

М. С. Гречанюк, асп.

ОЦІНКА СТУПЕНЯ ПІДВИЩЕННЯ ПОКАЗНИКІВ СТІЙКОСТІ НАПІВПРИЧЕПА СІДЕЛЬНОГО АВТОПОЇЗДА

Запропоновано підхід до підвищення показників стійкості напівпричепа сидельного автопоїзда. Для визначення впливу на показники стійкості застосування удосконаленої схеми пневматичної підвіски напівпричепа сидельного автопоїзда та експериментальної перевірки адекватності запропонованих раніше математичних моделей проведено дорожні випробування. На основі отриманих в результаті випробувань даних проаналізовано доцільність застосування удосконаленої схеми пневматичної підвіски напівпричепа сидельного автопоїзда.

Вступ

Як свідчить статистична інформація [1] за обсягами вантажних перевезень транспортна галузь України виходить на докризовий рівень. В зв'язку з цим не втрачає актуальності питання підвищення безпеки вантажних перевезень, що дозволяє знизити збитки, пов'язані із можливим виникненням аварій та повного або часткового знищення чи псування вантажу. В нашій державі експлуатується значна частина вантажних автомобілів та їх причіпного парку із терміном експлуатації 10—15 років, показники стійкості та керованості яких не відповідають сучасним вимогам. Тому виникла проблема удосконалення напівпричепа сидельного автопоїзда з метою підвищення його показників стійкості та керованості, оскільки підвищення показників стійкості дозволяє також покращити і керованість напівпричепа сидельного автопоїзда, оскільки за достатньої стійкості на параметри руху (напрямок та швидкість), які є одними із характеристик керованості, знижується вплив зовнішніх факторів [2].

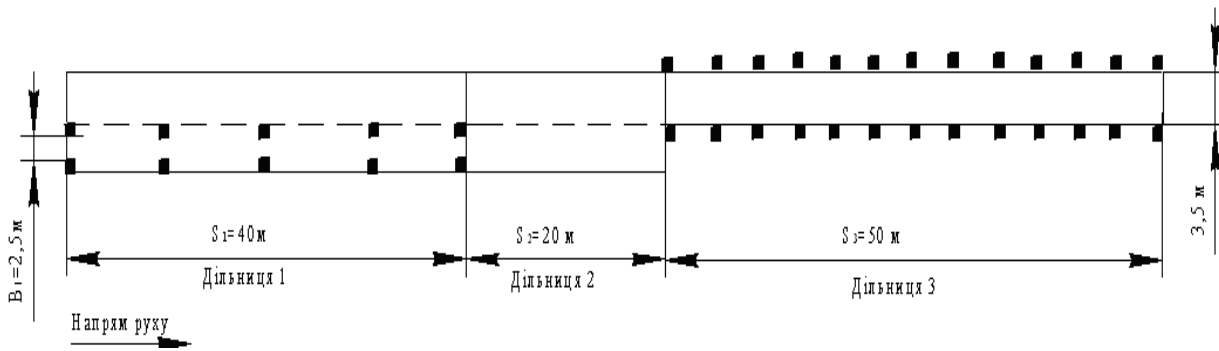
Питання підвищення показників стійкості і керованості сидельного автопоїзда розглядали такі вчені як Д. А. Антонов, П. В. Аксенов, Я. Х. Закин, В. П. Сахно, Г. А. Смірнов, Я. Є. Фаробін. Показники стійкості, маневреності та керованості автопоїздів досліджені у роботі наукової школи Національного транспортного університету під керівництвом проф. Сахна В. П. Серед науковців інших держав, в галузі питання підвищення показників стійкості і керованості сидельного автопоїзда, відомими є роботи Шарпа (Sharp) і Пена (Pan), Ю (Yu) та Кролли (Crolla), Кусахари (Kusahara), наукового колективу компанії WABCO.

Вплив застосування удосконаленої схеми пневматичної підвіски напівпричепа сидельного автопоїзда на показники стійкості сидельного автопоїзда

Для підвищення показників стійкості напівпричепа сидельного автопоїзда удосконалено схему його пневматичної підвіски [3]. З метою перевірки гіпотези про ефективність застосування такої схеми та перевірки адекватності розроблених математичних моделей проведено експериментальні дослідження на сидельному тягачі IVECO EUROSTAR cursor 430 в з'єднанні з напівприцепом Schmitz Cargobull S.CF FX.

Сидельний автопоїзд виконував маневр «переставка» згідно з [4] на різних швидкостях, з різним завантаженням, з існуючою та удосконаленою схемою пневматичної підвіски напівпричепа. Дорожні експериментальні дослідження, згідно з ДСТУ 3310-96 проводились на сухому і чистому асфальтному покритті. Стан атмосфери забезпечував видимість не менше 1000 м, а швидкість вітру не перевищувала 5 м/с. У ході випробувань виконувався заданий розміткою у відповідності з рисунком маневр «переставка» з поступовим збільшенням швидкості від заїзду до заїзду.

Дослідження проводилися із вантажами 8470 кг та 21240 кг на швидкостях 25 км/год., 35 км/год., 45 км/год. по 12 заїздів кожної групи (що забезпечує достовірність дослідження 90—95 % в припущенні, що обсяг вибірки відповідає нормальному закону розподілу [5]).



Розмітка ділянки дороги для виконання маневру «переставка»

Сідельний автопоїзд вводився у режим рівномірного прямолінійного руху, передача в коробці передач вибиралась такою, щоб забезпечувати роботу двигуна у стійкому режимі. Після цього сідельний автопоїзд виконував маневр «переставка».

Вимірювально-реєструвальний комплекс для проведення досліджень складався з двох датчиків рівня підлоги Knorr-Bremse 0504002107, двох датчиків тиску MM355-3829010, двох кранів рівня підлоги РПК 0060.41.000, цифрового осцилографа USB Autoscope II та персонального комп'ютера MSI Wind U100 Plus. Отримані в результаті проведених експериментальних досліджень дані (таблиці 1 та 2) дозволили провести аналіз впливу на поперечно-кутові коливання платформи напівпричепа (які є одними із характеристик стійкості) застосування удосконаленої схеми його пневматичної підвіски.

Таблиця 1

Частотні характеристики поперечно-кутових коливань напівпричепа сідельного автопоїзда у разі здійснення маневру «переставка» із завантаженням 8470 кг

Швидкість руху V , км/год.	Циклічна частота коливань ω_{ji} , рад/с		Частота коливань ν_{ji} , Гц		Амплітуда коливань, $A_{0_{ji}}$, рад		Період коливань T_{ji} , с	
	$i = 1$	$i = 2$	$i = 1$	$i = 2$	$i = 1$	$i = 2$	$i = 1$	$i = 2$
25	3,26	2,68	0,52	0,43	0,0878	0,0671	1,93	2,34
35	4,64	3,81	0,74	0,61	0,1326	0,1074	1,35	1,65
45	5,98	4,99	0,95	0,79	0,1926	0,1474	1,05	1,26

Таблиця 2

Частотні характеристики поперечно-кутових коливань напівпричепа сідельного автопоїзда у разі здійснення маневру «переставка» із завантаженням 21240 кг

Швидкість руху V , км/год.	Циклічна частота коливань ω_{ji} , рад/с		Частота коливань ν_{ji} , Гц		Амплітуда коливань, $A_{0_{ji}}$, рад		Період коливань T_{ji} , с	
	$i = 1$	$i = 2$	$i = 1$	$i = 2$	$i = 1$	$i = 2$	$i = 1$	$i = 2$
25	1,88	1,54	0,30	0,25	0,0279	0,0254	3,34	4,08
35	2,68	2,19	0,43	0,35	0,109	0,0735	2,34	2,87
45	3,45	2,85	0,55	0,45	0,169	0,1356	1,82	2,20

В таблицях 1 та 2 $i = 1$ — результати для наявної схеми пневматичної підвіски напівпричепа, а $i = 2$ — для удосконаленої.

В процесі виконання маневру «переставка» із завантаженням платформи напівпричепа на 8470 кг і швидкості 25 км/год. частота коливань ω_{ji} є меншою на 17 %, а амплітуда коливань $A_{0_{ji}}$ — меншою на 23 % для напівпричепа з удосконаленою схемою пневматичної підвіски порівняно із існуючою. Аналогічно при завантаженні на 21240 кг і швидкості 25 км/год. частота коливань ω_{ji} є меншою на 18 %, а амплітуда коливань $A_{0_{ji}}$ — меншою на 8 %. Із завантаженням напівпричепа на 8470 кг і збільшенням швидкості частота коливань ω_{ji} є меншою на 18 % і 17 %, а амплітуда коливань $A_{0_{ji}}$ — меншою на 23 % під час руху на швидкостях 35 км/год. і 45 км/год., відповідно.

При завантаженні напівпричепа на 21240 кг і збільшенні швидкості частота коливань ω_{ji} є меншою на 18,3 % і 17,4 %, а амплітуда коливань $A_{0_{ji}}$ — меншою на 20 % і 23 % під час руху на швидкостях 35 км/год. і 45 км/год.. На характеристики коливань впливає відцентрова сила інерції, яка виникає в процесі виконання сидельним автопоїздом маневру «переставка» і є основною силою, що викликає поперечно-кутові коливання напівпричепа (так звану «збуджуючою силою»). Відомо, що сила інерції визначається за формулою [6]

$$P_y = (mV^2)/R,$$

де m — маса напівпричепа; V — швидкість руху сидельного автопоїзда; R — радіус кривизни траєкторії руху.

Із наведеної вище формули видно, що величина сили інерції залежить від швидкості руху. Звідси можна зробити висновок — на характеристики поперечно-кутових коливань напівпричепа впливає швидкість руху сидельного автопоїзда, що і було підтверджено експериментально.

Таким чином, як показав аналіз даних, отриманих в результаті дорожніх випробувань, найбільша ефективність від застосування удосконаленої схеми пневматичної підвіски напівпричепа сидельного автопоїзда спостерігається на швидкості 35 км/год.. Зі зміною швидкості руху з малими завантаженнями платформи напівпричепа частота коливань ω_{ji} зменшується не суттєво, а зменшення амплітуди коливань $A_{0_{ji}}$ є майже сталим. Однак зі збільшенням завантаження платформи напівпричепа зростає ефективність застосування удосконаленої схеми пневматичної підвіски напівпричепа сидельного автопоїзда.

Аналіз даних, отриманих в ході виконання експериментальних досліджень, підтвердив ефективність застосування двох кранів рівня підлоги в системі пневматичної підвіски напівпричепа сидельного автопоїзда та показав достатній збіг результатів, отриманих аналітичним і експериментальними шляхами (розбіжність між даними склала 2,2...4,7 % в залежності від швидкості руху та величини завантаження).

Висновки

Проведені експериментальні дослідження підтвердили ефективність підходу до підвищення поперечної стійкості напівпричепа сидельного автопоїзда застосуванням удосконаленої схеми пневматичної підвіски напівпричепа сидельного автопоїзда, що дозволить зменшити амплітуду та частоту поперечно-кутових коливань напівпричепа сидельного автопоїзда, і тим самим підвищити поперечну стійкість сидельного автопоїзда і запобігти його перекиданню.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вантажні перевезення за січень-вересень 2011 року [Електронний ресурс] / Державна служба статистики України — Режим доступу до ресурсу : <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
2. Смирнов Г. А. Теория движения колесных машин / Г. А. Смирнов. — М. : Машиностроение, 1990. — 352 с.
3. Пат. 59949, Україна, МПК В60G 15/00. Пневматична підвіска напівпричепа вантажного автомобіля / М. С. Гречанюк. — № u201012579; заявл. 25.10.2010; опубл. 10.06.2011, Бюл. № 11/2011.
4. Засоби транспортні дорожні. Стійкість. Методи визначення основних параметрів випробуваннями: ДСТУ 3310-96. — [Чинний з 1997-01-01]. — К. : Держстандарт України, 1996. — 10 с.
5. Степнов М. Н. Статистические методы обработки результатов механических испытаний / М. Н. Степнов. — М. : Машиностроение, 1985. — 232 с.
6. Краткий справочник для инженеров и студентов: Высшая математика. Физика. Теоретическая механика. Сопроотивление материалов / [А. Д. Полянин, В. Д. Полянин, В. А. Попов и др.]. — М. : Международная программа образования, 1996. — 432 с.

Рекомендована кафедрою автомобілів та транспортного менеджменту

Стаття надійшла до редакції 22.11.11
Рекомендована до друку 13.12.11

Гречанюк Микола Сергійович — аспірант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту.
Вінницький національний технічний університет, Вінниця