

УДК 629.332:539.3

І. Г. Грабар, д. т. н., проф.;
В. Є. Титаренко, к. т. н., доц.

ОЦІНКА ДИНАМІЧНОЇ СКЛАДОВОЇ НАВАНТАЖЕННЯ РАМ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Запропоновано методика оцінки НДС конструкцій рам за динамічною складовою вібронавантаження.

Вступ

Зменшення металоемності сучасних автотранспортних засобів пов'язано з оптимізацією коефіцієнта запасу міцності в розрахункових методиках. Значну долю в цьому коефіцієнті становить динамічна складова, яку, в основному, визначають на основі середньостатистичних даних для типових схем навантаження.

Іншим аспектом проблеми є те, що рами АТЗ під час експлуатації зазнають значних механічних дій, з особливою небезпекою від вібронавантажень, які можуть призвести до критичних пошкоджень.

Викладення основного матеріалу досліджень

В роботі спрощується методика визначення навантажень від інерційних віброприскорень мас елементів конструкцій на основі програмно-апаратного комплексу зі застосуванням акселерометрів мікроконтролерного типу ADXL при експлуатації транспортних засобів. Це дає можливість оцінювати експлуатаційні режими в реальному часі та встановити основні закономірності зміни коефіцієнта динамічності, що важливо для його уточнення при проектуванні

Методика відпрацьована під час експериментальних досліджень типового представника лонжеронних драбинних рам — рами автомобіля УАЗ-451.

Досліджено епюри амплітуд віброприскорень від ударного навантаження для різних станів несучої системи. Картини епюр віброприскорень для конструкції рами без пошкоджень та з введеними дефектами приведено на рис. 1.

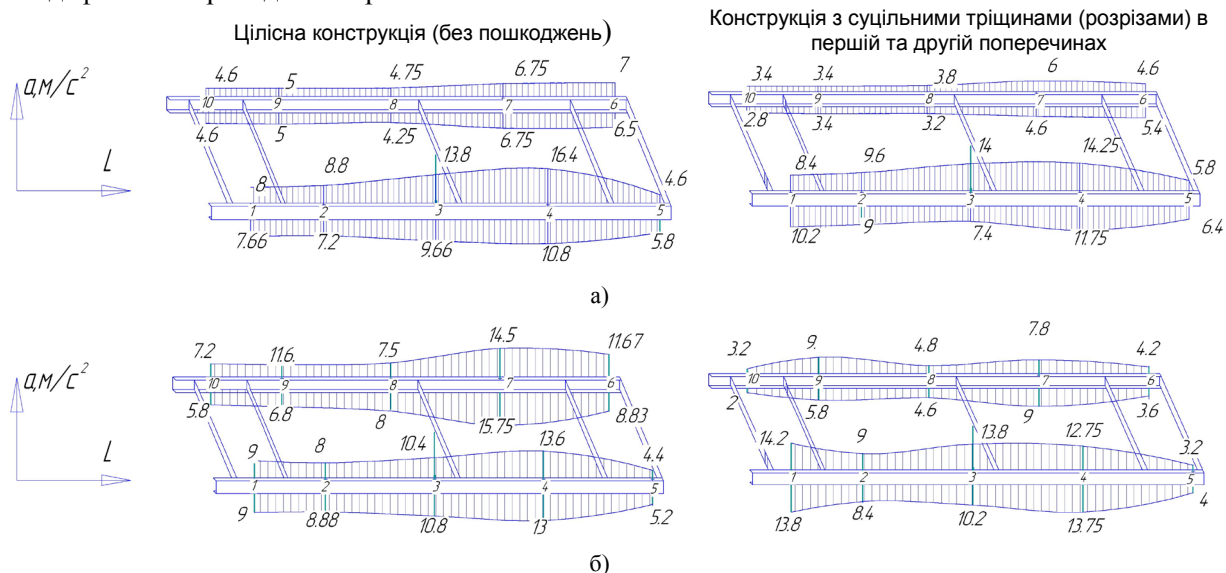


Рис. 1. Епюри амплітуд віброприскорень в рамі від ударного навантаження:
а — поздовжні; б — поперечні віброприскорення

Здійснено перехід від амплітуд віброприскорень до напружень через швидкості в елементах рамної конструкції, що показано на рис. 2.

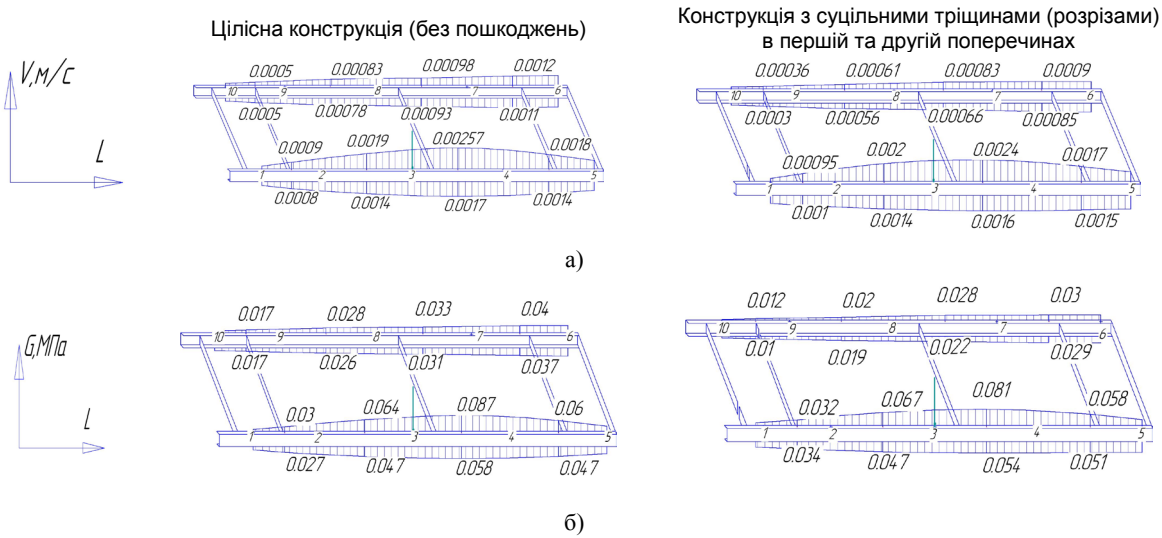


Рис. 2. Епюри швидкостей та напружень в рамі від ударного навантаження:
а — швидкості; б — напруження

Епюри швидкостей отримані інтегруванням прискорень. Основними залежностями для побудови методики є хвильове рівняння (1), що описує процес розповсюдження пружних хвиль в конструкції

$$\frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2} = \frac{E}{\rho} \frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2}, \quad (1)$$

де ξ — переміщення деформації від удару; E — модуль пружності матеріалу конструкції; ρ — питома вага матеріалу конструкції.

Хвильове рівняння показує, що зміщення розповсюджується по конструкції у вигляді хвиль

$$\xi = f(x \pm ut) \quad (2)$$

або утворює суперпозицію таких хвиль, де (для стрижневого наближення)

$$u = \sqrt{E/\rho} \quad (3)$$

є швидкістю звуку в матеріалі. Швидкість тим більша, чим жорсткіший та легший матеріал.

Поряд з переміщенням ξ нас цікавлять такі величини, як швидкість переміщення $V = \frac{\partial \xi}{\partial t}$, з якою рухається окрема площина, а також деформація ε і напруження σ .

Диференціюючи (1) по (t) та по (x) , отримуємо:

$$V = \mp u f'(x \mp ut); \quad (4)$$

$$\varepsilon = f''(x \mp ut); \quad (5)$$

$$\sigma = E f''(x \mp ut). \quad (6)$$

Як показано в [1], зміщення, швидкість, деформація та напруження розповсюджуються, з точністю до фази, у вигляді зв'язаних визначених між собою способом хвиль, які мають одну і ту ж саму швидкість і однаковий напрямок розповсюдження

$$\xi = A \cos \omega (t \pm (x/u)); \quad (7)$$

$$V = -\omega A \sin(\omega t \mp kx); \quad (8)$$

$$\varepsilon = \pm k A \sin(\omega t \mp kx); \quad (9)$$

$$\sigma = \pm E k A \sin(\omega t \mp kx). \quad (10)$$

Звідки

$$\sigma = V \sqrt{\rho E}, \quad (6)$$

де V — швидкість розповсюдження хвиль.

Порівняння результатів експериментальних досліджень і комп'ютерного моделювання показали задовільне їх узгодження в межах 5 %.

Висновки

1. Оцінка напружень за запропонованою експериментальною методикою з похибкою не більше 5 % співпадає з результатами комп'ютерного моделювання.
2. Визначення динамічної складової навантаження в часі, що показано при переході від епюр амплітуд віброприскорень до напружень, дозволило запропонувати методику оцінки експлуатаційних режимів конструкцій.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Горелик Г. С. Колебания и волны / Г. С. Горелик. — М. : 1959. — 571 с.
2. Неразрушающий контроль. В 5 кн. Кн. 2. Акустические методы контроля : практ. пособие / И. Н. Ермолов, Н. П. Алешин, А. И. Потапов ; под ред. В. В. Сухорукова. — М. : Высш. шк., 1991. — 283 с.
3. Яблонский А. А. Курс теории колебаний : учеб. пособие для студентов вузов / А. А. Яблонский, С. С. Норейко [Изд. 3-е, испр. и доп.]. — М. : Высш. школа, 1975. — 248 с.
4. Проскураков В. Г. Динамика и прочность рам и корпусов транспортных машин / В. Г. Проскураков. — Ленинград : Машиностроение, 1972. — 229 с.
5. Расчетно-экспериментальные исследования рамы автомобиля повышенной проходимости / КГТУ : Научно-техническая библиотека КАИ. Часть из «Методика и средства расчетного анализа прочности и жесткости рам автомобиля повышенной проходимости». — Режим доступа : library.kai.ru.pkb-arko.ru/example/statika.htm.
6. Полянский И. Применение акселерометров для различных приложений / И. Полянский // Мир электронных компонентов. — 2003. — № 2. — С. 28—30.
7. Зубинский А. Микро-электро-механика / А. Зубинский // Компьютерное обозрение 17. 03. 2005.

Рекомендована кафедрою автомобілів та транспортного менеджменту

Надійшла до редакції 10.09.09
Рекомендована до друку 20.10.09

Грабар Іван Григорович — завідувач кафедри, **Титаренко Володимир Євгенович** — доцент.
Кафедра автомобілів і механіки технічних систем, Житомирський державний технологічний університет