

## ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДІАГНОСТУВАННЯ ГОЛОВНОЇ ПЕРЕДАЧІ АВТОМОБІЛЯ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

Визначені причин відмов головних передач автомобілів та проаналізовані методи і засоби діагностування головної передачі. Для визначення технічного стану головної передачі запропоновано вібраційну діагностику.

**Ключові слова:** автомобіль, діагностування, головна передача, технологія, вібраційна діагностика, вібрація.

### Abstract

The reasons for the cars main gears failures are identified and the methods and means of diagnosing the main gear are analyzed. To determine the technical condition of the main gear vibration diagnostics is offered.

**Keywords:** car, diagnostics, main gear, technology, vibration diagnostics, vibration.

### Вступ

Значимо, що для забезпечення безпечної експлуатації діючого устаткування все з більшою гостротою постає питання його технічної діагностики з метою визначення залишкового ресурсу. В сою чергу, головна передача призначена для збільшення крутного моменту й передачі його на піввісі. Вона може бути одинарною, що складається з однієї пари конічних шестерень, або подвійною, що має крім пари конічних ще одну пару циліндричних шестерень. В основу оцінки параметрів технічного стану головних передач дотепер були покладені методи визначення зазорів у з'єднаннях деталей. Для їх оцінки повністю або частково проводять розбирання головної передачі. Ці методи трудомісткі [1-4], а вірогідність інформації, яка одержується за результатами оцінки якісних ознак, недостатня [5] для технічного обслуговування трансмісії за технічним станом, саме тому дана робота актуальна.

### Результати дослідження

Сформулюємо ознаки несправностей, визначимо види дефектів, способи їх усунення (табл. 1).

Таблиця 1 – Основні несправності й відмови головних передач

Ознаки	Види дефектів	Спосіб усунення несправностей
1	2	3
Постійний шум при роботі моста	Знос шліцьового з'єднання з напів-вісьовими шестернями. Неправильне регулювання, пошкодження або знос шестерень або підшипників редуктора. Недостатня кількість масла	Замінити зношені або пошкоджені шестерні. Визначити несправність і відремонтуйте редуктор. Відновити рівень мастила і перевірте, чи немає витоку через ущільнення.
Шум при розгоні автомобіля	Знос або неправильне регулювання підшипників диференціала Неправильно відрегульовано зачеплення зубців шестерень головної передачі при ремонті редуктора	Зніміть редуктор, відремонтуйте, при необхідності замініти деталі. Відрегулюйте зачеплення
Шум при розгоні і гальмуванні автомобіля двигуном	Знос або руйнування підшипників веденої шестерні. Неправильний бічний зазор між зубцями шестерень головної передачі	Замінити пошкоджені деталі. Перевірити шестерні і замініти пошкоджені, відновити нормальний бічний зазор між зубцями шестерень.

Продовження таблиці 1

1	2	3
Шум при русі на повороті	Туге обертання сателітів на пів-вісь. Задири на робочій поверхні осі сателітів. Заїдання шестерень піввісі в коробці диференціала. Неправильний зазор між зубцями шестерень диференціала	Замінити пошкоджені або зношені деталі. Невелику шорсткість зачистити тонкою наждачною шкуркою. Якщо дефект усунути не можна, замінити вісь сателітів. При незначних пошкодженнях шестерень і сполучених поверхонь в коробці диференціала зачистите їх наждачною шкуркою, пошкоджені деталі замінити новими. Відрегулюйте зазор
Стук на початку руху автомобіля	Збільшений зазор в шліцьовому з'єднанні валу веденої шестерні з фланцем. Збільшений зазор в зачепленні шестерень головної передачі. Знос отвору під вісь сателітів в коробці диференціала	Замініть фланець і шестерні головної передачі. Відрегулюйте зазор. Замінити коробку диференціала
Витік мастила	Знос або пошкодження сальника веденої шестерні	Замінити сальник

Відмітимо, що існуючі методи контролю технічного стану головних передач автомобілів недостатньо й трудомісткі. Вони не дозволяють з достатньою вірогідністю діагностувати такі небезпечні несправності головних передач, як величину дисбалансу, граничні значення зносу деталей [4-5] (рис. 1).

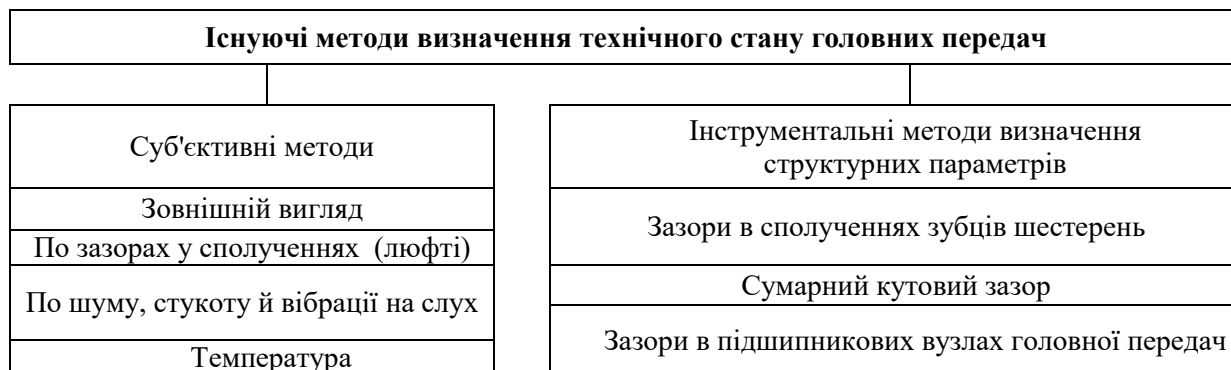


Рисунок 1. Існуючі методи контролю технічного стану головних передач

Для оцінки технічного стану головної передачі пропонується використати методи вібраційної діагностики, які дозволяють діагностувати допустимі граничні значення зазорів у деталях головної передачі й у його опорах, граничні значення дисбалансу [1-3].

Перевага методу вібродіагностування у високій селективності сигналів вібрації до дефектів, високій чутливості діагностичних вібраційних параметрів до зміни технічного стану механічних систем, у невеликій трудомісткості (рисунок 2). Основні характеристики вібраційних сигналів, які використовуються для оцінки технічного стану головної передачі автомобілів: пропорційна, або близька до пропорційної залежності зміни вібрації від навантаження й частоти обертання, зазору, значень кінематичних і геометричних погрешностей, порушення й швидке поширення сигналів вібрації. Ці властивості можна спостерігати із використанням сучасних віброаналізаторів, комп'ютерних і мікропроцесорних технологій в реальному часі й зіставляти реакцію всіх компонентів, структурних, функціональних і динамічних властивостей головної передачі на зміну технічного стану, складання й регулювання, підвищити точність діагнозу й знизити трудомісткість діагностування. Перевага методу вібродіагностування у високій селективності сигналів вібрації до дефектів, високій чутливості діагностичних параметрів до зміни технічного стану механічних систем, у невеликій трудомісткості

Вібраційні методи визначення структурних параметрів	
Зубчаті передачі	Підшипники
Великий зазор у зубозачепленні конічної передачі	Великий радіальний і осьовий зазор у підшипнику
Зубозачеплення циліндричної передачі	Зазор у сполученні «вал – підшипник», «підшипник – корпус»
Погрішність пересполучення зубців	Геометричні зміни доріжок кочення ( викришування, зношування )
Викришування й поломка зубців.	

Рисунок 2. Запропоновані вібраційні методи контролю діагностичних параметрів

Залежно від величини приросту значень вібрації встановлено такі якісні оцінки головної передачі: ДОБРЕ, ПРИДАТНО – ці класи передбачені для оцінки якості ремонту й характеризують зборку вузлів у повній відповідності технічним умовам. Мости, прийняті для монтажу після капітального (середнього) ремонту, повинні мати рівні вібрації, не перевищуючі границі зони "придатно".

ПРИПУСТИМО – експлуатація мостів з вібрацією вузлів, яка не перевищує границь зони, характеризується мінімальною ймовірністю виникнення дефектів у період міжремонтної експлуатації.

ВИМАГАЄ ВЖИВАННЯ ЗАХОДІВ - експлуатація мостів з вібрацією вузлів, що відповідає границям зони, можлива, але характеризується підвищеною ймовірністю виходу з ладу. Для мостів, експлуатованих з інтенсивністю вібрації, що відповідає даній оцінці у верхніх межах цієї зони, повинні бути передбачені заходи щодо усунення причин підвищеної вібрації.

НЕПРИПУСТИМО - експлуатацію мостів з вібрацією вузлів, що відповідає границям даної зони - забороняється. Дана зона інтенсивності вібрації характеризує передаварійний стан мостів, що виключає можливість їх подальшої експлуатації без проведення спеціальних ремонтних робіт.

Параметри вібрації можна в загальному випадку представити функціями збурення дефектів головної передачі:

$$P(t, R) = P(t + P_{BP}) + P_K(t + T_K) + P_{II}(t + T_{II}) + P_C(t + T_C) + P_{III}(t), \quad (1)$$

де  $P(t + P_{BP})$  – періодичне низькочастотне збурення,

$P_K(t + T_K)$  – результат впливу кінематичних погрішностей,

$P_{II}(t + T_{II})$  – імпульсні збурення,

$P_C(t + T_C)$  – випадкові збурення давнішими джерелами та режимами роботи,

$P_{III}(t)$  – шумове збурення, що виникає наслідок випадкового фактора взаємодії деталей.

Для опису моделі (рис. 3) джерела вібрації представимо багатовимірною динамічною системою.

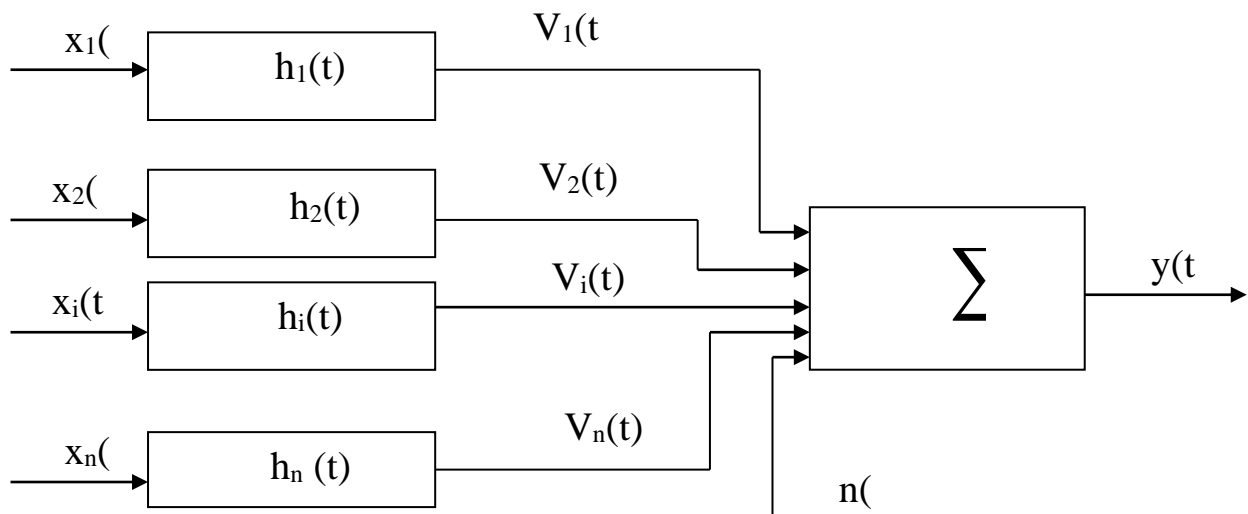


Рисунок 3. Структурна модель багатовимірної динамічної системи автомобіля

В даний час невеликим фірмам і компаніям в області розробки і виробництва портативних приладів для технічної діагностики (контролю вібрації) немає необхідності займатися розробкою власної спеціалізованої апаратної платформи. Досить взяти готове рішення - апаратну платформу, і сконцентрувати всю увагу на розробці програмного забезпечення під конкретні функціональні завдання і можливості приладу (рис. 4).



Зліва направо: DLI Watchman® DCA-31, DLI Engineering Corp. (Великобританія); Vibrotest 80, Brüel & Kjær Vibro GmbH (Німеччина); 1441 Dynamix 2500 Data Collectors і EK Enpac Ex Data Collector, Rockwell Automation, Inc. (США)

Рисунок 4. Пристрої для реєстрації вібрацій

Слід додати, що вібродіагностування головної передачі необхідно виконувати на стендах, спеціально розроблених і пристосованих для певних умов. Але якщо спеціалізований стенд є економічно не вигідним можна використати стенд із біговими барабанами.

#### Висновки

Отже запропоновано технічний стан головної передачі визначати порівнянням вимірних поточних рівнів вібрації в контрольній смузі частот з нормативними значеннями вібрації в даній смузі. Контрольовані частоти, на яких проявляються основні складені вібрації, викликані дефектами головної передачі. Використання вібраційних методів оцінки технічного стану головних передач дозволяє проводити їх діагностування без розбирання, за рахунок чого зберігається положення притертих сполучень, збільшується вірогідність діагностування, знизити трудомісткість цих робіт і скоротити строки перебування автомобіля в зоні технічного обслуговування. Вібраційний метод дозволяє оцінити технічний стан з урахуванням: структурних параметрів; функціонального стану; динамічного стану.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кужель В.П. Забезпечення ефективності діагностування електронних систем керування двигуном // Кужель В. П., Пасічник Я. Ю., Дмитренко Р. М. // Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 13-15 березня 2019 р. – Електрон. текст. дані. – 2019. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2019/paper/view/6940/5915>
2. Кравченко В.М. Критерии выбора спектроанализаторов вибрации / В.М. Кравченко, В.А. Сидоров, А.Л. Сотников // Сб. науч. тр. ДонГТУ. – Алчевск: ДонГТУ, 2005. – Вып.19. – С. 201-208.
3. Сидоров В.А. Сравнительный анализ технических характеристик анализаторов вибрации / В.А. Сидоров, А.Л. Сотников // Вибрация машин: измерение, снижение, защита. Материалы 2-й Межд. науч.-техн. конф. – Донецк: ДонНТУ, 2004. – С. 81-88.
4. Павленко В.М. Визначення можливості використання експертних систем при обслуговуванні автомобілів / В.М. Павленко, В.П. Кужель, Горшкова М.В., Погодін Я.К., Ханевський П.В // Матеріали X міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 23–25 жовтня, 2017 р.: Збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – С. 187 – 189.
5. Волков В.П. Загальний підхід до формування моделей оцінювання технічного стану автомобіля в умовах експлуатації / Волков В. П., Грицук І. В., Грицук Ю. В. Кужель В.П., Волкова Т. В., Волков Ю. В. // Вісник Машинобудування та транспорту. №1(9), 2019. – С. 27 – 37 – Вінниця. DOI <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2019-9-1-27-37>.

**Кужель Володимир Петрович**, канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kuzhel2017@gmail.com

**Галак Катерина Сергіївна** – студент групи 1АТ-18м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

**Шалавінська Катерина Олександрівна** – студент групи 1АТ-18м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

**Комар Денис Петрович** – студент групи 1АТ-19м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

**Kuzhel Volodymyr P.**, Ph.D., associate professor of automobiles and transportation management department, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: kuzhel2017@gmail.com

**Galak Kateryna S.** – student of 1AT-18m, Faculty for Machine Building and Transport, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia

**Shalavinska Kateryna O.** – student of 1AT-18m, Faculty for Machine Building and Transport, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia

**Komar Denis P.** – student of 1AT-19m, Faculty for Machine Building and Transport, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia