

- Зручності водіння: Синхронізатори дозволяють плавно та безперервно перемикає передачі без надмірного зусилля або шуму.
- Покращення показників пального споживання: Правильне використання синхронізаторів допомагає зменшити знос і обертовий момент на коробці передач, що може позитивно позначитися на показниках пального споживання.
- Вплив на безпеку: Спритність в переключенні передач може бути важливою в екстрених ситуаціях на дорозі, коли потрібно швидко реагувати на зміну умов руху.
- Розвиток технологій: Спеціалісти по автомобільній трансмісії постійно працюють над вдосконаленням синхронізаторів, використовуючи нові матеріали та технології.

В майбутньому синхронізатори можуть стати ще більш автоматизованими, здатними виявляти несправності та виконувати діагностику без залучення людини. Розвиток синхронізаторів може спрямовуватися на створення більш міцних та надійних рішень, здатних витримувати великі навантаження та швидкості. Легких та компактних, що допоможе зменшити вагу автомобілів та поліпшити їхню паливну ефективність.

### **Література**

1. Герасименко В.В. Моделювання зубчастих коліс та валів, навчальний посібник / Герасименко В.В., Д.Ю. Бородін, І.М. Бєлих. – Харків. НТУ “ХПІ”, 2019. – 164с.
2. Калязін Ю. В., Титаренко В. М. Машинознавство. Частина III. Робочі машини: навчальний посібник. Полтава: ПП «Астрая», 2023. 168с.
3. Кисляков В.Ф., Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів: підручник. Київ: Либідь 2018. 400 с.
4. Кубіч В.І. Складові частини колісних та гусеничних тракторів : навч.посіб.. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. 324 с.

*Науковий консультант: професор кафедри автомобілів ім. А.Б. Гредескула, д.т.н. Шуклінов С.М.*

Анікін Д.А., ст. гр. А-42-20, [dfold444@gmail.com](mailto:dfold444@gmail.com)

### **АНАЛІЗ ВІДМОВ ГІБРИДНОЇ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ АВТОМОБІЛЯ**

Оцінка несправностей ГСУ автомобіля Prius вимагає проведення об'єктивного дослідження. Існують рекомендаційні документи [2] і ГОСТ 27.310-95 «Надійність в техніці» [3], в якому описуються методики проведення випробувань на надійність. Один з достовірних методів випробування машин на надійність є випробування в реальних умовах експлуатації. Найбільш підходящим місцем для повноти та достовірності одержуваної інформації є підприємства, що спеціалізуються на ремонті автомобілів з ГСУ, найбільшим з них є автоцентр у Харкові, Тойота Автоарт. Для отримання об'єктивних даних

про несправності ГСУ відібрані автомобілі, обслуговування яких виконувалося відповідно до технічних бюлетенів. При проведенні аналізу використана база даних по ремонтаних і обслуговуваних автомобілів марки Prius. Підприємство Тойота Автоарт має власну виробничу базу з необхідним технологічним обладнанням, кваліфікованим навченим персоналом, що дозволяє виконувати всі види технічних впливів відповідно до вимог заводу-виробника.

Гарантійний термін експлуатації елементів ГСУ для автомобілів з кузовом NHW-11 становить 5 років, з кузовом NHW-20 становить 5 років, або 100 тис. км. Гарантія на ДВЗ: 5 років або 100 тис. км. З урахуванням цього термін служби автомобіля приймається рівним максимальній гарантії на його елементи, тобто 5. Так як моделі з кузовом NHW-11 закінчили продавати в 2004 р., термін служби останніх з них закінчився в 2009 р. Розподіл відмов і несправностей силового агрегату.

Відповідно до прийнятої методики документом-носієм інформації є замовлення-наряд на виконання робіт з інформацією про номер кузова, силового агрегату, пробігу автомобіля, інформацією про власника, видах 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, що лімітують надійність, висновки по найбільш проблемним елементам ГСУ, таблиця 1.

Таблиця 1 – Розподіл відмов силового агрегату

	Найменування агрегату і системи	Відмови по інтервалам напрацювання, тис. км							Всього, %
		від 0 до 25	від 25 до 50	від 50 до 75	від 75 до 100	від 100 до 125	від 125 до 150	від 150 до 175	
1	Двигун:	0	0	6	14,5	16,5	16	18	71
	- система запалювання	0	0	6	13	12	10	10	-
	- система керування двигуном, датчики	0	0	0	0	1	2	2	-
	- система живлення	0	0	0	1,5	3	4,5	6	-
2	Пристрій розподілу потужності (PSD):	0	0,5	0,5	2	4,5	5,5	8	21
	- система охолодження	0	0	0	1	2,5	3	4	-
	- зубчасті механізми	0	0	0	0	0,5	0,5	1,5	-
	- система змазки	0	0,5	0,5	1	1,5	1	2,5	-

	трансмисії								
3	Електроніка:	0	0	0	0	0,5	2	3	5,5
	- несправність силових ключів інвертора	0	0	0	0	1	1	1,5	-
	- несправність обмотки статора MG2	0	0	0	0	0	1	1,5	-
4	Високовольтна батарея:	0	0	0	0	0	0,5	2	2,5
	- недопустимий розряд АКБ	0	0	0	0	0	0	0,5	-
	- закипання, вихід зі строю елементів АКБ	0	0	0	0	0	0	0,5	-
	- втрата ємності АКБ	0	0	0	0		0	0,5	-
	- несправність інших частин АКБ	0	0	0	0	0	0,5	0,5	-
	Всього	0	0,5	3,5	8,5	20	29	38,5	100

Рекомендована виробником періодичність обслуговування становить 15 тис. км.

Для виявлення джерел походження відмов виконано аналіз причини і механізмів виникнення, прояви відмов, а також їх вплив на надійність і працездатність автомобіля в цілому. Всі несправності для зручності їх розпізнавання класифіковані за групами в таблиці 2.

Виходячи з прийнятої класифікації всі несправності, що виникають з ГСУ автомобіля моделі Toyota Prius можна розшифрувати і аналізувати в таблиці 3.

Таблиця 2 – Класифікація відмов за видами

Ознака	Вид
1 Вплив на працездатність ГСУ	1.1 Відмова елемента викликає відмова автомобіля 1.2 Відмова елемента не викликає відмова 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)
3 Зв'язок з відмовами інших елементів ГСУ	3.1 Залежні - відмова одного елемента викликаний відмовою або несправністю іншого елемента. 3.2 Незалежні - відмова викликана зміною технічного стану або зовнішніми факторами.
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

Таблиця 3 – Пояснення відмов за ознаками та видами

Найменування агрегату і системи	Ознака				
	1	2	3	4	5
<b>1. Двигун</b>					
- система запалювання	1.1*	2.1	3.2	4.1	5.2
- система керування двигуном, датчики	1.1*	2.2	3.2	4.1	5.2
- система живлення	1.1*	2.1	3.2	4.1	5.1
<b>2. Пристрій розподілу потужності (PSD)</b>					
- система охолодження	1.1*	2.1	3.2	4.2	5.2
- зубчасті механізми	1.2	2.3	3.2	4.1	5.1
- система змазки трансмісії	1.2	2.2	3.2	4.1	5.2
<b>3. Електроніка</b>					
- несправність силових ключів інвертора	1.1*	2.1	3.1	4.2	5.2
- несправність обмотки статора MG2	1.1*	2.1	3.1	4.2	5.2
<b>4. Високовольтна батарея</b>					
- недопустимий розряд АКБ	1.2	2.3	3.1	4.1	5.1
- закипання, вихід зі строю елементів АКБ	1.2	2.3	3.1	4.1	5.1
- втрата ємності АКБ	1.2	2.3	3.1	4.1	5.1

Примітка – \* Несправності, виникнення яких викликає відмову автомобіля.

Згідно з наявною інформацією щодо розподілу відмов і несправностей ГСУ найбільше їх число (71 %) безпосередньо пов'язане з двигуном внутрішнього згоряння на рисунку1. Проблему викликає діагностування несправності саме цього вузла. Це пояснюється тим, що перевірити роботу двигуна внутрішнього згоряння в даному випадку важко, його запуск і управління здійснює ЕБУ і тільки в режимі споживання потужності.

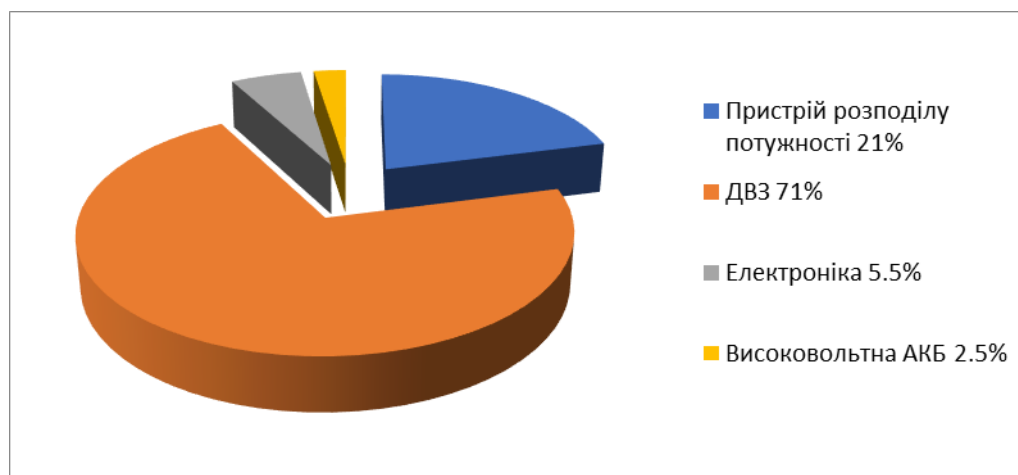


Рисунок 1 – Діаграма розподілу відмов по елементах ГСУ

Також існує зв'язок між відмовами двигуна і електронними компонентами системи. Відмови високовольтної АКБ в установленій 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 ДВЗ, що призводить до неприпустимого розряду високовольтної АКБ і руйнування її елементів.

На надійність елементів ГСУ впливають кліматичні умови експлуатації. Відповідно до сервісним бюлетенем заміна свічок запалювання регламентується через кожні 100 тис. км пробігу, але виходячи з проведеного аналізу несправностей термін їх служби в кліматичних умовах України (помірно-континентальна зона) знижується до 65 тис.км.

Таким чином, в результаті аналізу встановлено наступне:

- стандартні методи діагностування силового агрегату на нерухомому автомобілі не можуть бути застосовані в повному обсязі;
- взаємовплив несправності одних елементів ГСУ на працездатності здатність інших, що є причиною однієї з найпоширеніших помилок при постановці діагнозу;
- вплив клімату і умов експлуатації. Експлуатація показала необхідність корекції періодичності між сервісний пробіг.

#### Література

1. Бажинова Т.О. Експлуатаційні властивості гібридних автомобілів: монографія/ Т.О. Бажинова, А.О. Борисенко. – Х.: ФОП Бровін О.В., 2016. – 104с.
2. Гібридні автомобілі/ О.В. Бажинов, О.П. Смирнов, С.А. Серіков, В.Я.Двадненко.- Х.: ХНАДУ, 2008. – 327с.
3. Бажинов О.В. Діагностика силової установки гібридного автомобіля / Бажинов О.В., Бажинова Т.О., Заверуха Р.Р. – Харків: ХНАДУ, 2021. – 116с.

*Науковий консультант Бажинов О.В., д.т.н., проф.*

Антонов О. М. ст.гр. А-42-20, mega-uzer@ukr.net

## **ПОХИБКА ВІБРОСТЕНДУ ЗА МЕТОДОМ EuSAMA**

Для контролю параметрів підвіски легкових автомобілів у великих СТО незалежних ремонтників та офіційних дилерів широко використовуються стаціонарні майданчикові стенди – шок-тестери [1]. В стенді за стандартом EuSAMA (European association of shock absorber manufacturer – Європейський союз виробників амортизаторів) як тестовий використовується гармонійний сигнал [2].

Від стану підвіски значною мірою залежить безпека руху та комфортабельність автомобіля. [3]. Це накладає високі вимоги до точності стенду та достовірності