

ХАРАКТЕРНІ ВИДИ ВТРАТИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ТРАНСМІСІЇ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Клименко М.П., доц., к.т.н., Карабін В.В., доц., к.т.н.,
Савченко В.Б., доц., к.т.н., Гаврик В.В., Карпович В.В.,
магістранти.

*Харківський національний технічний університет сільського
господарства імені Петра Василенка*

Виконано аналіз статистичної інформації по ресурсним відмовам трансмісії транспортних засобів. Наведено спосіб для оцінювання надійності складної системи, за наявності інформації про рівень надійності вибірки її елементів.

Одним з основних напрямків у розвитку агропромислового комплексу вважається підвищення продуктивності праці, технічного рівня виробів, поліпшення якості і надійності машин. Основою зростання продуктивності праці є технічний прогрес, що полягає в швидкій розробці і впровадженні нової техніки, раціональному її використанні. Тому подовження періоду безвідмовної роботи і підвищення довговічності машин та окремих механізмів є найважливішим народногосподарським завданням [1].

Аналіз публікацій. Основоположні експериментальні і теоретичні роботи по підвищенню довговічності транспортної і сільськогосподарської техніки виконали Анілович В.Я., Гринченко О.С., Кухтов В.Г., Погорілий Л.В., Сковородін В.Я. та інші.

Вітчизняний і зарубіжний досвід свідчить про два головні напрями підвищення надійності машин: збільшення ресурсу елементів, що закладається в конструкцію і технологію та зниження кількості виробничих дефектів. Для цього необхідно мати повну картину і достовірну інформацію про рівень надійності машини, щоб своєчасно зробити заходи по забезпеченню довговічності.

Мета і постановка завдання. На підставі статистичної інформації про відмови в експлуатації виявити вузли, що володіють недостатньою довговічністю, після чого розробити рекомендації, направлені на забезпечення надійності транспортних засобів.

Для аналізу характеру відмов була зібрана інформація про працездатність вузлів трансмісії в експлуатації. Процеси відновлення, ремонту і заміни елементів трансмісії є трудомісткими і дорогими. Їх раптова поява

може привести до аварійної ситуації машини в цілому. Слід зазначити, що деякі відмови елементів є прогнозованими і виявляються в процесі діагностування, що дозволяє їх уникнути шляхом попереджуючої заміни при планових обслуговуваннях і ремонтах.

Напрацювання до відмови носять випадковий характер, і для оцінки надійності вузлів і деталей використовують статистичні методи обробки даних.

Наробіток об'єктів до відмови зазвичай описується універсальним двохпараметричним законом Вейбулла-Гнеденко [1], для якого щільність розподілу визначається виразом

$$f(T) = \frac{b}{a} \cdot \left(\frac{T}{a}\right)^{b-1} \exp\left[-\left(\frac{T}{a}\right)^b\right], \quad (1)$$

а функція розподілу має вигляд

$$F(T) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{T}{a}\right)^b\right], \quad (2)$$

де a і b - параметри закону, визначаються аналітично або графічно за допомогою ймовірнісного паперу.

Параметри a і b пов'язані [1] з середнім напрацюванням T , середнім квадратичним відхиленням σ і коефіцієнтом варіації ν відомими залежностями

$$T = a \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{b}\right), \quad \sigma = a \sqrt{\Gamma\left(1 + \frac{2}{b}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{b}\right)}, \quad \nu = \frac{\sigma}{T},$$

де $\Gamma(x)$ - гамма-функція, визначувана по таблицях [2].

Оцінка надійності машини було виконано за допомогою розподілу ймовірності безвідмовної роботи її елементів (табл.1), яке задається законом Вейбула.

Враховуючи невеликий об'єм вибірки даних ($n = 10$), при визначенні параметрів емпіричної функції розподілу рекомендується [1] використовувати оцінку імовірності, правдоподібну в середньому:

$$F_i = \frac{i+1}{n+2}, \quad (3)$$

де i - порядковий номер величини імовірності безвідмовної роботи елементу машини у варіаційному ряду (послідовності, впорядкованій в порядку зростання імовірності); n - об'єм вибірки даних.

Таблиця 1. Імовірність безвідмовної роботи вузлів транспортних засобів

№ п/п	Найменування вузлів	$R_{(6000)}$	$R_{(4000)}$	$R_{(2000)}$	Середній наробі- ток до відмови вузлів \bar{T} , мото-годин
1	Несуча система	0,69	0,88	0,98	7680
2	Механізм керування гальмами	0,67	0,81	0,94	6230
3	Зчеплення	0,1	0,22	0,47	2060
4	Коробка зміни передач	0,11	0,24	0,49	2280
5	Передній міст	0,16	0,25	0,71	2700
6	Рульовий механізм	0,71	0,839	0,983	7960
7	Кабіна	0,67	0,875	0,98	7510
8	Карданна передача	0,64	0,863	0,977	7230
9	ВВП	0,65	0,864	0,978	7260
10	Задній міст	0,18	0,27	0,72	2800

Значення F_i наносяться на імовірнісний папір закону Вейбула і по графіку визначаються параметри a_c і b_c .

Для нормування функції скористаємося коефіцієнтом:

$$F_1 = 1 - \exp \left[- \left(\frac{1}{a_c} \right)^{b_c} \right], \quad (4)$$

тоді нормована функція розподілу R матиме вигляд:

$$F^*(R) = \frac{F(R)}{F_1}. \quad (5)$$

По набутих значень нормованої функції для кожного заданого напрацювання будуємо графіки функції розподілу імовірності безвідмовної роботи елементів транспортного засобу (рис. 1).

Надійність трансмісії транспортних засобів залежить від напрацювання до відмови окремих деталей, складових вузлів машини. Чим менше деталей з малими ресурсами (деталі, що лімітують ресурс), тим більше сумарний ресурс вузла, в який входять дані елементи. Тому, першочергове завдання полягає у підвищенні довговічності деталей, що лімітують ресурс вузлів.

Найбільш часто у карданної передачі зустрічаються наступні відмови: знос голчастих підшипників і хрестовин карданних шарнірів, підшипників проміжних опор, шлицьових з'єднань, сальників і торцевих ущільнень підшипників, ослаблення кріплень фланців вилок і ведучої шестерні заднього моста, кронштейнів проміжних опор, кришок підшипників, погнутість або порушення балансування валів.

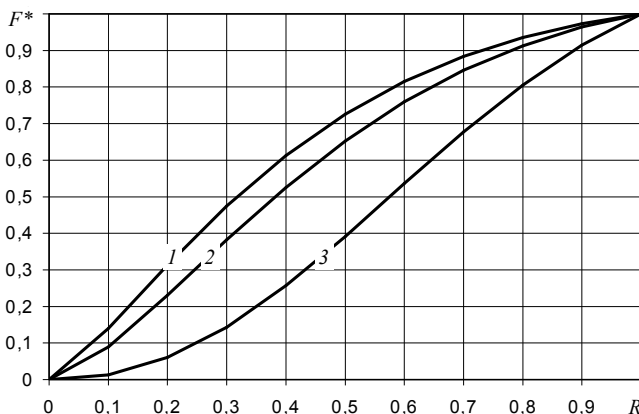


Рис. 1. Нормована функція розподілу імовірності безвідмовної роботи елементів машини:

1 - 6000 годин, 2 - 4000 годин, 3 - 2000 годин

Ведуча шестерня головної передачі вибраковується по одній з наступних причин: пітінг зубів; знос шийок під підшипники; знос шліців. Значну кількість шестерень втрачає працездатність із-за пітінга зубів. Одна з причин пітінга - порушення регулювання головної пари (зсув точки контакту). Підвищений знос шліців викликаний биттям деталей карданної передачі приводу заднього моста і відсутністю зміцнюючої термообробки шліцевих пазів фланців, зв'язаних з ведучими шестернями.

Ведена шестірня вибраковується по двох причинах: пітінг зубів і відсутність парної деталі (у разі вибраковування ведучої шестерні).

Зубчасті колеса коробки передач можуть вийти з ладу у результаті пошкодження різних конструктивних елементів колеса [3]. Найбільшу частку (2,7%) у групі вибракуваних зубчастих коліс складають колеса, вибракувані через пітінг, який виникає внаслідок похибок виготовлення (непаральності зубів, биття торців зубчастих коліс). При цьому відбувається зменшення плями контакту, зростають напруги.

Через пітінг було вибраковано 1/3 загальної кількості цих коліс. Значна частка втомного викришування зубів відчутно зростає у коліс з напрацюванням більше 6.0 тис.год. Далі за часткою вибракування знаходиться знос і руйнування металокерамічних втулок (1,54%), що виконують функції підшипників ковзання. Однією з основних причин руйнування втулки є робота на забрудненому маслі, що призводить до її заклинювання на сталевій опорною втулці, або обертанню у шестерні.

Третє місце (1,12%) займає знос по товщині евольвентних шліців ведених коліс коробки передач, пов'язаних з металокерамічними дисками гідропідтискових муфт. Виникнення відмов пояснюється ударними наванта-

женнями при включенні гідропідтискних муфт і високими питомими тисками у цих сполученнях.

Майже стільки ж (1,07%) вибраковано коліс транспортного і робочого рядів через зношування евольвентних шліців по торцях і товщині (зношуються при включенні зубчастої муфти). Відколи зубів (0,2%) відбуваються в результаті зносу і руйнування втулок, тобто є вторинним (залежним) відмовою. Це пояснюється ненадійною роботою гальмівників муфти зчеплення, який втрачає працездатність через зношування накладок [3].

Барабан фрикціону вибраковується через зношування поверхонь під ущільнювальні кільця і паів під шипи відомих дисків. Диски втрачають працездатність через зношування шліців, викривлення.

Підвищення ресурсів деталей можливе за рахунок поліпшення фільтрації масла в гідросистемі КЗП. Необхідний рівень довговічності зубчастих коліс, валів, цапфи та з'єднань можна забезпечити за рахунок поліпшення точності виготовлення та використання сучасних прогресивних матеріалів.

Висновки. Середні напрацювання найбільш відповідальних вузлів і елементів недостатні. Тому необхідно проводити роботи по підвищенню їх довговічності. У зв'язку з цим виникає потреба в моделюванні довговічності виробу по різних технологічних і конструктивних параметрах, який дозволить виконати прогноз довговічності елементів на стадії проектування.

Список використаних джерел

1. Анілович В.Я., Гринченко О.С. Міцність та надійність машин. Київ. "Урожай" 1996. – 288с.
2. Анилович В.Я., Гринченко А.С. Прогнозирование надёжности тракторов. М.: "Машиностроение" 1986. - 224с.
3. Кухтов В.Г. Долговечность деталей шасси колесных тракторов. – Харьков: ХНАДУ, 2004. – 292 с.

Аннотация

ХАРАКТЕРНЫЕ ВИДЫ ПОТЕРИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТРАНСМИССИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

**Клименко Н.П., Карабин В.В., Савченко В.Б., Гаврик
В.В., Карпович В.В.**

Выполнен анализ статистической информации по ресурсным отказам трансмиссии транспортных средств. Предлагается способ для оценивания и прогнозирования надёжности сложной системы, при

наличии информации об уровне надёжности выборки её элементов.

Abstract

TYPES OF LOSS OF TRANSMISSION TO VEHICLES THAT SPECIFIC

**N.Klymenko, V.Karabin, V.Savchenko, V.Gavryk,
V.Karpovych**

The analysis of the statistical information on the resource failures transmission vehicles. A method for the evaluation and prognostication reliability of the difficult system is offered, if there is information about the level of reliability its her elements.