

АНАЛІЗ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ГІБРИДНОЇ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ АВТОМОБІЛЯ TOYOTA PRIUS

Найдьон І.Ю., ст. гр. А-52-20,

pupkinvasil200@gmail.com

Науковий консультант: Горбiк Ю.В., к.т.н., доцент,

Оцінка несправностей гібридної силової установки (ГСУ) автомобіля Toyota Prius вимагає проведення об'єктивного дослідження. Один з достовірних методів випробування машин на надійність являється випробування в реальних умовах експлуатації. Найбільш відповідним місцем для повноти і достовірності отримуваної інформації є підприємства, що спеціалізуються на ремонті автомобілів з ГСУ. Для отримання об'єктивних даних про несправності ГСУ відібрані автомобілі, обслуговування яких виконувалося відповідно до технічного бюлетеня [1,2]. При проведенні аналізу використана база даних з відремонтованих і обслуговуваних автомобілях марки Toyota Prius. Підприємство HYBRIDS має власну виробничу базу з необхідним технологічним устаткуванням, кваліфікованим навченим персоналом, що дозволяє виконувати усі види технічних дій відповідно до вимог заводу виробника.

Гарантійний термін експлуатації елементів ГСУ [3] для автомобілів з кузовом NHW - 11 складає 7 років, з кузовом NHW - 20 складає 8 років, або 160 тис. км. Гарантія на ДВС: 5 років або 100 тис. км. З урахуванням цього термін служби автомобіля приймається рівним максимальній гарантії на його елементи, тобто 7 років для моделі з кузов NHW - 11 і 8 рік для модель з кузов NHW - 20. оскільки модель з кузов NHW - 11 закінчив продає в 2004 рік, термін служби останній з вони закінчився в 2011 рік. З урахуванням цього у вибірці беруть участь усі автомобілі марки Prius, термін служби яких закінчився пізніше 2010 року. Розподіл відмов і несправностей силового агрегату приведений в табл. 1.

Відповідно до прийнятої методики документом-носієм інформації є замовлення-наряд на виконання робіт з інформацією про номер кузова, силового агрегату, пробіг автомобіля, інформацією про власника, види заявлених і виконаних робіт, використаними запчастинами, а також датою заїзду і виїзду автомобіля. Аналіз результатів експлуатаційних випробувань на надійність моделі Prius містить відомість відмов і несправностей, оцінки кількісних показників надійності, перелік деталей, вузлів, систем, лімітуючих надійність, виведення по найбільш проблемних елементах ГСУ.

Таблиця 1 - Розподіл відмов силового агрегату

Найменування агрегату і системи	Відмови по інтервалах напрацювання, тис. км.							Усього, %
	0-25	25-50	50-75	75-100	100-125	125-150	150-175	
Двигун	0	0	6	14,5	16,5	16	18	71,0
система запалення	0	0	6	13	12	10	10	
система управління двигуном, датчики	0	0	0	0	1	1,5	2,0	
система живлення	0	0	0	1,5	3	4,5	6	
Облаштування розподілу потужності (PSD)	0	0,5	0,5	2	4,5	5,5	8	21,0
система охолодження	0	0	0	1	2,5	3	4	
зубчасті механізми трансмісії	0	0	0	0	0,5	0,5	1,5	
система мастила трансмісії	0	0,5	0,5	1	1,5	2	2,5	
Електроніка	0	0	0	0	0,5	2	3	5,5
несправність силових ключів інвертора	0	0	0	0	0,5	1	1,5	
несправність обмотки статора МГ2	0	0	0	0	0	1	1,5	
Високовольтна батарея (ВВБ)	0	0	0	0	0	0,5	2	2,5
неприпустимий розряд батареї	0	0	0	0	0	0	0,5	
закипання, вихід з ладу елементів батареї	0	0	0	0	0	0	0,5	
втрата місткості батареї	0	0	0	0	0	0	0,5	
інше	0	0	0	0	0	0,5	0,5	
Усього	0	0,5	3,5	8,5	20	29	38,5	100

Для виявлення джерел походження відмов виконаний аналіз причини і механізми виникнення і прояву відмов, а також їх вплив на надійність і працездатність автомобіля в цілому. Усі несправності для зручності їх розпізнавання класифіковані по групах табл. 2.

Таблиця 2 - Класифікація відмов за видами

Признак 1	Вид 2
1. Вплив на працездатність ГСУ	1.1. Відмова елемента викликає відмову автомобіля
	1.2. Відмова елемента не викликає відмову автомобіля
2. Джерело виникнення відмови ГСУ	2.1. Конструктивні (недоліки конструкції)
	2.2. Виробничі (недосконалість або порушення технології виготовлення)
	2.3. Експлуатаційні (порушення правил перевезення і технічної експлуатації, кваліфікація персоналу)

Продовження таблиці 2

1	2
3. Зв'язок з відмовами інших елементів ГСУ	3.1. Залежні - відмова одного елементу викликана відмовою або несправністю іншого елементу
	3.2. Незалежні - відмова викликана зміною технічного стану або зовнішніми чинниками.
4. Характер зміни параметра технічного стану	4.1. Поступові
	4.2. Раптові
5. Тривалість усунення	5.1. Усувається в міжзмінний час
	5.2. Усувається при цілоденних простоях

Виходячи з прийнятої класифікації усі несправності, що виникають з ГСУ автомобіля моделі Toyota Prius можна розшифрувати і аналізувати табл. 3.

Таблиця 3 - Розшифровка відмов за ознаками і видами

Найменування агрегату і системи	Ознака				
	1	2	3	4	5
Двигун					
система запалення	1.1*	2.1	3.2	4.1	5.2
система управління двигуном, датчики	1.1*	2.2	3.2	4.1	5.2
система живлення	1.1*	2.1	3.2	4.1	5.1
Облаштування розподілу потужності (PSD)					
система охолодження трансмісії	1.1*	2.1	3.2	4.2	5.2
зубчасті механізми трансмісії	1.2	2.3	3.2	4.1	5.1
система мастила трансмісії	1.2	2.2	3.2	4.1	5.2
Електроніка					
несправність силових ключів інвертора	1.1*	2.1	3.1	4.2	5.2
несправність обмотки статора МГ2	1.1*	2.1	3.1	4.2	5.2
Високовольтна батарея (ВВБ)					
неприпустимий розряд батареї	1.2	2.3	3.1	4.1	5.1
закипання, вихід з ладу елементів батареї	1.2	2.3	3.1	4.1	5.1
втрата місткості батареї	1.2	2.3	3.1	4.1	5.1

*Несправності, виникнення яких викликає відмову автомобіля.

Згідно наявної інформації по розподілу відмов і несправностей ГСУ найбільше їх число (71%) безпосередньо пов'язане з двигуном внутрішнього згорання. Проблему викликає діагностування несправності саме цього вузла. Це пояснюється тим, що перевірити роботу ДВС в даному випадку скрутно, його запуск і управління здійснює ЕБУ і тільки в режимі споживання потужності.

Також існує зв'язок між відмовами двигуна і електронних компонентів системи. Відмови ВВБ у встановлений період експлуатації, викликані нормальним її зносом, складають 2,5% від загального числа несправностей. При аналізі причин походження встановлено наступне: причиною виникнення відмов є експлуатація автомобіля з несправним ДВС, що призводить до неприпустимого розряду ВВБ і руйнуванню її елементів.

На надійність елементів ГСУ роблять вплив кліматичні умови експлуатації. Відповідно до сервісного бюлетеня заміна свічок запалення регламентується через кожні 100 тис. км пробігу, але виходячи з проведеного аналізу несправностей термін їх служби в кліматичних умовах України (помірно-холодна кліматична зона) знижується до 50-75 тис.км.

Висновки. Таким чином, в результаті аналізу встановлене наступне:

Перше - стандартні методи діагностування силового агрегату на нерухомому автомобілі не можуть бути застосовані в повному об'ємі.

Друге - взаємовплив несправності одних елементів ГСУ на працездатність інших, що є причиною однієї з найпоширеніших помилок при постановці діагнозу.

Третє - вплив клімату і умов експлуатації. Експлуатація показала необхідність корекції періодичності між сервісних пробігів.

Література

1. Раков В.А. Експлуатація і обслуговування автомобілів з гібридними силовими установками: монографія / - Вологда: ВоГУ, 2014. - 143 с. 2. Капустін А.А., Раков В.А. Гібридні автомобілі: навчальний посібник - Вологда : ВоГУ, 2016. - 96 с. 3. Toyota Prius. Моделі 2003-2009 року випуску. Пристрій, технічне обслуговування і ремонт. –Москва: Легіон-Автодата, 2009. -568 с.