

141. В.В. Аулін, д.т.н., професор, А.В. Гриньків, А.П. Лукашук, аспірант, А.Є. Чернай, аспірант, Центральноукраїнський національний технічний університет

ФОРМУВАННЯ ДІАГНОСТИЧНОЇ БАЗИ ДАНИХ ТРАНСМІСІЇ ТРАНСПОРТНИХ МАШИН ЗА КРИТЕРІЄМ СТАТИСТИЧНОЇ ІНФОРМАТИВНОСТІ

На початковому етапі формування переліку діагностичних параметрів силових агрегатів визначили систему параметрів технічного стану двигуна і трансмісії, що підлягають діагностуванню, а потім проводили розрахунки інформаційної значущості кожного контрольованого параметра. Для цього були використані структурно-наслідкові моделі об'єктів діагностування, побудовані на основі оцінки їх надійності і аналізу причинно-наслідкових зв'язків елементів [1].

Аналіз структурно-наслідкових моделей систем та агрегатів транспортних машин (ТМ) дозволив встановити перелік їх діагностичних параметрів. Обмеженням для вибору діагностичного параметру були доступність обладнання та організаційного забезпечення на підприємстві, а також інтегральність обраних діагностичних показників. Кожна досліджувана система та агрегат ТМ може знаходитися як в справному, так і в несправних технічних станах, внаслідок відмови одного із складових їх елементів. Приймаючи припущення, що при поділі систем і агрегатів ТМ на N елементів і два альтернативні результати контролю для кожного з них, множини відмов характеризують їх як ймовірнісну систему з кінцевою множиною технічних станів, рівну числу складових елементів, що відмовили [2]. Поява кожного з них характеризується ймовірністю появи відмов систем і агрегатів ТМ. При цьому ймовірність справного стану визначається як ймовірність протилежної події.

Ймовірність $P(\bar{S}_0)$ приймається рівній сумі ймовірностей відмов складових елементів об'єкту діагностування. В результаті, нехтуючи ймовірністю спільної появи відмов (S_1, \dots, S_j) , приймали появу цих подій незалежними. При цьому, ймовірність можливих станів систем і агрегатів ТМ визначали з урахуванням ймовірності відмови об'єкту і співвідношення відмов їх елементів на інтервалах пробігу [3].

Для дослідження технічних станів трансмісії ТМ було обрано: коробка переключення передач та головна передача. Матриця технічних станів коробки переключення передач (КПП) та головної передачі (ГП) наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 - Матриця технічних станів КПП та ГП

Діагностичні параметри	Технічний стан				
	S_0	S_1	S_2	S_3	S_4
D_1 - лужне число	0	0	0	1	1
D_2 - колір робочої оливи	0	0	0	0	1
D_3 - склад механічних домішок	0	1	1	1	0
D_4 - термоокислювальна стабільність оливи	0	0	1	0	0
D_5 - склад нерозчинного осаду	0	0	0	0	1
D_6 - діелектрична проникність	0	1	1	1	1

До матриці технічних станів станів досліджуваних трансмісій ТМ включено S_0 - справний стан і несправні стани агрегатів, що приводять до погіршення їх функціональних можливостей та роботи з причин: S_1 – зношування робочих, опорних поверхонь валів; S_2 – зношування зубчастих поверхонь; S_3 – спрацювання оливи; S_4 – зношування підшипників.

Всі подальші операції, для визначення інформативних діагностичних показників для КПП та ГП ТМ проводили з використанням розрахунку ентропії діагностичних параметрів досліджуваних агрегатів, що експлуатуються в сільськогосподарському виробництві (СГВ) [4]. Оцінки показників надійності коробки переключення передач і головної передачі наведено в таблицях 2-5.

Зміну показників надійності технічного стану валів КПП та ГП ТМ, що експлуатуються в умовах СГВ, з напрацюванням відображено в таблиці 2.

Таблиця 2 - Зміна значень показників надійності валів КПП і ГП з пробігом ТМ

Пробіг, тис.км	Кількість відмов	Кількість відмов на початку пробігу	Інтенсивність відмов, 1/км
0...12	1	0	$4,762 \times 10^{-6}$
12...24	0	1	0
24...36	2	1	$1,02 \times 10^{-5}$
36...48	0	3	0
48...60	3	3	$1,786 \times 10^{-5}$
Середнє значення	-	-	$6,565 \times 10^{-6}$

Отримані результати експериментальних даних визначають, що максимальне значення інтенсивності відмов для даної групи деталей відбувається на інтервалі 48...60 тис. км., а початок їх зношування – 0...12 тис. км пробігу ТМ.

Оцінку зміни показників надійності технічного стану зубчастих поверхонь КПП та ГП з пробігом ТМ, наведено в таблиці 3.

Таблиця 3 - Зміна значень показників надійності зубчастих поверхонь КПП і ГП ТМ

Пробіг, тис.км	Кількість відмов	Кількість відмов на початку пробігу	Інтенсивність відмов, 1/км
1	2	3	4
0...12	0	0	0
1	2	3	4
12...24	1	0	$4,762 \times 10^{-6}$
24...36	3	1	$1,531 \times 10^{-5}$
36...48	1	4	$6,494 \times 10^{-6}$
48...60	2	5	$1,429 \times 10^{-5}$
Середнє значення	-	-	$8,169 \times 10^{-6}$

Можна бачити, що максимальне значення інтенсивності відмов для зубчастих поверхонь КПП та ГП ТМ спостерігається на інтервалі 24...36 тис. км., а початок зношування – на інтервалі 12...24 тис. км пробігу ТМ.

Результати зміни показників надійності технічного стану трансмісійної оливи відображено в таблиці 4.

Таблиця 4 - Зміна значень показників надійності трансмісійної оливи з пробігом ТМ

Пробіг, тис.км	Кількість відмов	Кількість відмов на початку пробігу	Інтенсивність відмов, 1/км
0...12	0	0	0
12...24	0	0	0
24...36	2	0	$9,524 \times 10^{-6}$
36...48	1	2	$5,495 \times 10^{-6}$
48...60	3	3	$1,786 \times 10^{-5}$
Середнє значення	-	-	$6,575 \times 10^{-6}$

Визначено, що максимальне значення інтенсивності відмов (відхилення значення показників від

нормативних значень) трансмісійної оливи спостерігається на інтервалі 48...60 тис. км., а початок її спрацювання – на інтервалі 24...36 тис. км пробігу ТМ.

Результати досліджування зміни технічного стану підшипників КПП та ГП ТМ, наведені в таблиці 5.

Таблиця 5 - Зміна значень показників надійності підшипників КПП і ГП з пробігом ТМ

Пробіг, тис.км	Кількість відмов	Кількість відмов на початку пробігу	Інтенсивність відмов, 1/км
1	2	3	4
0...12	0	0	0
12...24	1	0	$4,762 \times 10^{-6}$

1	2	3	4
24...36	4	1	$2,041 \times 10^{-5}$
36...48	2	5	$1,429 \times 10^{-5}$
48...60	3	7	$2,679 \times 10^{-5}$
Середнє значення	-	-	$1,325 \times 10^{-5}$

Отримані експериментальні дані свідчать, що максимальне значення інтенсивності відмов для підшипників КПП і ГП ТМ спостерігається на інтервалі 28...42 тис. км., а початок зношування деталей – 14...28 тис. км пробігу ТМ. Значення середньої ймовірності станів КПП і ГП ТМ розраховуються за стандартними методиками [5].

Результати експериментальних досліджень показали, що надійність КПП та ГП є нерівноважною за конструктивними характеристиками, а тому виявлення інформативно значущих діагностичних параметрів КПП і ГП є необхідним [6]. Для вирішення завдання її вирівнювання на певному рівні використовують інформативність діагностичних параметрів технічного стану трансмісії ТМ (табл. 6).

Таблиця 6 - Значення інформативності діагностичних параметрів станів КПП і ГП ТМ

Діагностичний параметр	Інформативна значимість, біт
D_1 - лужне число	0,255
D_2 - колір робочої оливи	0,078
D_3 - вміст механічних домішок	0,4
D_4 - термоокислювальна стабільність оливи	-0,104
D_5 - склад нерозчинного осаду	0,074
D_6 - діелектрична проникність	0,6

Оцінкою значень інформативності встановлено, що за критерієм статистичної інформативності найбільш інформативними діагностичними параметрами КПП і ГП є: діелектрична проникність, вміст механічних домішок, лужне число оливи. Таким чином, для подальшого дослідження технічного стану трансмісії ТМ слід сформулювати діагностичну базу даних, ґрунтуючись на відібраних діагностичних параметрах, обробити її статистичними методами та провести аналіз показників надійності.

Літературні джерела

1. Аулін В.В., Гриньків А.В., Лисенко С.В. Інформаційні аспекти діагностування агрегатів транспортних засобів. *Інтегровані інтелектуальні робото-технічні комплекси (ІІРК2015)*. Восьма міжнар. наук.-практ. конф. 18-19 травня 2015 р., Київ. Зб. тез. К.: НАУ. 2015. С. 58-61.
2. Аулін В.В., Гриньків А.В. Визначення найбільш інформативніших діагностичних параметрів за чутливістю функції стану агрегатів транспортних засобів. Зб. тез доповідей X Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих науковців "Підвищення надійності машин і обладнання" 20-22 квітня 2016р.. Кіровоград: КНТУ. 2016. С.53-55.
3. Аулін В.В., Гриньків А.В. Технічний стан системи, агрегатів транспортних засобів у сільськогосподарському виробництві, як міра інформації. Зб. тез II Всеукр. наук.-практ. конф. "Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь" 7-8 квітня 2016 р. Житомир:ЖАТК, 2016. С.129-131.

4. Аулин В.В., Гринькив А.В. Использование теоретико-информационного подхода для анализатехнического состояния топливной системы автомобиля “MOTROL”
journal according of the Commission of Motorization and Energetic in Agriculture, CULS. 2016. Vol.18, №2. P.63-69.
5. Пугачев В. С. Теория вероятностей и математическая статистика М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. 496 с.
6. Аулін В.В., Гриньків А.В. Проблеми і задачі ефективності системи технічної експлуатації мобільної сільськогосподарської і автотракторної техніки. Вісник ЖДТУ. Секція: Технічні науки. 2016. №2(77). С.36-41.

142. В.В. Аулін, д.т.н., професор, А.О. Панков, Д.В. Голуб, Центральноукраїнський національний технічний університет м. Кропивницький

РОЗРОБКА МЕХАТРОННОГО ПРОГРАМНО-АПАРАТНОГО КОМПЛЕКСУ РЕГУЛЮВАННЯ НОРМИ ВИСІВУ

Розвиток інтелектуальних мехатронних модулів обумовлений появою недорогих мікропроцесорів і контролерів на їх базі і спрямований на інтелектуалізацію процесів, і в першу чергу – процесів управління функціональними перетвореннями і роботою машин та агрегатів. В даний час існує багато платформ для управління фізичними процесами стосовно мехатронних модулів. Однак реалізацію апаратної платформи необхідно здійснювати на базі перспективних структурних рішень, що відкриті для розвитку і мають ієрархічну структуру [1].

Arduino – це інструмент для розробки пристроїв, що взаємодіють з навколишнім фізичним середовищем. Це відкрита програмована апаратна платформа для роботи з різними фізичними об'єктами і являє собою плату з мікроконтролером і спеціальним середовищем розробки (IDE) з відкритим програмним кодом для написання програмного забезпечення мікроконтролера. В платформу вбудовані елементи для програмування та інтеграції з іншими схемами.

Тому платформа Arduino стає основним елементом для досліджень і рішення задач в областях мехатроніки [2]. Arduino спрощує процес роботи з мікроконтролерами, забезпечуючи ряд наступних переваг перед іншими пристроями:

- низька вартість. В порівнянні зі схожими апаратними платформами, плати Arduino мають відносно низьку вартість. Провідні виробники промислової електроніки, такі як Siemens, ABB, OMRON випускають подібні пристрої, проте вартість їх висока;

- кросплатформеність. Програмне забезпечення Arduino працює в операційних системах Windows, Mac OS, Linux і Android, в той час як більшість інших систем орієнтовані на роботу тільки в Windows[3];

- зручне середовище програмування, яке інтуїтивно зрозуміле і просте, але при цьому досить гнучке;

- програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом. Програмне забезпечення Arduino має відкритий вихідний код, завдяки чому користувачі можуть змінювати та доповнювати його. Можливості мови Arduino також можна розширювати за допомогою бібліотек мови C++;

- розширювана відкрита архітектура. Пристрої Arduino побудовані на базі мікроконтролерів Atmel ATmega8 і ATmega168. Завдяки тому, що всі схеми модулів Arduino опубліковані під ліцензією Creative Commons, розробники можуть створювати свої версії пристроїв на основі існуючих;

- можливість автономної роботи розширює сферу застосування пристроїв, а наявність версій для роботи з популярною мобільною операційною системою Android дозволяє використовувати модулі з Arduino для автоматизації робочих процесів мобільних машин, у тому числі і в сільському господарстві;

- велика кількість додаткових модулів, як від розробника, так і від сторонніх виробників, що дає можливість автоматизації і контролю різних фізичних процесів, функцій і систем.

Тому на основі апаратної платформи Arduino розроблено автоматизовану систему регулювання норми висіву (ПАК РНВ) з мехатронним модулем [4, 5] для висівних пристроїв з елементами пневмоніки, принципову схему якої представлено на рис.1.