

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»  
УКРАЇНСЬКЕ ТОВАРИСТВО З МЕХАНІКИ РУЙНУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ  
НАУКОВЕ ТОВАРИСТВО ІМЕНІ ШЕВЧЕНКА • РЕДАКЦІЯ ЖУРНАЛУ «МАШИНОЗНАВСТВО»



# 13-й МІЖНАРОДНИЙ СИМПОЗИУМ УКРАЇНСЬКИХ ІНЖЕНЕРІВ-МЕХАНІКІВ У ЛЬВОВІ

Матеріали симпозиуму

13-th International Symposium  
of Ukrainian Mechanical Engineers in Lviv  
Proceedings

Львів

18 – 19 травня 2017 р.

дкісною характеристикою, що призводить до збільшення відносних частот обертання елементів фрикційних вузлів.

Перелічені вище чинники обумовлюють вельми високу теплонавантаженість фрикціонів і, як наслідок, нестабільність їхніх характеристик та недостатню надійність. Тому актуальним постало питання дослідження комплексного впливу вагомих чинників на температурний режим фрикціонів, зокрема до недавнього часу це проводилось методами однофакторного або послідовного експериментів. Результати таких досліджень представляють великою кількістю графіків, на основі яких виводять критеріальні залежності, за якими важко визначити числові значення температур при поєднанні чинників, що їх визначають.

Тому зараз застосовують ефективні методи досліджень, які базуються на основі теорії оптимізації, моделювання та планування експерименту, що дозволяють розв'язувати принципово нові задачі, як наприклад, стосовно температури поверхні фрикціонів  $T = f(D, B, \tau)$ , де  $D$  та  $B$  – відповідно діаметр та товщина дисків, а  $\tau$  – тривалість буксування. Для цього використано планування експерименту  $2^3$  для трьох незалежних чинників  $D$ ,  $B$ ,  $\tau$ , які варіюють на двох рівнях [2]. Для певних рівнів зміни чинників прийняті на основі аналізу конструктивних параметрів фрикціонів автотранспортних засобів середньої вантажності й можливої зміни режимних чинників. Температурні режими фрикціонів досліджувались на сітчастих моделях з допомогою програмного комплексу «Mathcad 2 x,y,z» [3].

У результаті опрацювання матриці отримано регресійне рівняння для визначення температур поверхні фрикційних дисків ГМП автотранспортного засобу вантажністю 5 т на форсованих режимах буксування:

$$T_p = 452,276 - 0,31D - 37,5B + 122,5\tau.$$

Регресійна модель дозволяє оцінити ступінь впливу кожного з чинників на температурний режим фрикційних дисків, де кількісною мірою впливу слугує числова величина та знак при коефіцієнті регресії, тобто чим він більший, тим сильніший вплив чинника. Це дозволить поповнити базу даних для проектування трансмісії автотранспортних засобів нового покоління [4].

*Working on more jobs: new models, new features /Modern materials handling, 1982, V. 37, № 5.- P. 58-63. 2. Планирование эксперимента в задачах идентификации и экстраполяции /Г.К. Круг, Ю.А. Сосулин, В.А. ... - М.: Наука, 1977. -207 с. 3. Гудз Г.С. Розподіл теплових потоків в елементах дискових гальмівних систем /Г.С.Гудз, М.В.Глобчак, М.М.Остапчук. - Львів: КІНПІАТРИ ЛТД, 2014. - 110 с. 4. <https://mikro-f.org.ua/robochnictvo/>.*

113

## МОДЕЛЮВАННЯ ПОТЕНЦІЙНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ З НЕЛІНІЙНОЮ СИСТЕМОЮ ПІДРЕСОРИЮВАННЯ

MODELING OF POTENTIALITIES OF WORK EFFICIENCY OF THE VEHICLE WITH NON-LINEAR SPRING

Густав Гудз<sup>1</sup>, Ярослав Підгородецький<sup>2</sup>, Наталія Шевченко<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Національний університет «Львівська політехніка»,  
вул. С. Бандери, 12, Львів, 79013, Україна;

<sup>2</sup>Львівський державний університет безпеки життєдіяльності,  
вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007, Україна;

<sup>3</sup>Національний лісотехнічний університет України,  
вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна.

*Mathematical model of non-linear spring system, which enables to determine parameters of vehicle's operation for the sake of improving of its efficiency taking into account the road conditions and design, is reviewed.*

Сучасні автомобільні дороги (АД) проектуєть такими, щоб вони забезпечували рух поодиноких автомобілів з розрахунковою швидкістю за умови, що для водіїв не створюються перешкоди для оптимального режиму, коли повністю використовуються динамічні можливості транспортного засобу (ТЗ). На АД одночасно здійснюється рух багатьох різнотипних ТЗ, що відрізняються за технічним станом та вантажністю, якими керують водії з притаманною індивідуальною манерою керування.

У транспортному потоці (ТП) здійснюється взаємодія ТЗ, в результаті якої змінюються просторові інтервали між ними, а також зазнають зміни часові інтервали й розподіл ТЗ за ширині коридору їхнього руху. Дані інтервали залежать від швидкості руху ТЗ та індивідуальних особливостей водіїв, які під час руху намагаються максимально дотримуватись безпечних інтервалів. На відстань між ТЗ також впливають дорожні умови, які можуть бути постійними (параметри поздовжнього та поперечного профілю, радіуси кривих у плані, довжини прямих та кривих ділянок тощо) й змінними (наявність вибоїн, колійності, поперечних нерівностей, проламів та надламів крайок доріг тощо).

Неоднозначність поведінки водіїв при аварійному стані доріг змушує їх маневрувати, обганяти тихохідні ТЗ, виїжджати на зустрічну смугу та спричиняючи тим самим ДТП. Реальна обстановка на дорозі, по якій рухається ТЗ у певний момент часу, істотно змінюється з ростом інтенсивності руху. Завантаження дороги безпосередньо впливає на комфортність руху, експлуатаційну ефективність та витрати паливно-мастильних матеріалів ТЗ.

Ситуація на АД та рух потоків ТЗ на них створюють складну комбінацію випадкових явищ, що змінюються в просторі та часі. Під дією різноманітних ситуацій випадково змінюються характеристики руху транспортних потоків (ТП): інтенсивність, склад та швидкість руху, пришвидшення чи сповільнення тощо.

Незважаючи на різні швидкості ТЗ у ТП, основний їх масив за швидкостями коливається у середньостатистичних межах [1]. Часто в складних умовах показник інтенсивності руху не дає достатньої уяви про характер руху, і його доповнюють показником щільності потоку. Враховуючи той факт, що умови руху за довжиною дороги змінюються, то щільність ТП на різних ділянках при постійній інтенсивності буде різною, адже на них будуть впливати такі головні взаємопов'язані чинники, як профіль дорожнього покриття та конструктивні особливості системи підресорювання ТЗ.

Слід зазначити, що значна частина ТЗ масового виробництва оснащена системами підресорювання з металевими пружними елементами, які в своїй переважній більшості мають лінійні пружні характеристики. Такі характеристики, у порівнянні з лінійними, мають менші можливості для поглинання нерівностей дороги, збільшують ймовірності пробоїв підвіски, й тим самим суттєво спричиняють погіршення показників режиму руху ТЗ [2]. Зазвичай у таких конструкціях передбачені обмежувачі взаємного переміщення підресорених і непідресорених мас. Завдяки їм, а також змонтованим двом пружним елементам з різними жорсткостями, можна вважати, що характеристика підвіски є кусково-нелінійною. Однак така нелінійність, в основному, більше захищає кузов ТЗ та його вантаж від механічного пошкодження чи руйнування, ніж уможливорює збільшення швидкісного режиму руху.

Суттєво покращити швидкісні характеристики ТЗ, а також ефективність його роботи на дорогах з незадовільним профілем, можуть підвіски з плавною нелінійною характеристикою. Для оцінювання таких потенційних можливостей щодо збільшення швидкісного руху ТЗ запропонована математична модель системи підресорювання, яка враховує нелінійність неперервного характеру. З її допомогою можна більш точно визначити енергопоглинаючі можливості системи нелінійного підресорювання та визначити потенційно допустимі й ефективні швидкісні режими руху одиночного ТЗ та їх вплив на режим руху ТП в цілому.

1. Організація та регулювання дорожнього руху / за заг. ред. В.П.Поліщука. – К.: Знання України, 2012, – 467 с. 2. Волков В.П. Теорія руху автомобіля / В.П.Волков, Г.Б. Вільський. – Суми: Університетська книга, 2010. – 320 с.

УДК 629.113

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕПЛОАВАНТАЖЕНОСТІ ВЕНТИЛЬОВАНИХ ТА НЕВЕНТИЛЬОВАНИХ ДИСКОВИХ ГАЛЬМ НА РЕЖИМАХ ВИПРОБУВАНЬ І ТА ІІ

The ene  
comparative an  
type I) and pro

З огляду  
тигово-швидк  
значення.

Серед е  
головних міс  
гальмівної си  
його тепловий

Критері  
відповідності  
випробувань  
реалізують е  
становить пор  
та ІІ.

Вперше  
порушив япо  
але без уточн  
позитивний  
роботи гальм  
автобусах та

Енергій  
складають

де  $G_a$  – маса  
– пришвидш  
коченню;  $\gamma_r^1$

З аналі  
попередньом  
тепловіддачі  
температур  
моделюванн  
диференціал  
початкових

Тому  
модель пере  
розрахунков  
Дослід  
10 – 12 цик  
невентильов

Войтків С. Шляхи розвитку конструкцій перспективних електробусів великого класу.....	91
Гашук П., Нікіпчук С. Модельно-симуляційна технологія дослідження термодинамічних процесів у двигунах внутрішнього згорання .....	93
Гашук П., Нікіпчук С. Формалізація структур трансмісії автомобіля. Узагальнений диференціальний механізм .....	95
Глобчак М., Гарматій Г., Дацюк О. Принцип побудови удосконаленої теплової моделі автомобільного парабанного гальмового механізму.....	97
Губ Г., Глобчак М., Коцюмбас О., Коляса А. Системологічна оцінка температурного режиму функційних вузлів трансмісії автонавантажувача .....	98
Губ Г., Підгородецький Я., Шевченко Н. Моделювання потенційних можливостей ефективності роботи транспортного засобу з нелінійною системою підресорювання.....	99
Гука І., Клипко О., Остащук М. Порівняльний аналіз тепловантаженості вентильованих та вентильованих дискових гальм на режимах випробувань І та ІІ.....	100
Гука Р., Льода В. Карта шумового навантаження вулиць міста Львова та методи зниження рівня шуму.....	102
Гурацький Б., Літвін Р. Математична модель трансмісії автомобіля з двомасним маховиком.....	104
Гурацький Б., Осмак О. Вібронавантаженість об'єкта при його перевезенні спеціалізованим автомобілем.....	106
Гурацький О. Оцінювання додаткових витрат енергії двигуна на виконання автомобілем повороту.....	108
Гурацький В., Цюман М. Вплив експлуатаційних режимів на паливну економічність і екологічність роботи автомобіля.....	109
Гурацький С. Техніко-економічний підхід до уніфікації архітектурних форм кузовів автобусів.....	111
Гурацький М. Оптимізація розміщення вантажних одиниць на платформах великовагових автопоїздів.....	112
Гурацький Р. Особливості добору критеріїв оцінювання якості перемикання передач при заданій програмі роботи автомобіля.....	114
Гурацький М., Кайдалов Р., Нікорчук А., Літвінов О. Забезпечення раціонального розподілу теплових навантажень між осями автомобілів з електромеханічним приводом ведучих коліс..	115
Гурацький Н., Байцур М., Полянський О., Подригало М. Дослідження резонансних явищ у трансмісії автомобіля.....	115
Гурацький Ю., Пукало М. Особливості конструкції гальмівного приводу в гібридних легкових автомобілях.....	116
Гурацький М., Пороховський Ю. Моделювання та визначення характеристик варіатора.....	117
Гурацький Л. Крайник Л. Структура комп'ютерного моделювання – оцінювання ресурсу кузова автобуса з урахуванням міцності та корозії.....	119
Гурацький С., Виджак М. Визначення періодичності технічного сервісу автобусів методом парної порівняльності.....	120
Гурацький В., Сороківський О. Проблеми матеріально-технічного забезпечення діяльності підприємства з виробництва вантажних автомобілів.....	121
<b>ТЕМА ПІДЙИМАЛЬНО-ТРАНСПОРТНЕ ОБЛАДНАННЯ ТА ЕЛЕМЕНТИ ПРИВОДІВ МАШИН</b> .....	123
Гурацький М., Малащенко В., Кириченко І. Тертя під час вимикання кулькових обгінних муфт.....	123
Гурацький А., Котлобай А., Котлобай А. Матеріаломіцність насосних агрегатів приводів дорожньо-будівельних машин.....	125
Гурацький Я., Кий А. Розроблення динамічних моделей транспортуючих механічних елементів.....	127
Гурацький В., Стрижак В., Зюбанова Д., Цебренько М. Аналіз результатів стендових випробувань гальмового приводу механізму пересування мостового крана.....	127
Гурацький В., Зюбанова Д., Аніщенко Г., Турчин О., Цебренько М., Стрижак В. Порівняння динамічних характеристик параболічного та s-подібного законів керування об'ємним регульованим приводом за витратами енергії.....	129
Гурацький М., Стрижак М. Раціональні пуско-гальмівні режими роботи гідропроводу механізму пересування крана.....	131
Гурацький С., Малащенко В., Щербак О. Питоме навантаження поверхонь тертя запобіжних муфт підвищеної навантажувальної здатності.....	132