

**Засновник:**

Донецька академія  
автомобільного транспорту

**Видавець:**

ПП «Рекламно-виробнича фірма  
«Молнія»

Адреса: вул. Октябрю, 22 а,  
м. Донецьк, 83030  
тел.: (062) 388-21-67

За достовірність фактів, цифр,  
точність імен та прізвищ несуть  
відповідальність автори статей

До журналу увійшли статті  
співробітників, аспірантів та  
докторантів Донецької академії  
автомобільного транспорту та  
інших навчальних закладів

Матеріали номера друкуються  
мовою оригіналу

Видання виходить 4 рази на рік  
Видається з січня 2004 року

**Адреса редакції:**

пр. Дзержинського, 7  
м. Донецьк, 83086,  
Тел. (062) 345-21-90  
E-mail: rector@diat.edu.ua  
URL: journal.diat.edu.ua

Рекомендовано до друку вченою  
радою Донецької академії  
автомобільного транспорту.  
Протокол № 3 від 22.12.2011 р.

**Редакційна колегія:**

**Головний редактор**

*Енглезі І.П., ректор Академії, к.т.н.*

**Заступник головного редактора**

*Ткаченко В.П., д.т.н., професор*

**Члени редколегії:**

*Белов Ю.В., к.т.н., доцент*

*Белоусов В.В., д.т.н., професор*

*Бруннер Х., д.т.н., професор (Німеччина)*

*Вербицький В.Г., д.ф.-м.н., професор*

*Вовк Л.П., д.т.н., професор*

*Горожанкін С.А., д.т.н., професор*

*Доля В.К., д.т.н., професор*

*Загороднов М.І., к.т.н., доцент*

*Заренбін В.Г., д.т.н., професор*

*Макаров В.А., д.т.н., доцент*

*Макогон Б.П., к.ф.-м.н., доцент*

*Міротін Л.Б., д.т.н., професор (Російська Федерація)*

*Міщенко М.І., д.т.н., професор*

*Поліщук В.П., д.т.н., професор*

*Сахно В.П., д.т.н., професор*

*Сладковський О., д.т.н., професор (Польща)*

*Сунцов М.В., д.х.н., професор*

*Хаханов В.І., д.т.н., професор*

**Відповідальний секретар**

*Майорова І.М.*

**Коректор**

*Задунайська О.В.*

**Технічні редактори**

*Руденко О.В.*

*Сердюков Р.О.*

# ВІСНИК ДОНЕЦЬКОЇ АКАДЕМІЇ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

## Науковий журнал

### Засновник:

Донецька академія автомобільного транспорту

### Видавець:

ПП «Рекламно-виробнича фірма «Молнія»

Адреса:

вул. Октябрю, 22 а,

м. Донецьк, 83 030

Тел.: (062) 388-21-67

За достовірність фактів, цифр, точність імен та прізвищ несуть відповідальність автори статей.

У журнал увійшли статті співробітників, аспірантів та докторантів  
Донецької академії автомобільного транспорту та інших навчальних закладів

Матеріали номера друкуються мовою оригіналу

Видання виходить 4 рази на рік

Видається з січня 2004 року

### Адреса редакції:

пр. Дзержинського, 7

м. Донецьк, 83 086

Тел: (062) 345-21-90

E-mail: rector@diat.edu.ua

URL: journal.diat.edu.ua

Рекомендовано до друку вченою радою Донецької академії автомобільного транспорту.

Протокол № 3 від 22.12.2011 р.

**Свідectво про державну реєстрацію:** серія КВ № 15 936–4408 ПР від 02.12.2009 р., видане  
Міністерством юстиції України.

«Вісник Донецької академії автомобільного транспорту» включений до Переліку наукових фахових  
видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових  
ступенів доктора і кандидата наук (постанова президії ВАК України від 10 лютого 2010 р. № 1–05/1).

**ISSN 2219-8180**

Підписано до друку 22.12.2011 р. Формат 60 × 84/8. Папір офсетний.

Ум. друк. арк. 12,2. Наклад 100 прим.

Віддруковано у друкарні ПП «Рекламно-видавнича фірма «Молнія»

Адреса:

вул. Октябрю, 22 а,

м. Донецьк, 83030

Тел.: (062) 388-21-67

# Зміст

## Транспортні технології

Енглезі І. П., Калінін О. В. До моделювання продуктивності автомобіля з урахуванням взаємозалежності параметрів транспортного процесу . . . . .	4
Жук М. М., Ковалишин В. В. Методика досліджень впливу функціонального стану водія на час реакції у складних і простих ситуаціях . . . . .	12
Мастепан С. М., Кузьмін В. С., Волобуєва Т. В., Казмерчук І. А. Оцінка професійного рівня виробничих робітників підприємств автосервісу . . . . .	18
Осипов В. О., Коструб В. О. Пропозиції щодо впровадження нового дорожнього знаку . . . . .	23
Толок О. В., Мастепан О. В. Напрямки удосконалення вибіркового методу обстеження інтенсивності руху транспорту на мережі міських вулиць і доріг. . . . .	28
Федоров Е. Е., Ларин В. Ю., Слесорайтите Э. Методика ідентифікації водія на основі формантного підходу і нечіткої нейросети . . . . .	35
Швець В. В., Лисюк О. І., Базалицький Д. А., Єрещенко О. В., Томчук Ю. В., Степанишен Ю. Я. Проектна пропозиція влаштування метротраму у м. Вінниці . . . . .	44

## Транспорт і двигуни внутрішнього згоряння

Гречанюк М. С. Удосконалення пневматичної підвіски напівпричепа вантажного автомобіля . . . . .	48
Керницький І. С., Григоришин О. М., Когут В. М., Смичок В. Д., Коник І. В., Фліс І. М. Прилад для визначення коефіцієнта зчеплення коліс транспортного засобу з автомобільною дорогою . . . . .	53
Костенко А. В. До питання про вплив геометрії кузова легкового автомобіля на стійкість та керуваність . . . . .	58
Ноженко Е. С. Моделирование рабочего процесса дизеля Д49 при использовании озонированного топлива . . . . .	65
Подригало М. А. Уточнение идеального распределения тормозных сил между колесами автомобиля при действии боковой силы . . . . .	72
Попов Д. В., Линник І. І. Покращення екологічних показників дизельних двигунів . . . . .	79
Сунцов Н. В., Макаров В. А., Сунцов А. Н., Ефименко А. Н., Моисеенко Р. Ю. Дифференциальные уравнения для коэффициента сопротивления качению колеса автомобиля и их решение . . . . .	83

## Надійність і довговічність механізмів і машин

Кравченко О. П., Сакно О. П., Лукічов О. В. Прогнозування фактичного терміну експлуатації та призначення нормативного ресурсу шин вантажних автомобілів . . . . .	89
Автори номера . . . . .	96
Правила оформлення та подання статей . . . . .	97

перевозить на годину в 10 раз більше, ніж автомобільний транспорт, і в 3–4 рази більше пасажирів, ніж автобус і тролейбус. Тому в умовах дефіциту міського простору, коли кожна смуга для транспорту виділяється насилу, трамвай є оптимальним рішенням, як для центрів міст, так і для околиць.

### Список літератури

1. М. С. Фишельсон Городские пути сообщения/Фишельсон М. С./Учеб. пособие для вузов.—2 е изд., перераб. и доп.—М.: Высш. школа. 1980.—296 с.
2. Лысыков Б. А. Подземная инфраструктура городов (обзор зарубежного строительства). Монография./Б. А. Лысыков, Л. Л. Кауфман—Донецк: «Норд—пресс», 2004.—267 с.
3. СНиП III 44–77 Тоннели железнодорожные, автодорожные и гидротехнические. Метрополитен/Госстрой СССР.—М.: «Стройиздат», 1978.—136 с.
4. Зубцов Н. М. Метрограм. Подземная линия скоростного трамвая // Метро и тоннели/Зубцов Н. М., Зубцов Н. Н., Скоробогатов А. Д.—№ 4–2003—С. 30–31.
5. Вагоны трамвайные пассажирские. Технические условия: ГОСТ 8802–78.— [Чинний від 1998–12–01].—М.: ИПК Издательство стандартов.—1998.—12 с.
6. Гаев Д. В. Московский метрополитен сегодня // Метро и тоннели./ Д. В. Гаев — М.: Спецвыпуск.—2005.—С.12, 13.

*Аннотация.* Проанализированы самые большие пассажиропотоки во всех частях города Винницы. Рассмотрено применение подземного трамвая в зарубежной практике. Предложен проект устройство быстрого, экономного и комфортного транспортного средства—метротрам. Представлен новый маршрут, который свяжет западную и восточную части города Винницы. Рассмотрена принципиальная схема движения метротрамвая.

*Abstract.* Analyzed the largest passenger traffic in all parts of the city of Vinnitsa. The application of an underground tram to the international practice. Proposed project unit fast, economical and comfortable vehicle—metrotram. A new route to link the western and eastern parts of the city of Vinnitsa. We consider the basic movements metrotramvaya.

Стаття надійшла до редакції 13.10.2011 р.

УДК 629.3.022: 629.332

ГРЕЧАНЮК М. С., аспірант, Вінницький національний технічний університет

## УДОСКОНАЛЕННЯ ПНЕВМАТИЧНОЇ ПІДВІСКИ НАПІВПРИЧЕПА ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЯ

Проведено опис конструкції та принципу дії удосконаленої пневматичної підвіски напівпричепи вантажного автомобіля. Для удосконалення пневматичної підвіски напівпричепи вантажного автомобіля автором запропоновано ввести в її схему другий кран рівня підлоги для регулювання тиску окремо в пневматичних балонах правої і лівої сторони, що дозволить підвищити стійкість напівпричепи вантажного автомобіля і запобігти його перекиданню. Удосконалення пневматичної підвіски напівпричепи вантажного автомобіля дозволяє знизити аварійність вантажних автомобілів із напівпричепами під час їх експлуатації на дорогах.

### Постановка проблеми

Вантажні автомобілі з напівпричепами є одними з основних видів транспорту, якими перевозиться значна частина вантажів на території України. В зв'язку з недотриманням

швидкісного режиму руху, несправного стану транспортних засобів, нерівномірності розташування вантажу по платформі вантажних автомобілів, а особливо вантажних автомобілів із напівпричепами, можливе виникнення аварій. Наслідками аварій за участі вантажних автомобілів із напівпричепами є значні фінансові втрати. Існує значна кількість способів зменшення аварійності на дорогах, серед яких: дотримання швидкісного режиму руху, рівномірне розташування вантажу по вантажній платформі, удосконалення конструкції транспортних засобів. Останній спосіб, на нашу думку, є найбільш дієвим, особливо, якщо мова йде про перевезення негабаритних і спеціалізованих вантажів. Одним із шляхів реалізації такого способу є вдосконалення пневматичної підвіски напівпричепу вантажного автомобіля. Удосконалення пневматичної підвіски напівпричепу вантажного автомобіля, яка значно впливає на його стійкість, є одним із способів зниження аварійності вантажних автомобілів із напівпричепами, і як наслідок, зменшення фінансових збитків.

### **Аналіз останніх досліджень**

На даний час існує декілька варіантів конструкції підвісок напівпричепів, зокрема пневматична та ресорна. Якщо вести мову про модернізацію напівпричепів 2000-х років виготовлення, то, як показав проведений аналіз, найкращим шляхом їх удосконалення є застосування пневматичної підвіски. В напрямку вдосконалення пневматичної підвіски напівпричепу вантажного автомобіля роботи проводяться компанією WABCO [1], яка розробляє системи управління динамічними характеристиками напівпричепів і вантажних автомобілів. Проте ці системи відрізняються значною вартістю та складністю конструкції.

### **Мета дослідження**

Метою роботи є вдосконалення пневматичної підвіски напівпричепу вантажного автомобіля.

### **Матеріали й результати дослідження**

Відома схема пневматичної підвіски напівпричепи вантажного автомобіля [2] не дозволяє виконувати підкачування повітря в пневматичні балони напівпричепи для його вирівнювання під дією зовнішніх впливів.

Крім того, недоліками існуючої схеми пневматичної підвіски напівпричепи вантажного автомобіля є те, що:

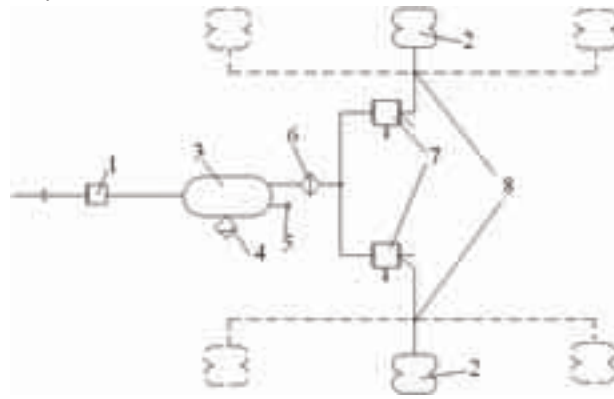
при завантаженні платформи напівпричепи з такою пневматичною підвіскою обов'язково вимагається рівномірне розташування вантажу по платформі, оскільки при нерівномірному розташуванні вантажу при завантаженні відбувається крен напівпричепи, який при подальшому продовженні завантаження може викликати перекидання вантажного автомобіля з напівпричепом;

під час руху вантажного автомобіля з напівпричепом, коли виникають поперечні коливання платформи, повітря у пневматичній системі здійснює поперечно-коливальні рухи, частота яких при вході в резонанс із власною частотою коливань напівпричепи викликає перекидання вантажного автомобіля з напівпричепом.

Зазначені недоліки усуваються шляхом введення в схему пневматичної підвіски напівпричепи вантажного автомобіля другого крану рівня підлоги для регулювання тиску окремо в пневматичних балонах правої і лівої сторони.

На рис. 1 показана запропонована схема пневматичної підвіски напівпричепи вантажного автомобіля, яка складається з перепускного клапану односторонньої дії 1, об'єднаного повітряпроводом із балоном-ресивером 3. Останній 3 містить кран скидання конденсату 4 і контрольний вивід 5. Через магістральний фільтр 6 балон-ресивер 3, з'єднаний повітряпроводом

із двома кранами рівня підлоги 7, а крани рівня підлоги 7 через контрольні виводи 8 — з'єднані з пневматичними балонами 2.



**Рис. 1. Схема удосконаленої пневматичної підвіски напівпричепа вантажного автомобіля**

Пневматична підвіска напівпричепа вантажного автомобіля працює наступним чином: через перепускний клапан односторонньої дії 1 повітря надходить до балону-ресиверу 3, після чого попадає до магістрального фільтру 6, де проходить очищення. В балоні-ресивері 3 передбачені кран для скидання конденсату 4 і контрольний вивід 5 для вимірювання тиску в балоні-ресивері 3. Після проходження магістрального фільтру 6 повітря попадає до входних виводів кранів рівня підлоги 7. У разі нахилу однієї із сторін платформи напівпричепа відкриваються крани рівня підлоги 7, причому через вихідний вивід крану рівня підлоги 7 із зовнішньої сторони нахилу платформи напівпричепа повітря випускається із пневматичних балонів 2, а із внутрішньої сторони нахилу платформи напівпричепа — надходить із балону-ресиверу 3 до пневматичних балонів 2. При вирівнюванні платформи напівпричепа вантажного автомобіля обидва крани рівня підлоги 7 закриваються.

Для визначення ефекту від застосування запропонованої схеми пневматичної підвіски були проведені теоретичні дослідження із визначення періоду та амплітуди поперечних коливань платформи напівпричепа при входженні в резонанс власної частоти коливань повітряпроводу пневматичної підвіски напівпричепа із вимушеною частотою поперечних коливань платформи напівпричепа.

Резонансні коливання в повітряпроводі пневматичної підвіски напівпричепа вантажного автомобіля можуть виникнути при переміщенні повітря з одного пневматичного балону в інший в результаті нахилу розгойдування платформи напівпричепа під час його руху по нерівностях дорожнього покриття.

Частота власних коливань повітряпроводу залежить від внутрішнього тиску й швидкості протікання повітря. З урахуванням впливу цих факторів частота власних коливань у Гц визначатиметься за формулою [3]:

$$\omega' = \omega \sqrt{1 - \frac{P}{P_{кр}}} \quad (1)$$

де  $\omega$  — частота власних коливань повітряпроводу з урахуванням ваги заповненого повітрям повітряпроводу;

$P$  — тиск повітря в повітряпроводі;

$P_{кр}$  — критична сила за Ейлером.

Частота власних коливань повітряпроводу з урахуванням ваги повітря в повітряпроводі визначається як [3]

$$\omega = \frac{3,56}{L^2} \sqrt{\frac{EIg}{G_{III} + G_{II}}}, \quad (2)$$

де  $L$  — довжина повітряпроводу між пневматичними балонами;

$E$  — модуль пружності матеріалу повітряпроводу;

$I = 0,05(D^4 - d^4)$  — момент інерції перерізу повітряпроводу;

$G_{III}$  і  $G_{II}$  — погонна вага повітряпроводу і повітря в ньому.

Тиск повітря в повітряпроводі визначається за формулою [3]:

$$P = \rho f + m \frac{u^2}{2}, \quad (3)$$

де  $\rho$  — щільність повітря;

$f$  — площа внутрішнього перерізу повітряпроводу;

$m$  — лінійна щільність (маса одиниці довжини);

$u$  — швидкість протікання повітря в повітряпроводі.

Критична сила за Ейлером визначається за [4]:

$$P_{кр} = \frac{p^2 EI}{L^2}. \quad (4)$$

Швидкість протікання повітря в повітряпроводі визначаємо із використанням формули Торрічеллі [4]:

$$u = \sqrt{2gH}, \quad (5)$$

де  $H$  — величина стиснення-розтягнення пневматичного балону.

На величину стиснення-розтягнення пневматичного балону  $H$  впливає його розташування на вісі напівпричепи і кут нахилу платформи напівпричепи  $\psi$ :

$$H = 2l \cdot \operatorname{tg}\psi, \quad (6)$$

де  $l$  — міжосьова відстань між осью лінійної вісі напівпричепи та осью лінійної пневматичного балону.

Використовуючи формули (2)—(6) формула (1) прийме вигляд:

$$\omega' = \frac{3,55}{L^2} \sqrt{\frac{EI\pi^2 - (\rho f + 2mgl \cdot \operatorname{tg}\psi) L^2}{(G_{III} + G_{II})}}. \quad (7)$$

Під час руху по нерівностях дорожнього покриття вантажний автомобіль з напівпричепом може здійснювати не лише вільні, а й вимушені коливання напівпричепи, які залежать від частоти періодично діючої збуджуючої сили (чергування нерівностей), що визначається за [5]:

$$\omega'' = \frac{2\pi v}{3,6L_d}, \quad (8)$$

де  $v$  — швидкість вантажного автомобіля з напівпричепом;

$L_d$  — довжина нерівностей дорожнього покриття.

Резонанс, за якого відбувається перекидання вантажного автомобіля з напівпричепом, виникає за умови  $\omega' = \omega''$ .

Період коливань визначається за формулою [4]:

$$T^{(c)} = \frac{1}{\omega^{(c)}}. \quad (9)$$

Для напівпричепа із пневматичною підвіскою як динамічної системи за наявності в ній опору (тертя) рівняння вимушених коливань прийме вигляд [5]:

$$\ddot{x} + \dot{x}\omega' + (\omega'')^2 x = \frac{q(t)}{M}, \quad (10)$$

де  $q(t)$  — функція зміни висоти нерівностей дорожнього покриття  $q$  від часу  $t$ ;

$M$  — маса вантажу на платформі напівпричепа.

З формули (10) шляхом математичних перетворень, визначається амплітуда коливань  $x$ .

### Висновки

Проведені теоретичні дослідження показали зменшення амплітуди поперечних коливань платформи напівпричепа на 20% і періоду поперечних коливань платформи напівпричепа на 10%, що дозволить підвищити стійкість напівпричепа вантажного автомобіля і запобігти його перекиданню. В подальшій роботі планується провести експериментальне підтвердження одержаних теоретичних результатів.

### Список літератури

1. Домашня страница WABCO.— Режим доступу до ресурсу: [http://www.wabcoauto.com/nc/ru/domash-njaja\\_stranica\\_wabco](http://www.wabcoauto.com/nc/ru/domash-njaja_stranica_wabco)
2. Компоненты пневматических тормозных систем для прицепов в соответствии с 71/320/EWG. Схематическое отображение и описание тормозных систем и пневматических агрегатов.— WABCO, 2007.— 34 с.
3. Башта Т.М. Гидропривод и гидропневмоавтоматика.— М.: Машиностроение, 1972.— 320 с.
4. Бутиков Е.И., Кондратьев А.С. Физика: Учебн. пособие: В 3 кн. Кн.1. Механика.— М.: Физматлит, 2004—352 с.
5. Вахламов В.К. Автомобили. Эксплуатационные свойства.— М.: Академия, 2006.— 240 с.

**Аннотация.** Проведено описание конструкции и принципа действия усовершенствованной пневматической подвески полуприцепа грузового автомобиля. Для усовершенствования пневматической подвески полуприцепа грузового автомобиля автором предложено ввести в ее схему второй кран уровня пола для регулирования давления отдельно в пневматических баллонах правой и левой стороны, что позволит повысить устойчивость полуприцепа грузового автомобиля и предотвратить его опрокидывание. Усовершенствование пневматической подвески полуприцепа грузового автомобиля позволяет снизить аварийность грузовых автомобилей с полуприцепами при их эксплуатации на дорогах.

**Abstract.** Makes description of designs and principle of the action advanced air spring suspension of semitrailer truck. To improvement of the air spring suspension of semitrailer truck, the author is offered carry in its scheme second tap level flap for single pressure regulation in pneumatic balloons of right and left sides which that's will allow to increase stability of semitrailer truck and prevent its rollover. The improvement of the air spring suspension of semitrailer truck allows to decrease the accident risk of trucks with semitrailers under their using on roads.

Стаття надійшла до редакції 14.09.2011 р.