

Четвертим етапом процесу управління науково-технічною підготовкою виробництва є забезпечення управлінського впливу на засадах керівництва. Керівництво машинобудівним підприємством – вид управлінської діяльності, який об'єднує трудові процеси всіх працівників, забезпечує реалізацію функцій і формування методів менеджменту, розроблення і прийняття управлінських рішень, а також формалізує вплив відділу науково-технічної підготовки виробництва на підрозділи та служби, які виконують роботи з НТПВ. Воно є об'єднувальною функцією у структурі категорій менеджменту, оскільки визначає напрями діяльності апарату управління, ефективність управлінських рішень, ступінь досягнення цілей відділу науково-технічної підготовки виробництва.

Висновки. Отже, управління науково-технічною підготовкою виробництва є конкретною функцією менеджменту, яка реалізується через застосування загальних функцій. Весь цей процес управління утворює певний управлінський цикл, який проходить кілька послідовних етапів і повторюється з метою виправлення можливих недоліків і відхилень для отримання поставлених цілей і результатів.

Перспективи подальших досліджень. Як перспективи подальших досліджень можна назвати розроблення методів управління науково-технічною підготовкою виробництва на машинобудівному підприємстві, а також дослідження технології вироблення раціональних управлінських рішень щодо управління науково-технічною підготовкою виробництва на машинобудівному підприємстві.

Література

1. Мізюк Б.М. Стратегічне управління : підручник. – 2-ге вид. [переробл. і доповн.]. – Львів : Вид-во "Магнолія плюс", 2006. – 392 с.
2. Хміль Ф.І. Менеджмент : підручник. – К. : Вид-во "Вища шк.", 1995. – 351 с.
3. Кузьмін О.Є., Мельник О.Г. Основи менеджменту : підручник. – 2-ге вид. [випр., доп.]. – К. : Вид-во "Академвидав", 2007. – 464 с. (Альма-матер).

УДК 62.19 Проф. Я.Ю. Марущак, д-р техн. наук – НУ "Львівська політехніка"

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ

Розглянуто основні статистичні методи діагностування механічних систем і зроблено їхній порівняльний аналіз. Встановлено, що найбільшу кількість пропускання дефектів редуктора дає застосування методу найбільшої правдоподібності, а тому його не варто використовувати в тих системах, де це тягне за собою дуже великі матеріальні чи інші втрати під час такого помилкового діагностування.

Prof. Ya. Yu. Marushchak – NU "L'vivs'ka Politekhnik"

Comparative analysis of statistical methods of mechanical systems diagnostics

Main statistical methods of mechanical systems diagnostics are considered and compared in the article. It is set that the most of key-in of defects of reducing gear is given by application the method of most plausibility, and that is why him it is not costed to use in

the that systems, where it results in very large material or other losses during such erroneous diagnosticating.

Вступ. Експлуатація будь-якої технічної системи нерозривно пов'язана з питанням її діагностики для передчасного виявлення наближення такої системи до непрацездатного стану. Йдеться про розпізнавання стану виробничого механізму, технологічного процесу тощо в умовах обмеженої інформації, тому що отримати повну інформацію, яка всебічно характеризує систему з погляду її працездатності, практично, не можливо. Під час функціонування механізмів відбуваються різноманітні процеси, які можна опосередковано охарактеризувати за допомогою тих чи інших характеристик – діагностичних параметрів. Отже, з одного боку складність, а деколи й неможливість побудови діагностичних процедур на основі детермінованих моделей, потребує математичного апарату з використанням теорії імовірності, а з іншого – рекомендації щодо прийняття рішення на користь того, чи іншого стану системи повинно базуватися на основі конкретного, не ймовірнісного твердження.

Аналіз останніх досліджень. Для нескладних технічних систем, зазвичай, використовують детерміновані методи діагностики [1-3], де за даними про значення певних діагностичних параметрів відразу можна зробити однозначний висновок про стан системи, або окремі аспекти її функціонування. Коли ж йдеться про складні технічні [4], чи виробничі [5] системи, то використовують стохастичні моделі діагностування та прогнозування умов їхнього функціонування. Серед широкого спектру діагностичних методів, що базуються на ймовірнісних характеристиках поведінки технічної системи виділяють методи статичних рішень [6], які базуються на тих, чи інших умовах оптимальності, зокрема мінімізації втрат від неправильного розпізнавання стану системи, чи окремого виробу. Завдяки цьому вдається поєднати діагностування стану системи з її техніко-економічними умовами експлуатації.

Постановка завдання дослідження. До основних методів статичних рішень діагностування системи належать: метод мінімального ризику, метод мінімального числа помилок, метод мінімаксу, метод Неймана-Пірсона та метод найбільшої правдоподібності. Кожен із них розпізнає стан системи з відповідною точністю. Якщо в ролі такої системи виступає редуктор як елемент кінематичної схеми електроприводу, то віднесення його до працездатного (A_1), чи непрацездатного (A_2) стану пов'язаний з інформацією, яка може опосередковано служити відображенням стану його шестерень. Йдеться про вміст металевих включень у маслі редуктора. Метал туди попадає в процесі стирання зубів, хоча можуть бути й інші причини цього явища (залишки металу після оброблення корпусу в процесі його виготовлення, наявність металу пов'язано зі спрацюванням підшипників тощо). Якщо вчасно не розпізнати перехід до непрацездатного стану з достатньо високою імовірністю, то може статися аварія, що призведе до зупинки не тільки електромеханічної системи, але й всього технологічного процесу, де така система задіяна. Тому постає завдання вибору найбільш ефективного методу статистичних рішень для розпізнавання стану редуктора.

Матеріали дослідження. Завдання діагностування полягає в тому, що потрібно знайти значення діагностичного параметра z_0 (питомий вміст металевих включень у маслі редуктора), перевищення рівня якого після перевірки реального стану, служить підставою про припинення подальшої експлуатації. Отже, на основі сказаного сформулюємо вирішальне правило:

якщо $z < z_0$, то $z \in A_1$;

якщо $z > z_0$ то $z \in A_2$.

Варто зазначити, що для редуктора значення величини z описують нормальним законом розподілу, як для стану A_1 так і A_2 , тобто

$$\left. \begin{aligned} f(z/A_1) &= \frac{1}{\sigma_1 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(z-z_1)^2}{2\sigma_1^2}} \\ f(z/A_2) &= \frac{1}{\sigma_2 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(z-z_2)^2}{2\sigma_2^2}} \end{aligned} \right\}, \quad (1)$$

де: z_1, z_2 – математичні сподівання діагностичних параметрів у відповідних станах; σ_1, σ_2 – середньоквадратичне відхилення діагностичних параметрів у відповідних станах.

Зважаючи на те, що графіки функцій розподілу перетинаються, то це обумовлює наявність помилкових рішень H_{12} , коли замість стану A_2 діагностується A_1 (пропускання цілі), та H_{21} , коли замість стану A_1 діагностується стан A_2 , (фальшива тривога). Очевидно, що ймовірності цих помилкових рішень можна записати так:

$$P(H_{21}) = P(A_1)P(z \geq z_0/A_1),$$

$$P(H_{12}) = P(A_2)P(z \leq z_0/A_2),$$

де: $P(A_1), P(A_2)$ – апіорні імовірності перебування системи у відповідних станах (надалі позначатимемо їх, як P_1 та P_2 відповідно); $P(z > z_0/A_i)$, $P(z < z_0/A_i)$ – імовірність забезпечення відповідної нерівності, якщо ця імовірність стосується закону розподілу координати для стану A_i .

Інтегральною характеристикою, яка об'єднує імовірності помилкових і правильних рішень із економічними показниками функціонування системи, є функція ризику R .

$$R = C_{11}P_1P\left(z > \frac{z_0}{A_1}\right) + C_{22}P_2P\left(z < \frac{z_0}{A_2}\right) + C_{21}P_1P\left(z < \frac{z_0}{A_1}\right) + C_{12}P_2P\left(z > \frac{z_0}{A_2}\right),$$

де: $C_{11}, C_{22}, C_{21}, C_{12}$ – вагові коефіцієнти матеріальних втрат чи здобутків (тоді коефіцієнти від'ємні), пов'язаних із прийняттям того чи іншого рішення.

Виразивши ймовірності через закони розподілу, отримаємо:

$$R = C_{11}P_1 \int_{-\infty}^{z_0} f\left(\frac{z}{A_1}\right) dz + C_{22}P_2 \int_{z_0}^{\infty} f\left(\frac{z}{A_2}\right) dz + C_{21}P_1 \int_{z_0}^{\infty} f\left(\frac{z}{A_1}\right) dz + C_{12}P_2 \int_{-\infty}^{z_0} f\left(\frac{z}{A_2}\right) dz. \quad (2)$$

Виходячи з умови мінімуму $R(z_0)$ для виразу (2) отримаємо:

$$\frac{f(z_0/A_1)}{f(z_0/A_2)} = \frac{(C_{12} - C_{22})P_2}{(C_{21} - C_{11})P_1}, \quad (3)$$

звідки розраховують z_0 . Ця умова відповідає методу мінімального ризику. Підставивши (1) в (3), отримаємо рівняння відносно z_0 , розв'язок якого дає змогу отримати граничне значення вмісту металу в маслі редуктора. Якщо прийняти $C_{11} = C_{22} = 0$, а $C_{12} = C_{21}$, то вираз (3) відповідатиме методу мінімального числа помилок. Якщо апіорні ймовірності невідомі, але відомо, що $P_2 = 1 - P_1$, то з умови $\partial R / \partial z_0 = 0$ і $\partial R / \partial P_1 = 0$ отримаємо одне рівняння відносно z_0 , а саме:

$$(C_{21} - C_{11}) \int_{z_0}^{\infty} f\left(\frac{z}{A_1}\right) dz - (C_{12} - C_{22}) \int_{-\infty}^{z_0} f\left(\frac{z}{A_2}\right) dz + C_{11} - C_{22} = 0.$$

Це нелінійне рівняння розв'язують ітераційними методами. Позначивши його розв'язок як z_0^* , з рівняння $\partial R / \partial P_1 = 0$, визначимо невідому величину P_1^* :

$$P_1^* = \frac{f\left(\frac{z_0^*}{A_1}\right)(C_{21} - C_{11}) + f\left(\frac{z_0^*}{A_2}\right)(C_{12} - C_{22})}{f\left(\frac{z_0^*}{A_2}\right)(C_{12} - C_{22})}.$$

Знайдені величини z_0^* та P_1^* відповідають методу мінімаксу.

Крім розглянутих вище методів, для діагностування стану редуктора можна також застосовувати метод Неймана-Пірсона, згідно з яким величина z_0^* знаходиться з наступного нелінійного рівняння:

$$P_1 \int_{z_0}^{\infty} f\left(\frac{z}{A_1}\right) dz = A,$$

де $A = kP_2$ (тут k – коефіцієнт надлишковості, котрий, зазвичай, перебуває у межах від 1 до 10).

Інший метод, названий методом найбільшої правдоподібності, не потребує розв'язування нелінійного рівняння. У цьому випадку записують рівняння $f(z_0/A_1)dz = f(z_0/A_2)dz$, яке після логарифмування перетворюється в алгебраїчне квадратне рівняння відносно z_0 .

Розглянуті вище методи розпізнавання стану технічної системи було застосовано для розрахунку z_0 стосовно редуктора. На основі апіорної інформації встановлено, що його працездатний стан A_1 характеризується математичним сподіванням $z_1 = 5$ г/т, а непрацездатний стан A_2 має математичне сподівання $z_2 = 12$ г/т. Величини середньоквадратичного відхилення характеризуються значеннями $\sigma_1 = 2$ г/т і $\sigma_2 = 3$ г/т відповідно. Апіорна ймовірність становить $P_1 = 0,9$.

Для визначених величин z_0 різними методами підраховано ймовірності прийняття помилкових рішень, а також значення функції ризику за умови, що матеріальні втрати від пропускання наближення до аварійного стану редуктора є у 20 разів більшими, ніж помилкове рішення, що потягло за собою необґрунтоване зняття редуктора з експлуатації ($C_{12}/C_{21} = 20$).

Результати виконаних розрахунків наведено у таблиці.

Назва методу діагностування	Значення величин			
	z_0	$P(H_{21})$	$P(H_{12})$	R
Мінімального ризику	7,46	0,0098	0,0066	0,23
Мінімального числа помилок	9,80	0,0228	0,0073	0,47
Мінімаксу	5,70	0,3248	0,0019	0,37
Неймана-Пірсона	7,50	0,0987	0,0063	0,34
Найбільшої правдоподібності	8,14	0,0052	0,0099	0,26

Висновки. Аналізуючи дані, які показано в таблиці, можна стверджувати, що найбільшу кількість пропускання дефектів редуктора дає застосування методу найбільшої правдоподібності, а тому його не варто використовувати в тих системах, де це тягне за собою дуже великі матеріальні чи інші втрати під час такого помилкового діагностування. Застосування методу мінімаксу призводить до іншої крайності: редуктор необґрунтовано знімається з експлуатації у більш ніж 32 % випадків. Якщо розглядати такий інтегральний показник ефективності використання діагностичних методів, як функція ризику, то перевагу варто надавати методу мінімального ризику. На користь цього методу говорить ще й той факт, що для визначення z_0 він не потребує розв'язування нелінійного рівняння.

Література

1. Гаспарян А.С., Грейвулис Я.А., Теремов А.Ф. Диагностика и вопросы подшипниковых узлов электрических машин // Вестник НТУ "ХПИ": Проблемы автоматизованого електропривода. Теория и практика, 2008. – Вып. 30 – С. 533-535.
2. Байдак Ю.В., Слободченко Б.И., Байдак В.Ю. Устройство диагностики энергопотребления электромеханических систем // Міжвідомчий науково-технічний зб.: Електромашинобудування та електрообладнання. – К. : Вид-во "Техніка". – 2006. – Вип. 66 – С. 344-347.
3. Марчук Я.С., Андришин М.П., Игуменцев Е.А., Прокопенко Е.А. Диагностика газотранспортной системы с использованием факторного анализа // Вестник НТУ "ХПИ": Проблемы автоматизованого електропривода. Теория и практика. – 2008. – Вып. 30: Електромашинобудування та електрообладнання – С. 538-543.
4. Марчук Я.С., Игуменцев Е.А., Прокопенко Е.А. Автоматизированный контроль дисбаланса прихода и распределения газа магистрального газопровода // Збірник наукових праць Дніпродзержинського державного технічного університету (технічні науки): Тематичний випуск "Проблеми автоматизованого електропривода. Теорія і практика". – Дніпродзержинськ : Вид-во ДТУ, 2007. – С. 487-492.
5. Лозинський О.Ю., Щербовський С.В. Прогнозування кількості запасних частин електромеханічних об'єктів на основі методу Монте-Карло // Міжвідомчий науково-технічний зб.: Електромашинобудування та електрообладнання. – К. : Вид-во "Техніка", 2006. – Вип. 66 – С. 348-349.
6. Вапник В.Н., Червоненкіс А.Я. Теория распознавания образов. – М. : Изд-во "Наука", 1974. – 416 с.

УДК 65.011

Асист. І.В. Артищук – Львівська КА

ІНТЕГРАЛЬНИЙ ПОКАЗНИК ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗВИТКУ СУБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ ЯК КРИТЕРІЙ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ

Розглянуто інтегральний показник ефективності розвитку господарського об'єкта, який використовують як критеріальний під час обґрунтування управлінських рішень на довготермінову перспективу. Досліджено можливі способи розрахунку і