

ИЗСЛЕДВАНЕ И ОПТИМИЗИРАНЕ ПЕРИОДИЧНОСТТА И ОБХВАТА НА ДИАГНОСТИРАНЕ НА МАШИНИТЕ

М. Михов – ИПАЗР "Н.Пушкарров", София

Резюме: Базов елемент на всяка такава съвременна система за обслужване е диагностирането. Адекватният избор на периодичността на диагностиране за определяне на техническото състояние на елементите на машините е основен фактор за повишаване на равнището им на надеждност.

Разработен е модел за оптимизиране на периодичността на частичното и пълно диагностиране на машините в границите на зададени разходи за извършването им. Моделът е приложен в земеделието за сложните земеделски машини, участващи при прибирането на земеделската продукция и при изпълнение на отговорни технологични операции, свързани с разходи поради престой на машините или загуби на продукция.

Ключови думи: диагностиране, профилактика, разходи, откази, интензивност на потока на отказите, периодичност на диагностирането, математически модел, надеждност, коефициент на готовност.

Поддържането на определено равнище на надеждност на машините зависи от избраната система на обслужване. Базов елемент на всяка такава съвременна система е диагностирането. Чрез него се определя техническото състояние на отделните елементи и съответно вида на последващото въздействие: почистване, регулировка или ремонт. Адекватният избор на периодичността на диагностиране за определяне на техническото състояние на елементите на машините е основен фактор за повишаване на равнището им на надеждност. За правилната оценка на организацията на диагностиране на машините е най-добре да се използва комплексният показател за равнището им на надеждност – коефициентът на готовност [4] и стойността на диагностиране с отчитане на периодите на пълна и частична диагностика.

В тази връзка научен и практически интерес представлява да се определи максималният коефициент на готовност на машините при зададени разходи за провеждане на пълно и частично диагностиране на елементите ѝ [3].

Нека е известна функцията на коефициента на готовност на машините K_G в зависимост от периодичността на пълното и частично диагностиране t_1 и t_2

$$(1) \quad K_G = f_1(t_1, t_2),$$

а функцията на стойността на разходите за пълно и частично диагностиране C се представя по следния начин:

$$(2) \quad C = f_2(t_1, t_2).$$

Уравнението за коефициента на готовност K_G във формула (1), съгласно [2] има следния вид:

$$(3) \quad K_G = \exp \left\{ \left[-\lambda_n(t_1 - t_2) \right] \left[1 - \exp(\tau_1 - \tau_2) \right] / \lambda t_2 \right\},$$

където λ е интензивността на отказите на обекта на диагностиране;

λ_n - интензивността на отказите, възникнали поради това, че не са открити по време на частичното диагностиране;

τ_1 - средното време за пълно диагностиране на елементите на машините;

τ_2 - средното време за частично диагностиране на елементите на машините.

Функцията на разходите за диагностиране на машините C в израза (2) може да се представи във вида:

$$(4) \quad C = C_1 + C_2,$$

където C_1 и C_2 са общите разходи, съответно за пълно и частично диагностиране на машините за време t .

От своя страна

$$(5) \quad C_1 = C_{01} t / (t_1 + \tau_1),$$

$$(6) \quad C_2 = C_{02} t / (t_2 + \tau_2),$$

където C_{01} и C_{02} са разходите за един диагностичен преглед на машината, съответно при пълно и частично диагностиране.

Тъй като $t_1 \gg \tau_1$ и $t_2 \gg \tau_2$, то в изразите (5) и (6) може да се приеме, че $\tau_1 \approx 0$ и $\tau_2 \approx 0$. Тогава изразът (4), отчитайки формулите (5) и (6), ще запишем по следния начин:

$$(7) \quad C = C_{01} t / t_1 + C_{02} t / t_2.$$

И така, поставената задача може да формулираме математически така: да се намери

$$(8) \quad \max K_G(t_1, t_2)$$

при спазване на ограничението

$$(9) \quad C(t_1, t_2) \leq C_3,$$

където $0 < K_G < 1$.

За оптимизиране на периодичността на пълно и частично диагностиране на елементите на машините t_1 и t_2 при спазване на условията (8) и (9) използваме известният метод на уравнивяване на чувствителността по елементите на машината [1,2], чиято същност се изразява в следното:

1. Уравнението на чувствителността U_{t_1} на машината при изменение на коефициента на готовност K_G и стойността ѝ на диагностиране в зависимост от изменение на периодичността t_1 има вида

$$(10) \quad U_{t_1} = dK_G / dC |_{\Delta t} = \left[\partial K_G / \partial t_1 \right] / \left[\partial C_1 / \partial t_1 \right],$$

където $\partial K_G / \partial t_1$ е чувствителността на коефициента на готовност към изменението на периодичността на диагностиране t_1 ;

$\partial C_1 / \partial t_1$ - чувствителността на стойността за диагностиране на машините към изменението на периодичността на пълното диагностиране t_1 .

2. Уравнението на чувствителността U_{t_2} при условие че изменение на K_G и C от периодичността на частичното диагностиране t_2 определяме от условието

$$(11) \quad U_{t_2} = dK_G / dC |_{\Delta t_2} = [\partial K_G / \partial t_2] / [\partial C_2 / \partial t_2] \quad .$$

Процедурата на оптимизация на периодичностите на диагностиране t_1 и t_2 се състои в последователното движение в направление на най-голямата скорост на нарастване на функцията K_G на машината, т.е. в последователното повишаване на коефициента на готовност K_G за сметка на подбиране на такава периодичност на диагностиране t_1 и t_2 , при която чувствителността е най-голяма.

Процесът се повтаря до тогава, докато стойността на диагностиране на машините при частично и пълно провеждане на диагностичните проверки, стане по-малка или равна на зададената стойност на разходите C_3 . При това положение се уравнива чувствителността, която е равна на оптималната U_0 :

$$(12) \quad U_0 = U_{t_1} = U_{t_2} \quad .$$

За реализиране на описаната процедура и намиране на оптималните стойности на периодичностите t_1 и t_2 заместваем формулите (3) и (7) в израза (11) и след несложни преобразувания получаваме

$$(13) \quad U_{t_1} = [1 - \exp \lambda (\tau_1 - \tau_2)] \exp [-\lambda_n (t_1 - t_2)] (-\lambda_n) t_1^2 / (-\lambda t_2 C_{01} t) \quad ;$$

$$(14) \quad U_{t_2} = \exp [-\lambda_n (t_1 - t_2)] (\lambda_n t_2 - 1) [1 - \exp \lambda (\tau_1 - \tau_2)] / (-\lambda C_{02} t) \quad .$$

Използвайки изразите (13) и (14), условието за уравниване на устойчивостта при пълно и частично диагностиране на машините (12), а така също и израза (7) при ограничението $C=C_3$, ще съставим система от три нелинейни уравнения с три неизвестни:

$$(15) \quad U_0 = [1 - \exp \lambda (\tau_1 - \tau_2)] \exp [-\lambda_n (t_1 - t_2)] (-\lambda_n) t_1^2 / (-\lambda t_2 C_{01} t)$$

$$(16) \quad U_0 = \exp [-\lambda_n (t_1 - t_2)] (\lambda_n t_2 - 1) [1 - \exp \lambda (\tau_1 - \tau_2)] / (-\lambda C_{02} t) \quad ;$$

$$(17) \quad C_3 = C_{01} t / t_1 + C_{02} t / t_2 \quad .$$

И тъй като левите части на уравненията (15) и (16) са равни, то приравняваме десните им части и в резултат на преобразуването получаваме

$$(18) \quad t_1 = \sqrt{t_2 (1 - \lambda_n t_2) / \lambda_n} \quad C_{01} / C_{02} \quad .$$

По-нататък определяме от формула (17) t_1 , полученият израз го заместваем във формула (3.34) и получаваме

$$(19) \quad t_2 = (C_3 - C_{02} t)^2 / \lambda_n [C_{01}^2 t^2 + (C_3 - C_{02})^2] \quad .$$

Следователно методиката за оптимизиране периодичността на диагностиране на машините при пълно и частично провеждане на диагностичните процедури по два критерия-коефициент на готовност и стойност за определяне на техническото състояние на машините – се изразява в следното:

1. По формула (19) при известни входни по известни параметри λ_n , C_{01} , C_{02} , t и зададени ограничения за

стойността на диагностирането C_3 се определя оптималната периодичност на частично диагностиране на машините t_2 за определяне на техническото състояние на елементите й.

2. По формула (18) се изчислява оптималната периодичност за пълно диагностиране на машините t_1 .

3. По формула (7) се извършва проверка за изпълнение на условието (9) за ограничението по стойност на диагностиране на машините $C \leq C_3$.

4. По формула (3) намираме максимално възможният коефициент на готовност K_G при оптимални стойности на периодичностите на пълно и частично диагностиране t_1 и t_2 .

Изводи:

1. Разработен е модел за оптимизиране на периодичността на диагностиране на машините в два режима: пълно и частично диагностиране на съвкупността от елементи на машините.

2. Предложеният модел притежава висока точност и простота на приложение.

3. Моделът е приложим в земеделието за сложните земеделски машини, участващи при прибирането на земеделската продукция и при изпълнение на отговорни технологични операции, свързани с разходи поради престой на машините или загуби на продукция.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дедков В., А. Северцев Основные вопросы эксплуатации сложных систем., М., 1976.

2. Кулаков Н., А. Загоруйко Методы оценки повышения надежности технических изделий по технико-экономическим показателям. М., Наука, 1969.

3. Тасев Г. Оптимизиране периодичността на диагностиране на машините. - Юб. сб. н. доклади на ЛТУ, С., 2000, с. 235-238.

4. Райкин А. Элементы теорий надежности. М., 1967.