

ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНОГО ЗНАЧЕННЯ ДІАГНОСТИЧНОГО ПАРАМЕТРА ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИМІРЮВАНЬ В ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Шевченко С.А., к.т.н., доцент

(Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка)

Розроблена методика визначення граничного значення діагностичного параметра не потребує тривалих спостережень за технічним станом агрегатів. Ця методика може використовуватись при прогнозуванні залишкового ресурсу агрегатів і вузлів сільгоспмашин.

Постановка проблеми. Для прогнозування залишкового ресурсу агрегатів і вузлів сільгоспмашин попередньо необхідно визначити граничне значення діагностичного параметра. На відміну від структурних параметрів, дослідження діагностичних параметрів ускладнюється тим, що їх можна вимірювати лише до відмови відповідного вузла. Визначити граничне значення діагностичного параметра можна під час ресурсних випробувань, але такі випробування є трудомісткими і потребують значного часу.

Аналіз досліджень і публікацій. Огляд публікацій [1-5] показав, що значного поширення набула методика нормування діагностичних параметрів розробки МАДІ, відповідно до якої допустиме значення параметра визначається наступним чином. Передусім, визначаються з тим, чи буде нормування двобічним (тобто, встановлюватимуться і нижня, і верхня межі) чи одnobічним (встановлюватиметься або нижня, або верхня межа) За результатами вимірювань в експлуатації будують закон розподілу діагностичного параметра та роблять припущення щодо частки машин, в яких значення діагностичного параметра вже вийшло за допустимі межі. (зазвичай, це кілька відсотків машин). Далі визначають відповідний квантиль (квантилі) розподілу, які і дорівнюватимуть допустимому значенню параметра.

Однак вказана методика дає змогу визначати лише допустиме значення діагностичного параметра; її недоліком є суб'єктивне оцінювання частки вузлів, параметри яких перевищили допустиме значення.

Метою даної роботи є розробка методики визначення граничного значення діагностичного параметра шляхом одноразового вимірювання зазначеного параметра у вибірці машин, що перебувають в експлуатації і мають випадкові значення наробітку.

Розробка методики визначення граничного значення діагностичного параметра.

При розробці методики використаємо такі припущення:

– зміна структурного параметра з напрацюванням та залежність діагностичного параметра від структурного параметра є монотонними зростаючими функціями;

– у процесі зміни технічного стану від початкового і до настання відмови діагностичний параметр змінюється багатократно, що дає змогу не враховувати його початкове значення і вважати його однаковим для всіх агрегатів;

– вузол, який діагностують, є неремонтопридатним; відомим є середнє напрацювання до відмови.

Кожен результат вимірювання відобразимо точкою у площині “напрацювання – значення діагностичного параметра” – див. рис. 1. Використовуючи відомі методи обробки експериментальних даних [6], можна побудувати регресійну залежність діагностичного параметра від напрацювання, використовуючи функцію виду:

$$l(t) = l_0 + f_l(c, t), \quad (1)$$

де l – значення діагностичного параметра; t – час, с; l_0 – початкове значення діагностичного параметра; f_l – функція, що характеризує зміну діагностичного параметра з напрацюванням; c – варійований параметр.

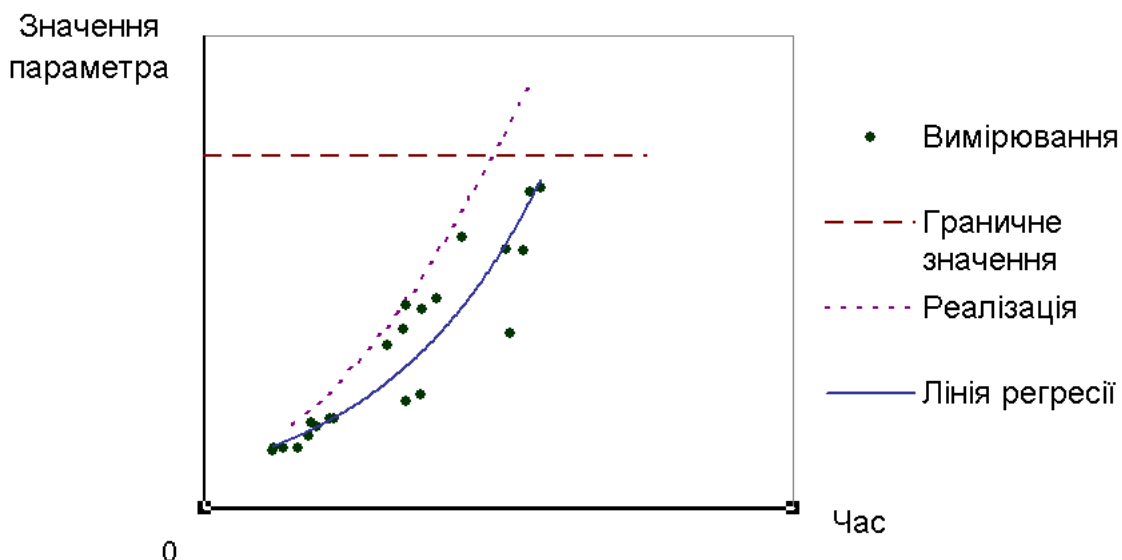


Рисунок 1 – Зміна діагностичного параметра в залежності від напрацювання.

Можливість такої апроксимації витікає з наступного. При діагностуванні сільськогосподарської техніки широко використовується степенева апроксимація зміни розмірів деталей та зазорів у спряженнях деталей,

запропонована В.М.Міхліним. Причому вважається, що показник ступеня α є константною не тільки для вузла заданого типу, а й має усталені межі для певного типу спряжень (наприклад, зазорів у підшипникових вузлах чи бічного зазору зубчастих пар). Що стосується варійованого параметра, то, будучи пропорційним швидкості зношування, він забезпечує “налаштування” загальної ступеневої залежності на залежність, властивому конкретному екземпляру вузла. Розглядаючи передавальну функцію “структурний параметр – діагностичний параметр”, вважатимемо її незалежною від екземпляру вузла. За цих умов, залежності зростання діагностичного параметра різних вузлів з напрацюванням відрізнятимуться лише варійованим параметром.

Отже, через точку у площині “час – діагностичний параметр”, відповідну i -му вузлу можна провести лише одну криву виду (1), а варійований параметр визначити з рівняння:

$$l_i(t_i) = l_0 + f_l(c_i, t_i), \quad (2)$$

Задаючи певне значення граничного рівня діагностичного параметра, можна спрогнозувати час досягнення цього рівня за допомогою рівняння:

$$l_{zp} = l_0 + f_l(c_i, t_{zpi}), \quad (3)$$

де l_{zp} – граничний рівень діагностичного параметра; t_{zpi} – час досягнення граничного рівня діагностичного параметра i -м вузлом, с,

Це дає змогу розрахувати середнє прогнозоване напрацювання до відмови і одержати його залежність від граничного рівня діагностичного параметра:

$$T_{СП}(l_{zp}) = \frac{1}{N_{Azp}} \sum_{i=1}^{N_{Azp}} t_{zpi}(l_{zp}), \quad (4)$$

де $T_{СП}$ – середнє прогнозоване напрацювання до відмови, с; N_{Azp} – кількість агрегатів, для яких виміряний діагностичний параметр.

Отже, можна визначити граничний рівень діагностичного параметра, прирівнюючи розрахункове середнє напрацювання (4) до фактичного середнього напрацювання до відмови:

$$\frac{1}{N_{Azp}} \sum_{i=1}^{N_{Azp}} t_{zpi}(l_{zp}) = T_C, \quad (5)$$

де T_C – середнє напрацювання до відмови, с.

Проаналізуємо залежність (4). Оскільки функції в (4) є монотонно зростаючими від напрацювання, то і залежність (4) також є монотонно зростаючою. Отже, рівняння (5) матиме єдине рішення. Зважаючи на ступеневий характер залежності (2), найбільш доцільним для вирішення (5) є

використання пошукового методу.

При визначенні граничного рівня діагностичного параметра слід враховувати, що зі зростанням напрацювання сільськогосподарських машин зменшується коефіцієнт технічного використання. Отже, частка вузлів з порівняно великим наробітком буде непропорційно меншою, ніж їх фактично знаходиться в господарствах – оскільки несправні машини не будуть охоплені дослідженням. Тому доцільно ввести відповідну поправку у формулу для визначення середнього ресурсу (5), що дасть змогу уточнити граничне значення діагностичного параметра.

За умови, що залежність коефіцієнта технічного використання від наробітку є відомою, коригування доцільно здійснювати наступним чином. Припустимо, що існує група машин з однаковим напрацюванням та однаковими значеннями діагностичного параметра певного вузла, частина з яких несправні і не може бути досліджені. Значущість результатів одержаних на справних машинах, повинна бути збільшена за допомогою вагового коефіцієнта, який визначатиметься як співвідношення загальної кількості машин у групі до кількості справних машин. Отже, поправочний коефіцієнт до прогнозованого ресурсу буде дорівнювати оберненому значенню коефіцієнта технічного використання. Оскільки при такому коригуванні враховуються, фактично, і прогнозовані напрацювання до відмови вузлів і тих машин, що на момент дослідження є несправними, то необхідно відкоригувати і загальну кількість досліджених агрегатів. Отже, рівняння для визначення граничного значення діагностичного параметра (5) прийме вид:

$$\frac{1}{N_{Azp}^*} \sum_{i=1}^{N_{Azp}} \left(\frac{1}{k_{TB}(t_i)} t_{zpi}(l_{zpi}) \right) = T_C, \quad (6)$$

$$N_{Azp}^* = N_{Azp} \sum_{i=1}^{N_{Azp}} \left(\frac{1}{k_{TB}(t_i)} \right), \quad (7)$$

де N_{Azp}^* – загальна кількість агрегатів (з урахуванням встановлених на несправних машинах); k_{TB} – коефіцієнт технічного використання.

Висновки

Розроблено методику визначення граничного значення діагностичного параметра за результатами вимірювань цього параметра у вибірці машин, що перебувають в експлуатації. При цьому враховується зменшення коефіцієнта технічного використання по мірі збільшення наробітку машин. Перспективним напрямком робіт є удосконалення методики з метою врахування часткового відновлення ресурсу ремонтпридатних вузлів.

Список літератури

1. Говорущенко Н.Я., Варфоломеев В.Н. Техническая кибернетика транспорта: Учебное пособие. – Харьков: ХГАДТУ, 2001. - 271 с.
2. Диагностика и техническое обслуживание машин./ А.Д.Ананьин, В.М.Михлин, И.И.Габитов и др. –М.: Издательский дом «Академия», 2008. – 432 с.
3. Мигаль В.Д. Технічна кібернетика транспорту : Навчальний посібник. – Харків: ТОВ Видавничий дім «ІНЖЕК», 2007. – 328 с.
4. Дьяков И. Ф. Строительные и дорожные машины и основы автоматизации: учебное пособие / И. Ф. Дьяков; / – Ульяновск: Ульян. гос. техн. ун-т, 2007. – 516 с.
5. Технічна діагностика машин / Укладач В.М.Нагорний. –Суми: Видавництво СумДУ, 2009. –51 с.
6. Вапник В.Н. Восстановление зависимостей по эмпирическим данным. -М.:Наука, 1979. - 448с.

Аннотация

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ПАРАМЕТРА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗМЕРЕНИЙ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

Шевченко С.А.

Разработанная методика определения предельного значения диагностического параметра не требует длительных наблюдений за техническим состоянием агрегатов. Эта методика может использоваться при прогнозировании остаточного ресурса агрегатов и узлов сельхозмашин.

Abstract

DETERMINATION OF DIAGNOSTIC PARAMETER LIMIT VALUE ON RESULTS MEASUREMENTS IN EXPLOITATION

Shevchenko S.A.

The method of determination of the limit values of the diagnostic parameter does not require long-term observation of the technical state of aggregates. This method can be used in predicting the residual life of units of agricultural machinery.