

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ОНОВЛЕННЯ МЕТОДИКИ ВИПРОБУВАНЬ ЛИСТОВИХ РЕСОР ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

M.V. Oliynyk; I.H. Mirutskyi, S.V. Sverhun

PROBLEMS AND PROSPECTS FOR UPDATING THE TESTING METHODOLOGY OF VEHICLE LEAF SPRINGS

Вітчизняне виробництво листових ресор сьогодні стикається з обмеженнями, пов'язаними з відсутністю сучасної нормативної бази, методів сертифікації та випробувальних стендів, що відповідають європейським стандартам. Чинні технічні документи, успадковані з радянських часів, не враховують різноманітність сучасних конструкцій ресор - параболічних, комбінованих, багатолістових, ресор зі змінною жорсткістю. Це ускладнює запуск серійних виробів, обмежує можливості експорту та не дозволяє адекватно оцінювати їх довговічність.

Проблеми чинних методик випробувань^[1] є те, що сучасна нормативна база розглядає ресору фактично як однорідний зразок матеріалу, на який накладається лінійна залежність між напруженнями та деформаціями. Застосування класичних формул що визначають випробування матеріалів на втому, приводить до ототожнення складного елемента підвіски із звичайним зразком металу. Однак ресора - це конструкція зі змінним профілем, зонами концентрації напружень, нерівномірним розподілом деформацій і впливом фрикційних з'єднань.

Реальні випробування доводять, що максимальні напруження не збігаються з ділянками прикладання навантаження, а зона руйнування найчастіше зміщується ближче до точок кріплення U-подібними болтами. Це означає, що формули, які визначають статичне напруження як середню величину в центральному перерізі, не відображають фактичну роботу ресори.

Для параболічних ресор, де напруження рівномірно розподілені по робочій зоні, взагалі недоцільно застосовувати класичні принципи визначення, оскільки найбільш навантажені перерізи не збігаються з рекомендованими нормативною методикою.

На практиці застосовувалися кілька принципів визначення статичного напруження:

Принцип 1 - середнє статичне напруження у центральному перерізі;

Принцип 2 - напруження відповідно до характеристик матеріалу;

Принцип 3 - максимальне напруження в центральному перерізі листа;

Принцип 4 - напруження з урахуванням точки кріплення U-подібними болтами;

Принцип 5 (новий) - максимальне розтягуюче напруження в будь-якій точці листа, незалежно від розташування.

Проте будь-який із перших чотирьох принципів обмежений конструктивною різноманітністю ресор. Принцип 5 пропонує універсальний підхід, але вимагає нової методології розрахунку та експериментальної перевірки.

Переваги підходу очевидні, він безпосередньо пов'язаний із реальним статичним навантаженням ТЗ; дозволяє проводити порівняльні випробування ресор різних конструкцій; не залежить від внутрішніх параметрів, зокрема від невизначеного; виключає потребу у дублюванні статичних випробувань; коректно відображає роботу ресори як конструкції, а не матеріалу.

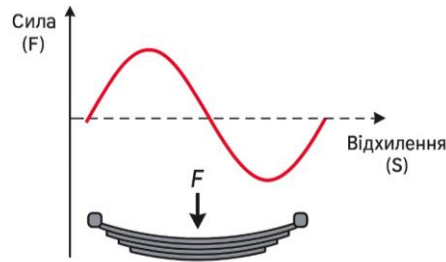


Рисунок 1 – Динаміка зміни навантаження на ресорі в підвісці ТЗ

Рисунок 1 демонструє, що реальне навантаження в підвісці змінюється циклічно, формуючи динамічний режим роботи. Стендова модель із фіксованою амплітудою не може відтворити такі режими, що призводить до розриву між лабораторними та дорожніми результатами, адже стендові випробування матеріалів не враховують зміну жорсткості під час роботи ресори; тертя між листами та його вплив на розподіл напружень; температурні ефекти й процеси старіння; неоднорідність металу через технологію виготовлення; реальну динаміку сили та ходу ресори під час руху автомобіля.

Для забезпечення достовірних випробувань необхідно перейти від «матеріального» до конструкційного підходу:

- 1) удосконалення стандартів: $\left\{ \begin{matrix} P \\ SEP \end{matrix} \right\}$
 - створити нові нормативи для параболічних, комбінованих та двоступеневих ресор;
 - розробити окремі методики для різних схем закріплення й навантаження.
- 2) розвиток випробувальної інфраструктури:
 - стенди зі змінною амплітудою навантаження;
 - датчики напружень, деформацій та температури;
 - системи реального моніторингу поведінки ресори під час тесту.
- 3) використання моделювання:
 - CAE/FEM для визначення зон концентрації напружень;
 - моделювання тертя між листами;
 - прогнозування втомної довговічності.
- 4) формування національної бази даних:
 - стандартизовані протоколи випробувань;
 - можливість порівняння українських і зарубіжних ресор;
 - створення єдиного цифрового каталогу результатів.

Отже, проведений аналіз показує, що традиційні підходи до стендових випробувань листових ресор не забезпечують достовірної оцінки їх ресурсу, оскільки не враховують конструктивну складність, динамічні режими навантаження та особливості взаємодії елементів підвіски. Оновлення методичної бази є критичним для розвитку українського машинобудування, підвищення конкурентоспроможності продукції та інтеграції у міжнародні виробничі стандарти.

Література

1. Подригало М. А., Шелудченко В. В. Теорія експлуатаційних властивостей автомобілів і тракторів. – Суми: СНАУ, 2015. 213 с.
2. Сахно В. П., Сирота В. І., Поляков В. М. Автомобілі. Теорія. – Одеса: Військова академія, 2017. – 414 с.
3. Wong J. Y. Theory of Ground Vehicles. – Wiley, 2008. 592 p.
4. Rajamani R. Vehicle Dynamics and Control. – Springer, 2012. 498 p.
5. Bussche H., Heide R. Leaf Spring Technology Handbook. – Springer, 2019. 310 p.