

УДК 629.113

М.В. Бур'ян

Національний університет «Львівська політехніка»

**КОМПЛЕКС ВИМІРЮВАЛЬНОЇ АПАРАТУРИ ТА ОЦІНКА ПЛАВНОСТІ РУХУ
АВТОБУСІВ**

Плавність руху для пасажирських автобусних перевезень є однією з складових комфортності автобуса, що впливає на відповідний підбір типу і характеристик підвіски та сидінь. Представлено необхідний комплекс вимірювальної апаратури для експериментальної оцінки і узагальнення результатів у частотному спектрі коливань у 3-5 зонах салону автобуса.

Ключові слова: автобус, плавність руху, вібронавантаження, характеристики підвіски

М.В. Бур'ян

Национальный университет «Львовская политехника»

**КОМПЛЕКС ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ И ОЦЕНКА ПЛАВНОСТИ ХОДА
АВТОБУСОВ.**

Плавность движения для пассажирских автобусных перевозок является одной из составляющих комфортности автобуса и влияет на соответствующий подбор типа и характеристик подвески и сидений. Представлен необходимый комплекс измерительной аппаратуры для экспериментальной оценки и обобщения результатов в частотном спектре колебаний в 3-5 зонах салона автобуса.

Ключевые слова: автобус, плавность движения, вибронагрузки, характеристики подвески.

L. Burian.

National University "Lviv Polytechnic"

**MEASURING SYSTEMS AND EVALUATION OF THE SMOOTH MOVEMENT
OF BUSES.**

Smooth movement for passenger transport is one of the main components of the buses comfort, which determine type and characteristics of the suspension and seats. Necessary set of measuring devices for experimental evaluations and syntheses of results in the frequency spectrum of vibrations in 3-5 interior bus zones is presented.

Keywords: bus, smooth movement, vibratory loads, suspension characteristics.

Постановка проблеми. Плавність руху автобусів є однією з найбільш значимих складових комфортності перевезень. Визначення класу комфортабельності автобусів відбувається за результатами дорожніх випробувань, під час яких визначаються віброприскорення, що діють на водія та пасажирів при русі в типових умовах експлуатації.

При проведенні випробувань на плавність руху на сьогодні керуються стандартними правилами та методами проведення випробувань, які регламентуються діючими в Україні стандартами. Так, вимоги, які ставляться до робочого місця водія регулюються санітарними нормами і правилами що прийняті на території України без змін ще з часів СРСР – ДСН 3.3.6. 039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації» [1]. Методика вимірювання вібрації прописана прийнятим в Україні стандартом ГОСТ ISO 10326-1-2002 [2] Оцінка вібрації сидінь транспортних засобів по результатах лабораторних випробувань. В той же час, ще в часи СРСР, виходячи із реального стану доріг, формувалась нормативна база по плавності руху, зокрема галузевими стандартами ОСТ 37.001.275-84 [3], та ОСТ 37.001.291-84 [4], результатом чого стала зміна конструкції і розуніфікація пасажирських автобусів порівняно з вантажними автомобілями на шасі яких вони базувались (наприклад ресорно-пружинна підвіска ЛАЗ-695, та пневматична ЛАЗ-698)

В той же час, комфортабельність робочого місця водія не має жодного відношення до класу комфортабельності автобуса, а використання тих же санітарних норм для визначення відповідних параметрів на пасажирських місцях є некоректним, оскільки тривалість поїздки пасажирів, особливо в умовах міських та приміських перевезень, значно відрізняється від тривалості робочої зміни водія. Таким чином, приходимо до висновку, що на сьогодні ніяк не регламентується рівень вібронавантаження, який діє на пасажирів автобусів.

Так, припустимі рівні вібрації, що діють на пасажирів змінюються в залежності від середньоочікуваної тривалості поїздки – фактично градації трьох типів залежно від призначення автобусів – міські, приміські та міжміські (рис. 1) [5]. Для перших двох класів автобусів, де

дозволено проїзд стоячим пасажиром, оцінка віброколивних навантажень актуальна також і на рівні підлоги салону автобуса.

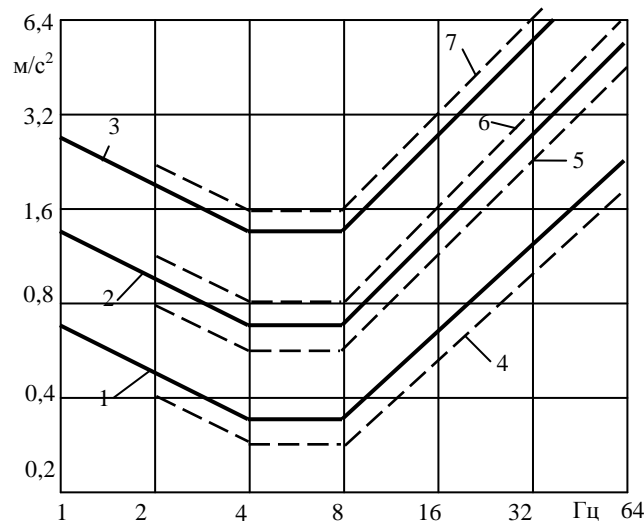


Рис. 1. Гранично припустимі величини та рівні вібрації – межі втоми людини:

де 1,2,3 – граничні рівні вібрацій при тривалості їх дії відповідно 8 год., 2,5 год., 1 год. [6]; 4 – граничний рівень вібрацій на робочому місці водія (проект ДСТУ по робочому місцю водія); 5, 6, 7 – граничні рівні вібрацій відповідно для пасажирів міжміських, приміських та міських автобусів (проект ДСТУ)

Таким чином, виходячи з необхідності диференціації вимог до комфортабельності автобусів різних класів необхідно провести вдосконалення методики проведення випробувань з огляду на різні умови експлуатації.

Результати досліджень. Можна стверджувати, що міжміські автобуси та автобуси далекого прямування рухаються в основному дорогами з асфальтованим покриттям I та II категорії, в той же час дальність поїздки пасажирів є найбільшою. Для приміських автобусів характерним є рух дорогами II, III категорії, а міські автобуси можуть рухатись як дорогами з асфальтобетонним покриттям хорошої якості, так і бруківкою. Таким чином доцільно проводити випробування на різних типах доріг для різних класів автобусів, з подальшим співставленням результатів із допустимими значеннями віброприскорень, допустимих для людського організму за відповідний час.

Згідно діючого стандарту, вимірювання віброприскорень проводяться наступним чином. Давачі акселерометри кріплять до спинки чи подушки сидіння по схемі, наведеній на рис. 2.

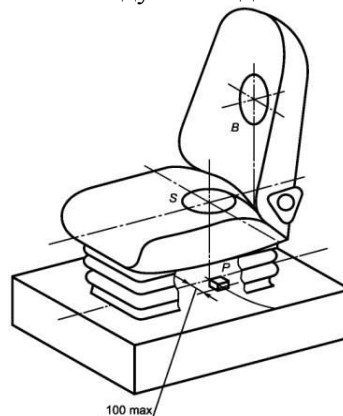


Рис. 2. Схема розташування акселерометрів на сидінні автобуса

Акселерометр на сидінні повинен бути встановлений в межах області 200 мм, центр якої розташований прямо під акселерометром, встановленим на сидінні. Напрямок вимірювань повинен співпадати з напрямком руху платформи. Акселерометр на подушці сидіння повинен бути встановлений по центру диска діаметром 250 ± 50 мм. Товщина диска повинна бути мінімальною (рис. 3) і не повинна перевищувати 12 мм.

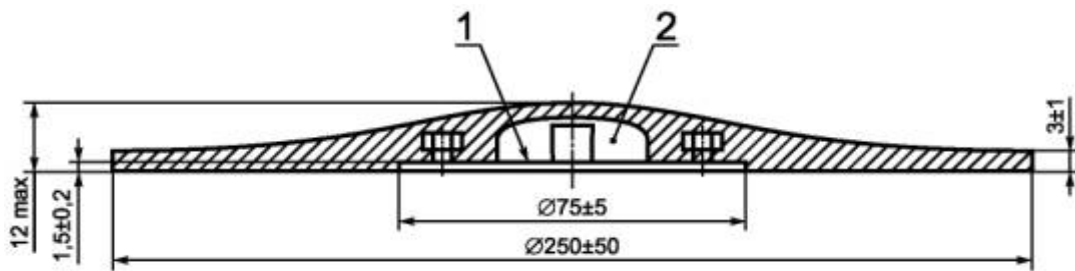


Рис. 3. Диск для встановлення акселерометра

В центрі напівжорсткого диска виготовленого з гуми чи пластмаси встановлюють акселерометр і закріплюють за допомогою тонкої металевої пластини 2. Диск встановлюють на поверхні сидіння. Випробування проводяться на навантаженому сидінні, манекеном, чи випробувачем зі стандартною вагою. Таким чином визначається рівень вібронавантаженості на робочому місці водія і регламентується санітарними правилами.

Відомо, що пройти дане випробування може і транспортний засіб, побудований на шасі вантажного автомобіля без суттєвих змін підвіски, за рахунок підресорювання сидіння. Проте, як вже зазначалось, час проведений в автобусі пасажиром, може суттєво відрізнятись від тривалості робочого дня водія. Також варто враховувати розташування крісел в салоні автобуса. Відомо, що найбільш комфортними будуть сидіння в базі, найменш – у звисах — це і будуть контрольні точки для проведення випробувань пасажирських сидінь. Окрім того для автобусів, де допускається перевезення стоячих пасажирів також необхідним є визначення віброприскорень на рівні підлоги у відповідних місцях.

З іншого боку, на сьогоднішній день в Україні також використовується зіркова класифікація автобусів, прийнята Наказом Міністерства транспорту та зв'язку України №285 від 12.04.2007 року [7]. Однак і там недостатньо критеріїв умов з плавності руху. Зокрема регламентується внутрішнє устаткування, відстані і тип сидінь, вказується тільки тип підвіски (ресорна, пневморесорна, пневматична і тд), який аж ніяк не гарантує рівень комфорту пасажирів з умов плавності руху.

Для вимірювання вібрацій СЕС на сьогоднішній день сертифіковані наступні засоби:

- ВШВ-003 в різних модифікаціях, який дозволяє поміряти рівень шуму та вібрації (рис. 4);



Рис. 4. Прилад для вимірювання шуму та вібрації ВШВ-003 [8]

- прилади для вимірювання вібропривиджень данської компанії Brüel & Kjær моделей 2250, 2270 (рис. 5).



Рис. 5 Прилади для вимірювання вібрації Brüel & Kjær 2250, 2270 [9]

Основним недоліком пристроїв такого типу є складність у вимірюванні віброприскорень у кількох точках одночасно. Відтак для того аби зручно зібрати і аналізувати інформацію було створено вимірювальний комплекс на основі цифрових акселерометрів GY-521 і контролерів Arduino (рис. 6). Таким чином можна підключити достатню кількість (в даному випадку 5) датчиків, а також синхронізувати результати з можливістю їх аналізу.

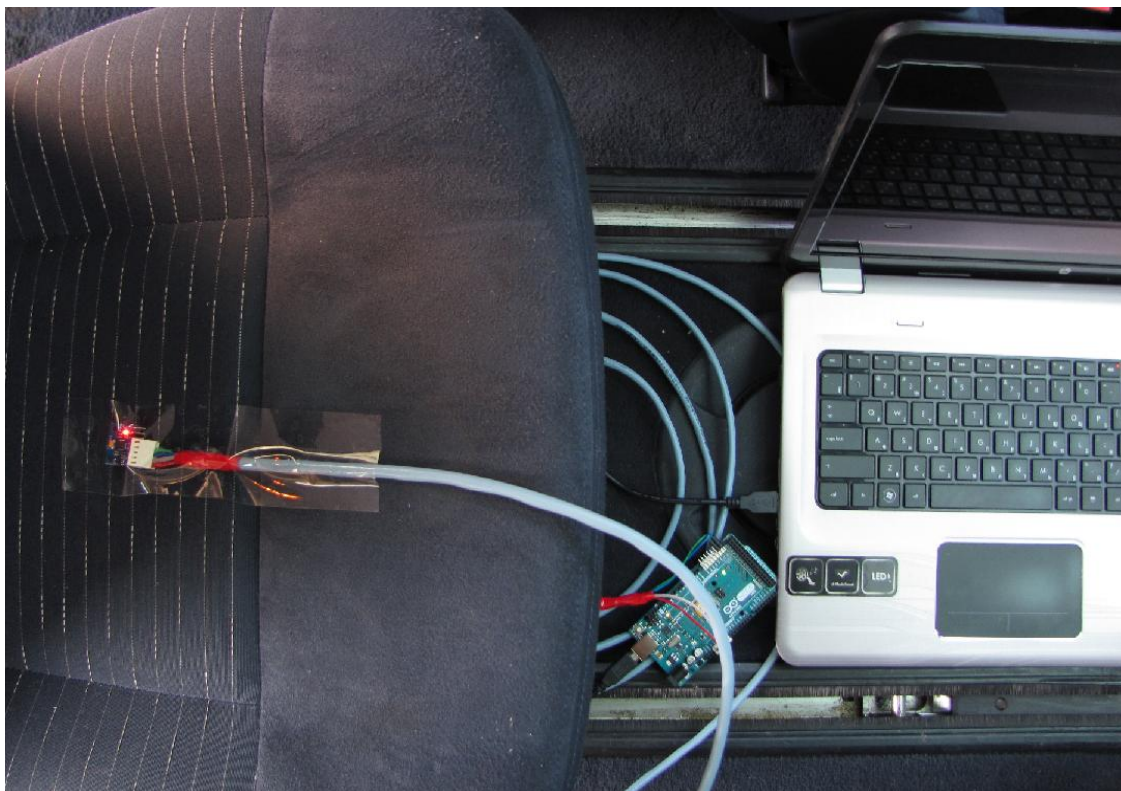


Рис. 6. Елементи вимірювального комплексу створеного спеціально для вимірювання транспортної вібрації в автобусах

Таким чином можна виокремити наступні вимоги для проведення випробувань автобусів щодо комфортабельності:

- випробування автобусів I класу (міських) доцільно проводити на дорогах з асфальтобетонним та брукованим покриттям;
- випробування автобусів II класу доцільно проводити на дорогах з асфальтобетонним, брукованим та ґрунтовим покриттям;

- випробування автобусів III класу доцільно проводити на дорогах лише з асфальтобетонним покриттям;
- давачі віброприскорень слід розмістити в передньому звисі на місці водія та місці пасажера (для моделей, в яких такі місця передбачені конструкцією), в базі, в задньому звисі та на рівні підлоги в базі для автобусів I та II класу.

Висновки. На основі наведених вимог можна формувати новий національний стандарт, що буде регламентувати вібронавантаження на пасажирських сидіннях і допоможе забезпечити необхідний рівень комфортності автобусних перевезень в Україні.

Література

1. ДСН 3.3.6. 039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. – 39 с.
2. ГОСТ ИСО 10326-1-2002. Вибрация. Оценка вибрации сидений транспортных средств по результатам лабораторных испытаний. – 8 с.
3. Автотранспортные средства. Методы испытаний на плавность хода : ОСТ 37.001.275-84. – М. : НАМИ, 1985. – 12 с.
4. Автотранспортные средства. Методы испытаний на плавность хода : ОСТ 37.001.291-84. – М. : НАМИ, 1985. – 15 с.
5. Крайник Л. В. Формування нормативної оцінки плавності руху автобусів / Л. В. Крайник, С. М. Назаркевич // Вісн. Донец. акад. автомоб. трансп. - 2009. - № 3. - С. 19-22.
6. Динамика системы дорога-шина-автомобиль-водитель. Под ред. Хачатурова А.А. – Москва: Машиностроение. – 535 с
7. Витяг із Наказу Міністрстватранспорту та зв'язку України №285 від 12.04.2007 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dinatgroup.com.ua/klassifikaciya-avtobusov>
8. НТЦ СТАНКОСЕРТ - Сертификация продукции и систем менеджмента [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrtest.com/index.php?mode=ispyt&exmod=oborud>
9. Type 2250 - Sound Level Meter - Type 2250 – Brüel and Kjær [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.bksv.com/Products/handheld-instruments/sound-level-meters/sound-level-meters/type-2250>

Стаття надійшла до редакції 11.05.2016