

ІНФОРМАЦІЙНІ АСПЕКТИ ДІАГНОСТУВАННЯ АГРЕГАТІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

В.В.Аулін, к.ф.-м. наук, професор, Aulin52@mail.ru;

А.В.Гриньків, асп., GrinkivAV@mail.ru;

С.В.Лисенко, к.т. наук, доцент Aulin52@mail.ru;

Кіровоградський національний технічний університет

Отримання, обробка, передача різного роду діагностичної інформації – неодмінні умови роботи будь-якої керуючої та контролюючої технічної системи транспортних засобів. В цих процесах завжди проходить обмін інформацією між різними ланками системи. Найпростіший випадок – передача інформації від контрольованого пристрою до блоку керування (передача діагностичних сигналів). Більш складний випадок – замкнений контур керування, в якому інформація про результати виконання команд передається керуючому пристрою (блок керування) з допомогою зворотного зв'язку.

Діагностична інформація має різну природу походження, сигнали які необхідно обробляти можуть бути електричними імпульсами, звуковими та світловими коливаннями, механічними переміщеннями. Тому, для того, щоб таку інформацію можна було узагальнити та обробити необхідно відповідним чином її закодувати. Щоб вирішити цю задачу, необхідно перш за все виміряти кількість передавальної інформації.

В якості об'єкту діагностування, про який передається інформація, необхідно розглядати деяку систему, яка ймовірнісним чином може знаходитися в різних станах, тобто систему яка завчасно має деяку ступінь невизначеності. При цьому отримана інформація про систему, буде більш цінною і змістовною, якщо більше за обсягом була розкрита її невизначеність після проведення діагностування технічних систем.

Діагностична цінність визначення технічного стану транспортних засобів (ТЗ) може бути проведено на основі методів теорії інформації [1].

Головний принцип, використовуваний в подальшому викладі, полягає в наступному: діагностична цінність параметра визначається кількістю інформації, що вноситься ним в систему станів агрегатів і ТЗ в цілому.

Центральне місце в теорії інформації займає поняття ентропії – ступінь невизначеності системи [2, 3, 4]. Еквівалентність ентропії і кількості інформації, уперше відмічена Л.Сциллардом, означає, що ці величини пов'язані простим законом збереження: сума мікроскопічної інформації і ентропії при цьому розподілі ймовірності стану постійна і дорівнює максимальній отримуваній інформації в даних умовах. Звичайно, і ентропія, і інформація повинні бути подані в однакових одиницях - у бітах. Збільшення інформації пов'язане зі зменшенням ентропії, і навпаки.

Середню величину інформації системи параметрів K відносно системи діагнозів D можна визначити з рівності [2]:

$$I_D(K) = H(D) - H(D/K), \quad (1)$$

де $H(D)$ - початкова ентропія системи D (до діагностування); $H(D/K)$ - ентропія системи D після діагностування, коли визначена система параметрів K .

У роботі [4] показано, що якщо системи K і D незалежні, то $I_D(K)=0$. З фізичної точки зору цей результат очевидний: спостереження над однією з систем не може дати інформації відносно іншої, якщо між станами цих систем немає зв'язку.

На підставі аналізу робіт [2, 3, 4] доцільно в якості критерію для впорядкування діагностичних параметрів використати середню інформацію, що розраховується за виразом (1). Вона є більш об'єктивною мірою інформативності, чим дивергенція С. Кульбака [3], яка використана в роботі [5] при діагностиці автомобільних двигунів за параметрами працюючої оливи, оскільки остання припускає обмеження на вид розподілу, тобто справедлива лише для нормального закону розподілу параметрів.

Між тим, цілим рядом робіт [5, 6, 7] показано, що параметри технічного стану і показники роботоздатності різних систем і агрегатів ТЗ найкраще узгоджуються із гамма або логарифмічно – нормальним законом розподілу.

Для цілей діагностики область можливих величин вимірюваного параметра розбивається на інтервали, і характерною є наявність його в конкретному інтервалі. У зв'язку з цим результат кількісного обстеження можна розглядати як ознаку, що приймає декілька можливих станів.

Встановимо умову, при якій можна вважати часткову діагностичну цінність обстеження по j -му параметру K для стану D_i величиною інформації, що вноситься усіма реалізаціями параметра у встановлення цього стану.

Згідно з роботою [2], часткову діагностичну цінність можна визначити по формулах:

$$Z_{D_1}(K_j) = \sum_{S=1}^m P(K_{js}/D_1) \log_2 \frac{P(K_{js}/D_1)}{P(K_{js})}; \quad (2)$$

$$Z_{D_2}(K_j) = \sum_{S=1}^m P(K_{js}/D_2) \log_2 \frac{P(K_{js}/D_2)}{P(K_{js})}, \quad (3)$$

де $P(K_{js}/D_1)$, $P(K_{js}/D_2)$ – умовна ймовірність наявності j -го параметра K у S -му інтервалі значень відповідно для справного D_1 і несправного D_2 станів агрегатів ТЗ; $P(K_{js})$ - повна ймовірність появи j -го параметра K у S -му інтервалі значень для усієї системи станів D ; m - число інтервалів S величин j -го параметра K .

Загальна діагностична цінність визначиться як кількість інформації, що вноситься діагностуванням в систему станів:

$$Z_D(K_j) = P(D_1)Z_{D_1}(K_j) + P(D_2)Z_{D_2}(K_j), \quad (4)$$

де $P(D_1)$, $P(D_2)$ – відповідно апріорна ймовірність справного D_1 і несправного D_2 станів агрегатів.

У загальному випадку зі збільшенням числа інтервалів розбиття масиву

експериментальних даних діагностична цінність параметра зростає чи залишається попередньою, але аналіз результатів при цьому стає більше трудомістким. Крім того, в роботі [8] показано, що при нерівномірному розбитті масиву даних, інформативність параметра має максимум. З врахуванням цього, формула (4) може бути використана не лише для кількісної оцінки інформативності j -го параметра, але і для вибору оптимального числа розбиття величин параметра на статистичні інтервали.

Вивчивши характер зміни експериментальних величин інформативності параметра залежно від числа розбиття на інтервали та встановивши вид математичної залежності:

$$Z_{D_i}(K_j) = \varphi(M), \quad (5)$$

і можна використати критерій оптимізації: $Z_{D_i}(K_j) = \varphi(m) \rightarrow \max$ при $m \rightarrow \min$, і здійснити вибір оптимального числа інтервалів параметра без істотної втрати його інформативності в оцінці стану агрегатів ТЗ.

Література

1. Аулін В.В. Теоретико-фізичний підхід до діагностичної інформації про технічний стан агрегатів мобільної сільськогосподарської техніки/ В.В.Аулін, А.В.Гриньків, С.В.Лисенко та ін.// Вісник ХНТУСГ ім.Петра Василенка. – Вип.158./Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві. – Харків, 2015. – С.252-262
2. Биргер И.А. Техническая диагностика / И.А.Биргер. – М.: Машиностроение, 1978. – 240 с.
3. Кульбака С.Теория информации/С.Кульбака.–М.:Мир, 1967. – 408с.
4. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике/ К.Шеннон. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1963. – 827 с.
5. Гринцевич В.И. Исследование диагностики автомобильных двигателей по параметрам картерного масла: Дис. канд. техн. наук. – М.: МАДИ, 1971. – 203 с.
6. Васильев Б.В. Диагностирование технического состояния судовых дизелей/Б.В. Васильев, Д.И. Кофман, С.Г.Эренбург. – М.: Транспорт, 1982. – 144 с.
7. Говорущенко Н.Я. Диагностика технического состояния автомобилей / Н.Я. Говорущенко. – М.: Транспорт, 1970. – 254с.
8. Лебедев Б.О. Теплофизические основы процесса угара масла в дизелях и разработка эксплуатационных мероприятий по его сокращению: Дис. ... докт. техн. наук. – Новосибирск, 2002. – 328 с.