

**В.Є. Титаренко, к.т.н., доц.
О.В. Гончарук, ст. викл.
М.М. Федоренко, магістр**

Житомирський державний технологічний університет

ЕЛЕМЕНТИ МЕТОДИКИ ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ НЕСУЧИХ СИСТЕМ ЗАСОБІВ АТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Описано процес побудови елементів методики оцінки технічного стану несучих систем засобів автомобільного транспорту на основі проведеного експерименту для визначення полів вібронавантажуваності автобусів БАЗ А079 «Еталон».

Постановка проблеми. Проблема вібронавантажуваності елементів конструкцій несучих систем автотранспортних засобів пов'язана, перш за все, з їх втомною міцністю та експлуатаційними руйнуваннями в результаті накопичення пошкоджуваності матеріалів. Як показують дослідження літературних джерел [6, 13, 15], на сьогоднішній день актуальними є питання дослідження вібронавантажуваності несучих систем транспортних засобів для оцінки їх технічного стану.

Постановка завдання.

1. Проведення експериментальних досліджень полів вібронавантажуваності автобусів БАЗ А079 «Еталон»:

- а) нових конструкцій автобусів для створення еталонної бази даних за параметрами вібрацій;
- б) конструкцій автобусів певного терміну експлуатації для порівняння з еталонними параметрами вібрацій.

2. Розробка елементів методики оцінки рівня технічного стану несучих систем автомобілів за параметрами віброприскорень.

3. Встановлення граничних значень вібронавантажуваності елементів конструкції несучих систем засобів автомобільного транспорту, з визначенням зон технічного стану за можливостями експлуатації.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Основним методом теоретичних досліджень прийнятий системний аналіз з узагальненням діагностичних ознак вібраційних сигналів і вібраційних характеристик, статистичних даних про граничні значення структурних і вібраційних параметрів та їх зв'язок із технічним станом автомобілів; класифікація та розпізнавання образів вібраційного стану автомобілів та ймовірнісно-статистичні методи нормування вібрацій [1, 3, 4, 10]. Основними методами експериментальних досліджень вібродіагностичних характеристик були: натурні випробування; вимірювання і спектральний аналіз вібрації; зіставлення експериментальної вібрації початкової та зміненої конструкції при різних режимах роботи двигуна [9, 11, 12].

Викладення основного матеріалу. Рами автобусів БАЗ А079 навантажувались зусиллями, що виникають від роботи двигуна на різних режимах. За допомогою акселерометра вдалося відтворити цілісну картину розповсюдження пружної хвилі по елементах конструкції рами. Експеримент проводився на автобусах технічно справних, з певним напруженням та на автобусі з введеними дефектами. Також було досліджено критичні точки рами автобусів при наїзді на перешкоду визначених розмірів. За результатами експерименту були побудовані поля вібронавантажуваності рам автобусів, що наведені на рисунках 1–3.

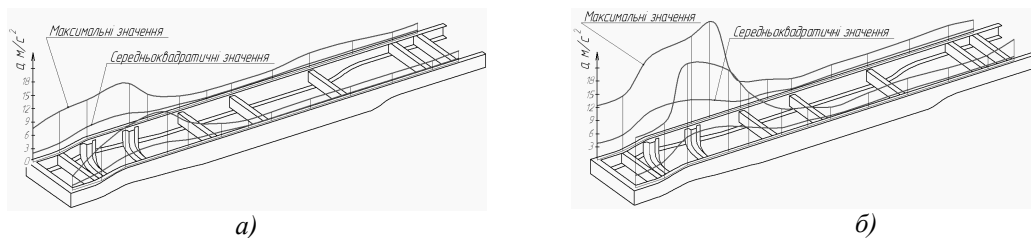


Рис. 1. Поля вібронавантаження за середніми квадратичними та максимальними значеннями прискорень точок рами технічносправного автобуса:
а – в режимі холостого ходу; б – при робочих обертах

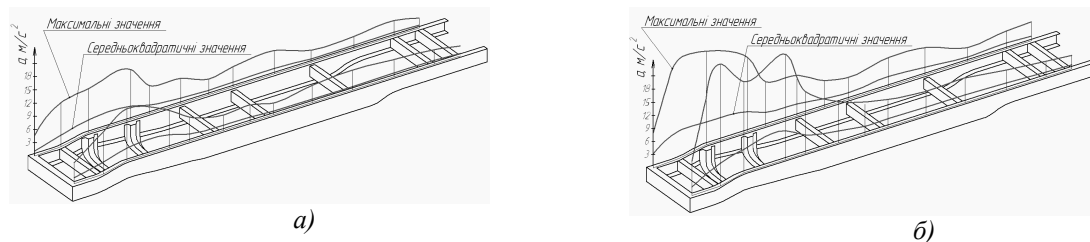


Рис. 2. Поля вібронавантаження за середніми квадратичними та максимальними значеннями прискорень точок рами автобуса з пробігом 590863 км:
а – в режимі холостого ходу; б – при робочих обертах

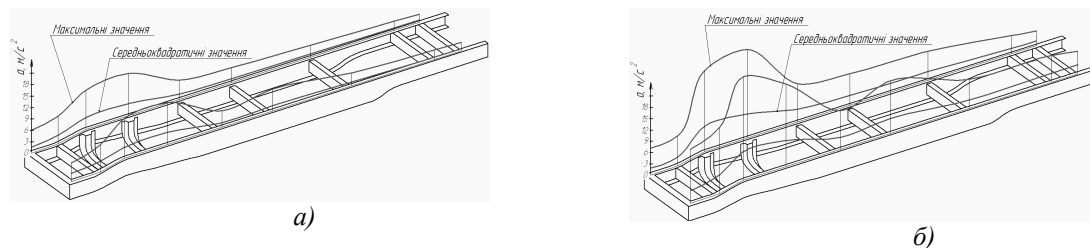


Рис. 3. Поля вібронавантаження за середніми квадратичними та максимальними значеннями прискорень точок рами автобуса з імітацією несправностей:
а – в режимі холостого ходу; б – при робочих обертах

За експериментальними даними було проведено спектральний аналіз критичних точок на всіх режимах досліджень методом швидкого перетворення Фур'є.

Порівняння картин полів вібронавантаження показало їх кількісну зміну від стану рами чи введених дефектів. Спектральний аналіз дав можливість оцінити якісну зміну вібрації, залежно від типу введеного дефекту чи стану несучої конструкції транспортного засобу. При порівнянні амплітудно-частотних характеристик ми прийшли до висновку про їх зміну, залежно від рівня дефектності несучої системи, а також від стану рами.

Для уточнення розрахункових методів рам були визначені коефіцієнти динамічності K_d критичних точок для всіх режимів експериментальних досліджень на основі залежності:

$$K_{\vec{a}} = \frac{a}{g},$$

де a – максимальне віброприскорення, яке визначене дослідним шляхом; g – прискорення вільного падіння.

Для оцінки вібронавантажуваності рами, з точки зору впливу на людину, були знайдені віброприскорення в салоні через визначений коефіцієнт зміни амплітуд віброприскорень:

$$K_a = \frac{a_p}{a_c} = \frac{5,6}{0,33} = 16,97,$$

де a_p – максимальне значення віброприскорень критичної точки 8 на частоті 70 Гц; a_c – значення віброприскорень в салоні автобуса на тій же частоті.

На основі порівняння параметрів вібронавантажуваності з нормативами була зроблена позитивна екологічна оцінка технічного стану автобусів за впливом вібрацій на людину.

За результатами проведеного експерименту були розроблені елементи методики оцінки рівня технічного стану засобів автомобільного транспорту за критеріями, що характеризують експлуатаційні зміни стану несучої системи.

Загальні критерії оцінки засновані на величинах абсолютних значень амплітуд вібрацій, а також на їх зміні в процесі експлуатаційних напрацювань.

Введені критерії запропоновано оцінювати коефіцієнтами K_1 і K_2 зміни середньоквадратичних значень амплітуд віброприскорень. Коефіцієнт K_1 – це середнє значення різниці між еталонними амплітудами віброприскорень і отриманими даними діагностичного контролю:

$$K_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (a_i - a_e)}{n},$$

де a_i – амплітуда віброприскорень випробовуваного транспортного засобу в певній точці; a_e – амплітуда віброприскорень еталонного транспортного засобу в тій самій точці; n – кількість точок вимірів.

Коефіцієнт K_2 – це відношення отриманих значень амплітуд віброприскорень при діагностичному контролі несучих систем до значень еталонних величин:

$$K_2 = \frac{a_i}{a_e}.$$

Для використання критеріїв оцінки за коефіцієнтами K_1 і K_2 були введені зони технічного стану несучих систем засобів автомобільного транспорту:

- Зона А – це нові машини, що тільки введені в експлуатацію.
- Зона В – включає машини, що є придатними для подальшої експлуатації без обмеження термінів.
- Зона С – машини, що розглядають як непридатні для тривалої безперервної експлуатації.
- Зона D – машини з вираженим дефектом, що потребують ремонту.

За критерієм K_1 можна оцінювати загальний технічний стан несучих систем. Критерій K_2 дозволяє зробити оцінку технічного стану, порівняно для кожної точки.

За проведеними експериментальними дослідженнями технічно справних автомобілів з мінімальним пробігом були визначені еталонні значення віброприскорень (табл. 1).

Таблиця 1

Еталонні значення амплітуд віброприскорень, що використовуються для оцінки рівня технічного стану елементів несучих систем засобів автомобільного транспорту

Умовно еталонні значення амплітуд віброприскорень, м/с ²					
Точки вимірів	700 об./хв.	1600 об./хв.	Точки вимірів	700 об./хв.	1600 об./хв.
1	1,60173	3,545277	8	0,621767	0,744402
2	2,205993	3,883493	9	0,656904	0,845702
3	2,622037	6,276475	10	0,783798	1,012625
4	2,788251	5,809266	11	0,733646	0,888552
5	1,719701	4,112293	12	0,670324	0,900496
6	1,123448	1,666764	13	0,631283	0,911516
7	0,619438	1,479424	–	–	–

Розглянуто статистичні моделі розрахунку чисельних значень граничних вібраційних діагностичних параметрів на базі знайденого співвідношення між граничними та вихідними величинами структурних і вібраційних параметрів. Граничні значення збільшення вібраційного параметра (ΔL_ϕ), порівняно з вихідним (ΔL_π) для функціональних (ΔL_ϕ) і ресурсних (ΔL_π) елементів несучих систем, отримані зі співвідношення [6]:

$$\Delta L_\phi = \frac{\delta_\phi}{\delta_\pi} = \frac{L_\phi}{L_\pi} = 2 \dots 2,5 \text{ (рази);} \quad (1)$$

$$\Delta L_\phi = \frac{L_\phi}{L_\pi} = 20 \lg(2 \dots 2,5) = 6 \dots 8 \text{ (дБ),}$$

$$\Delta L_\phi = \frac{\delta_\pi}{\delta_\pi} = \frac{L_\pi}{L_\pi} = 10 \text{ (разів); } \Delta L_\pi = \frac{L_\pi}{L_\pi} = 20 \lg 10 = 20 \text{ (дБ).} \quad (2)$$

Із залежностей (1)–(2) випливає, що зміна діагностичного параметра за зазором і вібрацією при переході механізму з одного класу технічного стану в інший відповідає збільшенню вихідного зазору в 2 рази, вібрації – на 8 дБ, а збільшення їх значень у 10 разів (20 дБ), відносно вихідних, є граничною величиною.

Значення критерію K_1 наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Наближені значення коефіцієнта K_1 стану несучих систем автобусів БАЗ А079

Критерії оцінки вібраційного стану рами автобуса БАЗ А079 за зміною амплітуди віброприскорень		
	Зміна амплітуди, m/s^2 (700об/хв)	Зміна амплітуди, m/s^2 (1600об/хв)
Зона А	0–0,2	0–0,35
Зона В	0,2–1,3	0,35–2,5
Зона С	1,3–11,6	2,5–22,2
Зона D	від 11,6	від 22,2

За графіками зміни середніх значень амплітуд віброприскорень (рис. 4) знайдені значення коефіцієнтів K_1 .

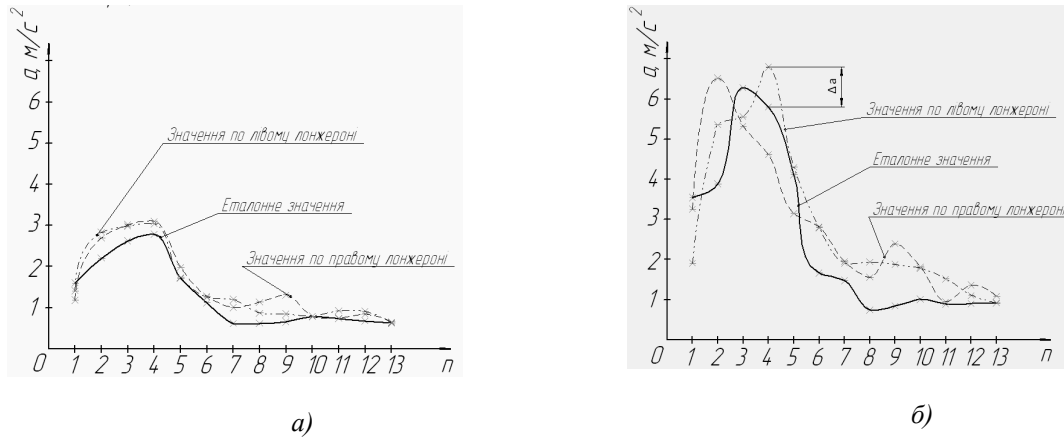


Рис. 4. Оцінка технічного стану рами автобуса БАЗ А079 з пробігом 590863 км за критерієм K_1 : а – при холостих обертах двигуна; б – при робочих обертах двигуна

При порівнянні значень K_1 з межами зон встановлено, що несуча система автобуса з пробігом 590863 км придатна для подальшої експлуатації без обмеження термінів.

За графіками зміни середньоквадратичних значень амплітуд віброприскорень (рис. 5) знайдено коефіцієнти K_2 .

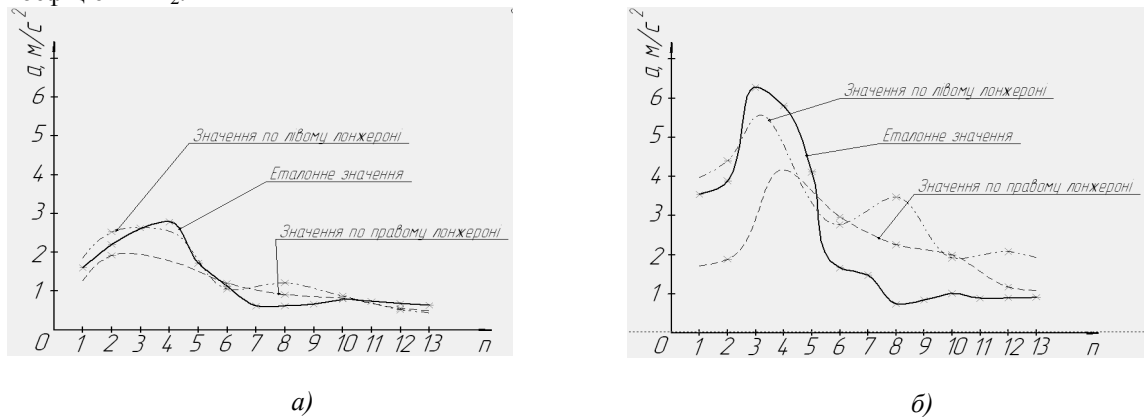


Рис. 5. Оцінка технічного стану рами автобуса БАЗ А079 з введеним дефектом за критерієм K_2 : а – при холостих обертах двигуна; б – при робочих обертах двигуна
Значення коефіцієнтів K_2 наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

Величини критерію K_2 рам автобусів з введеними дефектами

	Відношення отриманих значень віброприскорень до еталонних при 700 об/хв		Відношення отриманих значень віброприскорень до еталонних при 1600 об/хв	
	правий лонжерон	лівий лонжерон	правий лонжерон	лівий лонжерон
2	1,149016	1,143936	2,079988	1,130756
6	1,067752	1,067117	1,780027	1,659558
8	1,458746	1,948836	3,031904	4,666861
10	1,0338	1,110707	1,966211	1,895287
12	1,207988	1,288563	1,304841	2,304413

При аналізі розрахункових коефіцієнтів зміни віброприскорень встановлено, що у місцях, де були введені дефекти (несправна передня права ресора; задній лівий амортизатор), отримано величину коефіцієнта K_2 більше 2-ох, що свідчить про зміну поля вібронавантажуваності і наявність дефекту.

1. Висновки:
2. Визначено поля вібронавантажуваності несучих систем автобусів БАЗ А079 для різних технічних станів.
3. Розроблено елементи методики оцінки технічного стану несучих систем засобів автомобільного транспорту за параметрами вібронавантажуваності.
4. За розробленою методикою виконано оцінку технічного стану несучих систем автобусів за критеріями K_1 та K_2 .
5. В роботі виконана оцінка рівня вібронавантажуваності в салоні автобуса за впливом на людину як біологічного об'єкта, що може бути елементом сертифікаційних випробувань.
6. Встановлено граничні значення вібронавантажуваності елементів конструкцій несучих систем засобів автомобільного транспорту, з визначенням зон технічного стану за можливостями експлуатації.

Список використаної літератури:

1. Вибрация механическая. ISO 10816-3-2009. Оценка состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях.
2. Технологічне обладнання для підприємств автомобільного транспорту : підручник / В.П. Волков, В.М. Мищенко, О.П. Кравченко та ін. ; за заг. ред. В.П. Волкова. – Харків : ХНАДУ, 2010. – 556 с.
3. Генкин М.В. Виброакустическая диагностика машин и механизмов / М.В. Генкин, А.Г. Соколова. – М. : Машиностроение, 1987. – 288 с.
4. Говоруценко Н.Я. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта) / Н.Я. Говоруценко, А.Н. Туренко. – 2-ое изд., перераб. и доп. – Харьков : РИО ХГАДТУ, 1999. – 468 с.
5. Грабар И.Г. Современные методы и средства сбора, сохранения и обработки информации на разных этапах создания подвески транспортных средств / И.Г. Грабар, С.В. Мельничук, В.М. Иванченко // Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании 2007 : сб. науч. трудов по материалам Междунар. науч.-практ. конф. – Т. 1. Транспорт. – С. 55–60.
6. Дячук М.В. Вдосконалення розрахункових методів оцінки параметрів вібронавантаженості несучих систем автомобіля : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.02 / Максим Вікторович Дячук ; Харківський нац. автомоб.-дорож. ун-т. — Харків, 2005. — 20 с.
7. Интернет ресурс основ вібродіагностики [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.vibration.ru/osnova.shtml>.
8. Интернет ресурс технічних характеристик акселерометра [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.gaw.ru/html/cgi/txt/ic/Analog_Devices/sensor/axelerometr.
9. Костюков В.Н. Практические основы виброакустической диагностики машинного оборудования : учеб. пособие / В.Н. Костюков, А.П. Науменко. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2002. – 108 с.
10. Кравченко В.М. Техническое диагностирование механического оборудования / В.М. Кравченко, В.А. Сидоров. – Донецк : Юго-Восток, 2007. – 447 с.
11. Ларионов Д.Н. Акселерометры компании Analog Devices / Д.Н. Ларионов // Электронные компоненты. – 2005. – № 11. – С. 125–129.
12. ДСТУ 2681-94. Метрологія. Терміни та визначення.
13. Мигаль В.Д. Вібраційні методи оцінки якості тракторів на стадіях проектування, виготовлення та експлуатації : дис. ... д-ра техн. наук : 05.22.02 / Мигаль Василь Дмитрович // Харківський нац. автомоб.-дорож. ун-т. – Х., 2003. – 32 с.

14. *Петрухин В.В.* Основы вибродиагностики и средства измерения вибрации / *В.В. Петрухин, С.В. Петрухин.* – М. : Инфра-Инженерия, 2010. – 176 с.
15. *Проскураков В.Б.* Динамика и прочность рам и корпусов транспортных машин / *В.Б. Проскураков.* – Л. : Машиностроение, 1972. – 229 с.

ТИТАРЕНКО Володимир Євгенійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобілів і механіки технічних систем Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- надійність і міцність машин;
- проблеми вібронавантажувальності несучих систем і екологічні проблеми автомобільного транспорту;
- сучасні ресурсозберігаючі технології.

ГОНЧАРУК Олександр Вікторович – старший викладач кафедри автомобілів і механіки технічних систем Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- конструювання машин;
- проблеми міцності.

ФЕДОРЕНКО Микола Миколайович – магістр Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- сучасні методи діагностики засобів автомобільного транспорту.

Стаття надійшла до редакції 31.08.2012

Титаренко В.Є., Гончарук О.В., Федоренко М.М. Елементи методики оцінки технічного стану несучих систем засобів автомобільного транспорту

Титаренко В.Е., Гончарук О.В., Федоренко М.М. Элементы методики оценки технического состояния несущих систем средств автомобильного транспорта

Titarenko V.E., Goncharuk O.V., Fedorenko M.M. Elements of methodology for assessing the technical state of carrier transport systems sretstv avtomobilneva

УДК 629.33:625.032.43

Элементы методики оценки технического состояния несущих систем средств автомобильного транспорта / В.Е. Титаренко, О.В. Гончарук, М.М. Федоренко

Описан процесс построения элементов. методики оценки технического состояния несущих систем средств автомобильного транспорта на основе проведенного эксперимента для определения полей вибронагруженности автобусов БАЗ А079 «Эталон»

УДК 629.33:625.032.43

Elements of methodology for assessing the technical state of carrier transport systems sretstv avtomobilneva / V.E. Titarenko, O.V. Goncharuk, M.M. Fedorenko

We describe the construction of the technique for assessing the technical condition of bearing systems of road vehicles on the basis of the experiment to determine the fields vibrations load buses БАЗ А079 "Etalon"