

ИЗСЛЕДВАНЕ И ОПТИМИЗИРАНЕ НА ТЕХНИЧЕСКОТО ОБСЛУЖВАНЕ НА МАШИНИ С ПЕРИОДИЧНО ИЗПОЛЗВАНЕ

RESEARCH AND OPTIMIZATION AND MAINTENANCE OF PERIODICALLY USED MACHINES

Miho Yankov Mihov

Institute of soil science, agricultural technology and plant protection "N. Pushkarov" Sofia

Abstract: The development and implementation of repair and servicing work during the period when the equipment with regular use is in a state of readiness for use is one of the areas to ensure a high level of reliability of the machines.

A mathematical model is developed to optimize the frequency of prophylactic effects of complex systems with periodic use of the type of self-propelled harvesting equipment in agriculture. The influence of the main parameters of the model on the optimal frequency of preventive effects and are edified y numerical values for combine harvesters' series "SK-5" and "Don 1500".

Известно е, че едно от направленията за осигуряване на високо равнище на надеждност на техническите системи с периодично използване е разработването и провеждане на ремонтнообслужващите работи в периода, когато системата се намира в състояние на готовност за използване. В земеделието към тази група сложни системи са машините, които се използват за прибиране на зърнено-житни, бобови, технически и др. култури. Те работят обикновено по 15-20 дни и след това се използват в следващия сезон или в същия сезон, но след 30-45 дни. Разглежданите земеделски машини се характеризират с три периода на използване [1;2]: период на готовност за използване; период на подготовка за използване; период на използване по предназначение.

През периода на подготовка на машините за използване трябва да се проведат всички ремонтнообслужващи въздействия в такъв обем, че да осигурят възможно най-високо равнище на надеждност по време на работа в кампаниите, а в периода на използване по предназначение, следва да се провеждат несложни профилактични въздействия.

Целта на разработката е да се предложи математически модел за оптимизиране на периодичността на профилактичните въздействия на сложни системи с периодично ползване от типа на самоходната прибираща техника в земеделието.

За критерии за оптимизация на периодичността на профилактичните въздействия (τ) използваме средните специфични разходи $\Phi(\tau)$, които са сума от следните средни специфични загуби:

➤ загуби поради откази с последствие (принудително спиране на работа на полето, неизлизане на машините на полето и т.н.)

$$\Phi_1 = P_{on} \cdot \omega_o(t, \tau),$$

където P_{on} е вероятността за откази с последствие;

$\omega_o(t, \tau)$ - математическото очакване на броя на отказите за единична работа при периодичност на профилактичните въздействия τ .

➤ загуби, поради престой на машините за възстановяване на работоспособността им след възникнали откази

$$\Phi_2 = k \frac{t_b}{t_p} \omega_o(t, \tau),$$

където t_b е средното време за отстраняване на отказите;

t_p - средното време на работа на машините;

k - коефициентът, отчитащ интензивността на работа на машините.

➤ загуби, поради престой за регламентирани профилактични работи

$$\Phi_3 = k \frac{t_{np}}{t_p} \omega_{np}(t, \tau),$$

където t_{np} е средното време за едно профилактично въздействие, отнесено към един час работа на машините;

$\omega_{np}(t, \tau)$ - математическо очакване на профилактичните въздействия за единица работа, при периодичност τ .

По такъв начин критерият за оптимизация приема следния вид:

$$\Phi(\tau) = P_{on} \omega_o(t, \tau) + k \frac{t_b}{t_p} \omega_o(t, \tau) + k \frac{t_{np}}{t_p} \omega_{np}(t, \tau)$$

Намирането на оптималния срок на провеждане на профилактичните въздействия (τ) се извършва от условието за минимум на $\Phi(\tau) \rightarrow \min$.

Известно е, че ако машините се използват без да се провеждат профилактични въздействия ($\Phi_3 = 0$), то сумарните загуби ще бъдат $\Phi = \Phi_1 + \Phi_2$, а въвеждането на профилактични въздействия ще бъде целесъобразно само, ако с тях се предотврати възникването на значителна част от отказите на машините по време на работа, т.е.

$$(\Phi_1 + \Phi_2)_{\tau=\infty} > (\Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3)_{\tau=\tau_{opt}}$$

Ако с провеждане на профилактичните въздействия се постига пълно възстановяване на машините, а при отстраняване на отказите се извършва само ремонтно въздействие, което не изменя потока на отказите, то

$$\Phi(\tau) = \left(P_{on} + k \frac{t_b}{t_p} \right) \frac{\int_0^{\tau} \lambda(t) dt}{\tau} + k \frac{t_{np}}{t_p}$$

Тогава, ако приравним производната на $\Phi(\tau)$ на нула, ще получим

$$\tau \lambda(\tau) - \int_0^{\tau} \lambda(t) dt = \frac{k t_{np}}{P_{on} t_p + k t_b}$$

От тук, ако приемем, че $\lambda(t) = a_0 + a_1 t$, ще получим

$$\tau_{opt} = \sqrt{\frac{2k t_{np}}{a_1 (P_{on} t_p + k t_b)}}$$

От анализа на влиянието на коефициента k върху оптималната стойност на оптималната периодичност на профилактичните въздействия (τ_{opt}) следва, че с повишаване на интензивността на използване на машините, намалява времето за профилактичните въздействия и се увеличават загубите поради ремонт или профилактични въздействия. Коефициентът k е равен на отношението на средната дневна

отработка на машините към сумата от средната дневна отработка и чакането на машината в изправно състояние за започване на работа.

Коефициентът k може да се изменя в границите $0 < k < 1$ и $k = 1$ при безпричинен престой на машините.

Увеличаването на времето на престой на машините в изправно състояние води до намаляване стойността на коефициента k и позволява да се намалят загубите на машините поради престои за ремонт или профилактика. Това е вярно, тъй като ремонтните и профилактични работи в този случай могат да се изпълнят по време на престоеите.

Въз основа на факторния анализ на параметрите на оптимизационния модел установяваме, че с увеличаване на k и t_{np} оптималната периодичност τ_{opt} се увеличава; с увеличаване на t_b , P_{on} и a_1 - τ_{opt} намалява.

При изследване равнището на надеждност на зърнокомбайните СК-5 и Дон 1500 установихме, че $t_p = 8h$; $t_{np} = 0,4h$; $a_1 = 0,15h$; $P_{on} = 0,06$ и $t_b = 0,6h$ и $k = 0,7$ [3]. Тогава

$\tau_{opt} = 2,54$, а това означава, че средно 2-3 пъти дневно е необходимо да се проведе профилактичен преглед, който се състои в почистване на въртящите механизми от растителни остатъци, прах, почва и др.

Изводи:

1. Разработен е математически модел за оптимизиране периодичността на профилактичните въздействия на сложни системи с периодическо използване.

2. Установено е, че оптималната периодичност на профилактичните въздействие на зърнокомбайните СК-5 и Дон 1500 е 2,54

Литература:

1. Кугель Р.В. Эксплуатационная надежность тракторов. М., 1990.
2. Тончев Г. Надеждност на машиностроителните изделия, Русе, 1973.
3. Станев Д. и др. Изследване надеждността на зърнокомбайните (Научен отчет), 1989.