, V) = -\lambda(U) \cdot \rho(U, V), & U > V \\ \rho(V+) = \rho(U, V) \end{cases} \quad (3)$$

З диференціальних рівнянь отримуємо:

$$\begin{cases} \rho(U) = \rho(0) \cdot \overline{F}_\lambda(U), & U \in [0, V] \\ \rho(U, V) = \rho(U, V) \cdot \overline{F}_\lambda(U), & U > V \end{cases} \quad (4)$$

Рішення системи рівнянь (4) дає результат виду $\rho(U) = \rho(0) \cdot \overline{F}_\lambda(U) = \rho(U, V) \cdot \overline{F}_\lambda(U)$, згідно якого маємо наступну систему рівнянь:

$$\begin{cases} \rho(0) = \rho(U, V) \\ \rho(U) = \rho(0) \cdot \overline{F}_\lambda(U), & U \in [0, V] \end{cases} \quad (5)$$

З попередньо наведеної умови нормування знаходимо, що $\rho(0) = \frac{1}{m}$ таким

чином $\rho(U) = \frac{\overline{F}_\lambda(U)}{m}$ та $\rho(U, V) = \frac{\overline{F}_\lambda(U)}{m}$. Тоді коефіцієнтом готовності для досліджуваного процесу відновлення з обмеженнями в системі технічного обслуговування сільськогосподарських машин є вираз:

$$K_r = \lim_{T \rightarrow \infty} P\{U_v(T) < V\}. \quad (6)$$

Маємо,

$$K_r = \frac{1}{m} \cdot \int_0^V \overline{F}_\lambda(U) dU. \quad (7)$$

Таким чином, якщо $P\{\xi_k < V\}$, то $\int_0^V \overline{F}_\lambda(U) dU = m$ і $K = 1$. А за умови, якщо $\lambda(U) = 0$, $U \in [0, V]$, тобто отримуємо:

$$K_r = \frac{V}{V + \int_0^V x \cdot f(x) dx}. \quad (8)$$

Висновок

Параметруючи потік вимог на технічне обслуговування машин при визначеній інтенсивності обслуговування розрахунковою кількістю технологічного оснащення і відповідних коефіцієнтів його завантаження, є можливість за приведеними аналітичними формулами вибрати найбільш раціональний варіант завантаження технологічного оснащення і тим самим уточнити їх розрахункову кількість. При цьому можна оцінити і ефективність функціонування прийнятої системи технічного обслуговування.

Список літератури

1. Бабицкий Леонид. Комплекс передвижных средств технического обслуживания и диагностики как основа ресурсосберегающих технологий технического сервиса АПК Украины / Леонид Бабицкий, Иван Соболевский // Motrol: Motorization and power industry in agriculture. – 2012. – Vol. 15, No 5. – P. 3–7.
2. Ільченко В.Ю. Дослідження енергетичної ефективності технічного обслуговування машин / В.Ю. Ільченко, О.Д. Деркач // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. – Х.: ХНТУСГ, 2008. – Вип. 75. – Т.2. – С. 74–84.
3. Роговський І.Л. Методологія оцінення технології технічного обслуговування сільськогосподарських машин / І.Л. Роговський // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – К., 2012. – Вип. 170, ч. 2. – С. 368–375.
4. Роговський І.Л. Метод визначення трудомісткості за видами технічного обслуговування сільськогосподарських машин / І.Л. Роговський // Матеріали XX Міжнародної науково-технічної конференції «Технічний прогрес у сільськогосподарському виробництві» / ННЦ «ІМЕСГ». – Глеваха, 2012. – С. 141–142.
5. Роговський І.Л. Вплив показників надійності на періодичність технічного обслуговування сільськогосподарських машин / І.Л. Роговський // Motrol: Motorization and power industry in agriculture. – 2011. – Т. 13В. – P. 92–97.

Аннотация

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Роговский И.Л.

В статье раскрыт технологический подход к обоснованию технологических процессов, структуры и качества функционирования системы технического обслуживания сельскохозяйственных машин.

Abstract

TECHNOLOGICAL APPROACH TO MAINTENANCE SERVICE OF AGRICULTURAL MASHINES

I. Rogovskii

In paper the technological approach to justification of processes, frames and qualities of functioning of system of maintenance service of agricultural machine's is uncovered.