

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЯКОСТІ
ДІАГНОСТУВАННЯ НА НАДІЙНІСТЬ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ТА
ТРИВАЛІСТЬ ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ
ОПЕРАЦІЙ**

Шевченко С.А., к.т.н., Клімов П.М., к.т.н.

*Харківський національний технічний університет сільського
господарства імені Петра Василенка*

*Отримані залежності коефіцієнта готовності та коефіцієнта
технічного використання від показників якості діагностування.
Визначено їх вплив тривалість польових робіт.*

Огляд літератури [1 - 4] показав, що при плануванні польових робіт використовують різноманітні формули для обчислення продуктивності машино-тракторних агрегатів (МТА) та самохідних сільськогосподарських машин (СГМ) з урахуванням, зокрема, витрат часу на ремонт та технічне обслуговування. При цьому інтенсивності їх відмов приймаються незмінними у часі, як і коефіцієнти готовності та технічного використання.

Особливістю експлуатації СГМ є сезонне використання. Це дає можливість підготувати СГМ, здійснивши діагностування та усунувши дефекти, які могли б призвести до відмов протягом сезону робіт. Дефекти, що призведуть до відмов найближчим часом, можна діагностувати найбільш достовірно; що стосується менш розвинених дефектів, то вони можуть бути класифіковані як такі, що не призведуть до відмов під час сезону робіт.

Метою даної роботи є визначення впливу якості діагностування на показники надійності СГМ. Одержані результати будуть використовуватись при обґрунтуванні оптимальних імовірнісних показників якості діагностування з урахуванням як ефекту від діагностування (скорочення витрат врожаю), так і витрат на діагностування.

Проаналізуємо імовірність перебування СГМ у працездатному стані, використовуючи теорію ланцюгів Маркова. За умови початкового знаходження у працездатному стані [5],

$$p_0(t) = \frac{\mu}{\lambda + \mu} + \frac{\lambda}{\lambda + \mu} \cdot e^{-(\lambda + \mu)t}, \quad (1)$$

де p_0 – імовірність перебування у працездатному стані (коефіцієнт готов-

ності); λ – інтенсивність відмов, 1/с; μ – інтенсивність відновлень, 1/с.

Але у випадку виконання польових робіт інтенсивність відмов не є константою – інтенсивність відмов на початку польових робіт є суттєво меншою, ніж при їх закінченні. Звернемо також увагу на те, що інтенсивність відновлень СГМ є багаторазово більшою, ніж інтенсивність відмов, а середня тривалість ремонту значно менша за тривалість польових робіт. Отже, можна не враховувати експоненційну складову у формулі (1), оскільки вона є важливою лише на початковому інтервалі часу, який є сумірний з середньою тривалістю ремонту. Що стосується інтенсивності відновлень, то прийнемо, що вона не змінюється з часом. Таким чином, перетворимо формулу (1):

$$p_0(t) = \frac{\mu}{\lambda(t) + \mu} \quad (2)$$

У першому наближенні використаємо лінійну апроксимацію залежності $\lambda(t)$, характеризуючи якість діагностування двома параметрами – початковою інтенсивністю відмов та швидкістю зростання інтенсивності відмов:

$$\lambda(t) = \begin{cases} k_0 \lambda_0 + k_1 t, & 0 \leq t \leq T_D \\ \lambda_0, & t > T_D \end{cases}, \quad (3)$$

де k_0 – частка дефектів, які не виявлені діагностуванням і обумовлюють інтенсивність відмов на початку польових робіт; k_1 – лінійна складова залежності інтенсивності відмов від часу, 1/с²; T_D – наробіток, після якого інтенсивність відмов є сталою; λ_0 – стала інтенсивність відмов, 1/с.

Лінійну складову k_1 визначимо з умови $\lambda(T_D) = \lambda_0$:

$$k_1 = \frac{(1 - k_0) \lambda_0}{T_D} \quad (4)$$

Продуктивність СГМ визначимо, враховуючи втрати часу робочої зміни і витрати часу на технічне обслуговування та ремонт СГМ:

$$W_E = B V_p \tau K_{TB}, \quad (5)$$

$$K_{TB}(t) = \frac{p_0(t)}{1 + \delta \cdot p_0(t)}, \quad (6)$$

де W_E – продуктивність, м²/с; B – ширина захвату агрегату, м; V_p – ро-

бача швидкість, м/с; τ – коефіцієнт ефективності використання часу робочої зміни; K_{TB} – коефіцієнт технічного використання; δ – відносна тривалість періодичного технічного обслуговування по відношенню до оперативного часу.

Визначаючи вплив показників надійності на виконання технологічної операції, обчислимо зміну площі, обробленої однією СГМ, з часом:

$$S(t) = \int_0^t BW_E(t) dt = BV_P \tau \int_0^t \frac{p_0(t)}{1 + \delta \cdot p_0(t)} dt, \quad (7)$$

де S – оброблена площа, м².

Визначимо залежність $S(t)$ на інтервалі $t \in [0, T_D]$:

$$S(t) = BV_P \tau \cdot \frac{\mu T_D}{(1 - k_0) \lambda_0} \ln \left(1 + \frac{(1 - k_0) \lambda_0 t}{k_0 \lambda_0 T_D + \mu (1 + \delta) T_D} \right). \quad (8)$$

Знайдемо зворотну залежність $t(S)$ – тобто час, необхідний для оброблення певної площі S :

$$t(S) = \frac{T_D (k_0 \lambda_0 + \mu (1 + \delta))}{(1 - k_0) \lambda_0} \cdot \left(\exp \left(\frac{S}{BV_P \tau} \cdot \frac{(1 - k_0) \lambda_0}{\mu T_D} \right) - 1 \right). \quad (9)$$

У випадку відсутності діагностування та усунення дефектів:

$$t^*(S) = \frac{S}{BV_P \tau} \cdot \frac{\lambda_0 + \mu (1 + \delta)}{\mu}, \quad (10)$$

де S^* – площа, оброблена у випадку відсутності діагностування та усунення дефектів, м²; t^* – час, необхідний для обробки заданої площі у випадку відсутності діагностування та усунення дефектів, с.

Отже, якщо здійснюється обробка певної площі S (за умови, що $S \leq S(T_D)$), то можна визначити скорочення тривалості виконання технологічної операції Δt завдяки діагностуванню та усуненню дефектів:

$$\Delta t = t(S) - t^*(S), \quad (11)$$

Якщо час виконання технологічної операції перевищить T_D , то оброблена площа залежатиме від часу наступним чином:

$$S(t) = S(T_D) + BV_P \tau \cdot \frac{\mu(t - T_D)}{\lambda_0 + \mu(1 + \delta)} \quad (12)$$

З формули (8) визначимо площу, оброблену за час T_D :

$$S(T_D) = BV_P \tau \cdot \frac{\mu T_D}{(1 - k_0)\lambda_0} \ln \left(1 + \frac{(1 - k_0)\lambda_0}{k_0\lambda_0 + \mu(1 + \delta)} \right) \quad (13)$$

Для порівняння, з формули (10) визначимо час, за який буде оброблена така сама площа при відсутності діагностування та усунення дефектів:

$$t^*(S(T_D)) = T_D \cdot \frac{\lambda_0 + \mu(1 + \delta)}{(1 - k_0)\lambda_0} \cdot \ln \left(1 + \frac{(1 - k_0)\lambda_0}{k_0\lambda_0 + \mu(1 + \delta)} \right) \quad (14)$$

Якщо оброблювана площа S перевищуватиме $S(T_D)$, то вигреш у часі не залежатиме від вказаної площі і становитиме:

$$\Delta t = t^*(S(T_D)) - T_D = T_D \cdot \frac{k_0\lambda_0 + \mu(1 + \delta)}{(1 - k_0)\lambda_0} \cdot \ln \left(1 + \frac{(1 - k_0)\lambda_0}{k_0\lambda_0 + \mu(1 + \delta)} \right) \quad (15)$$

Таким чином, визначені залежності показників надійності СГМ (2, 6) та скорочення тривалості виконання технологічної операції (11, 14) від якості виявлення дефектів під час діагностування. Перспективним напрямком подальших робіт є обґрунтування оптимальних імовірнісних показників якості діагностування з урахуванням як ефекту від діагностування (скорочення втрат врожаю), так і витрат на діагностування.

Список використаних джерел

1. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. –464 с.
2. Козаченко О.В. Проблеми ресурсозбереження у сільськогосподарських агрегатах: наукове видання. –Харків: Торнадо, 2008. –272 с.
3. Лімонт А.С. Теоретичні основи забезпечення працездатності машин: Навч. посіб. –Житомир: Держ. агроколог. ун-т, 2008. –420 с.
4. Корсунов Н.А. Агрегатирование тракторов: теоретический взгляд. –Харьков: Основа, 2002. –144с.
5. Вентцель Е.С. Исследование операций. М.: Советское радио, 1972, –552с.

Аннотация

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ НА НАДЕЖНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

Шевченко С.А., Климов П.Н.

Получены зависимости коэффициента готовности и коэффициента технического использования от показателей качества диагностирования. Определено их влияние на продолжительность полевых работ.

Abstract

RESEARCH OF INFLUENCE OF QUALITY OF DIAGNOSING ON RELIABILITY OF AGRICULTURAL MACHINES AND DURATION OF PERFORMANCE OF TECHNOLOGICAL OPERATIONS

S. Shevchenko, P. Klimov

The dependences of availability function and steady state availability factor of technical use from parameters of quality of diagnosing are received. Their influence on duration of field works is determined.