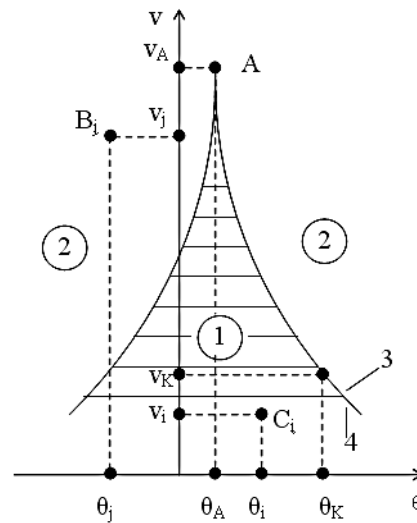
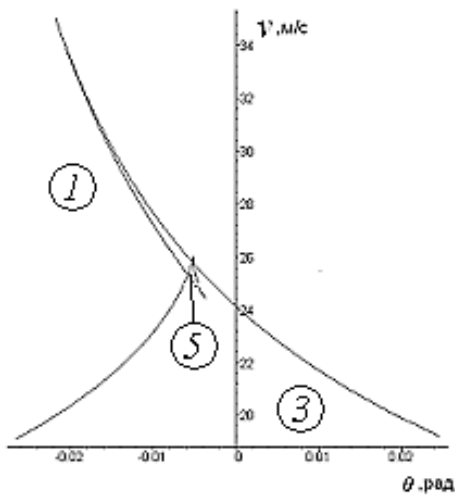


В. А. Макаров, Т. В. Макарова, С. В. Цимбал

СУЧАСНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РОБОТОЗДАТНІСТЮ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

ЕЛАСТИЧНІ РУШІЇ



Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

В. А. Макаров, Т. В. Макарова, С. В. Цимбал

**СУЧАСНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ
РОБОТОЗДАТНІСТЮ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ
ЕЛАСТИЧНІ РУШІЇ**

Практикум

Вінниця
ВНТУ
2021

УДК 629.113.004
МЗ6

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 15 від 25 травня 2021 р.)

Рецензенти:

В. П. Сахно, доктор технічних наук, професор
О. П. Кравченко, доктор технічних наук, професор
В. М. Михалевич, доктор технічних наук, професор

Макаров, В. А.

МЗ6 Сучасні системи управління роботоздатністю транспортних засобів. Еластичні рушії : [практикум] / В. А. Макаров, Т. В. Макарова, С. В. Цимбал. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 102 с.

ISBN 978-966-641-860-2

Практикум відповідає програмі навчальної дисципліни «Сучасні системи управління роботоздатністю транспортних засобів» і містить оригінальні завдання з двох видів занять: практичних й лабораторних. Розв'язання завдань сприяє забезпеченню поглиблення знань магістрантів з розвитку управління робочим станом еластичних рушіїв автомобільних транспортних засобів. Вагомою складовою практикуму, яка допоможе розв'язанню завдань робіт, є додаткова корисна теоретична і практична інформація з зони тяжіння задач, що вирішуються. Цінними можуть бути приклади звітів з робіт і питання для самоконтролю знань.

Зміст практикуму дозволяє використовувати його не тільки для практичних і лабораторних робіт з дисципліни, а також при виконанні індивідуальних завдань та самостійної роботи магістрантів. Результати, інформація та навички, що отримані в даних роботах, можуть бути корисними в процесі створення магістерських кваліфікаційних робіт.

Практикум призначений для магістрантів спеціальності 274 – «Автомобільний транспорт».

УДК 621.01(075)

ISBN 978-966-641-860-2

© ВНТУ, 2021

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	4
ПЕРЕДМОВА	5
ВСТУП.....	7
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1	
Аналіз чинників нероботоздатності шини та оцінювання можливості подальшої експлуатації еластичного рушія	8
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2	
Аналіз інноваційного розвитку еластичних рушіїв автомобілів.....	25
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3	
Аналіз чинників нероботоздатності автомобільних свічок запалювання та оцінювання особливостей подальшого руху АТЗ з означеними свічками.....	37
ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4	
Оцінювання технічного стану автомобільних шин	54
ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5	
Визначення даних щодо розрахунку кута відведення автомобіля при переміщенні по колу	60
ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6	
Діагностування ефективності дії гальмівної системи автомобілів.....	64
ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7	
Визначення шорсткості дорожнього покриття	73
ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8	
Оцінювання можливості використання площі контакту пневматичної шини з опорною поверхнею для діагностування тиску повітря	78
ЛІТЕРАТУРА.....	94
ДОДАТКИ.....	96
Додаток А Приклади відображення значень діагностичних параметрів за результатами оцінювання ефективності дії гальмівної системи	97
Додаток Б	
Оцінювання шорсткості дорожнього покриття методом «піщаної плями» (приклад)	98

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АТЗ	- автотранспортний засіб;
ДВЗ	- двигун внутрішнього згоряння;
ДТП	- дорожньо-транспортна пригода;
ІШ	- інноваційна шина;
КСР	- курсова стійкість руху;
КТЗ	- колісний транспортний засіб;
СЗ	- свічка запалювання;
СРР	- стаціонарний режим руху;
ТС	- технічний стан.

ПЕРЕДМОВА

Отримання нового знання є одним із найскладніших процесів, що відбуваються в планетарній системі Землі. Пізнання характеризується ознайомленням з функціонуванням великої кількості природних протиріч, які зміщені за часом дії та широко розгорнуті в просторі. На теперішньому інтелектуальному та інформаційному етапі прогресу суспільства використовується низка підходів до розвитку освіти в сфері автомобільного транспорту. Багато публікацій відображають великий потенціал різних технічних систем з використанням сучасних інформаційних технологій. Але потрібно використовувати також альтернативні, випробувані часом варіанти формування знань спеціалістів, які також можуть бути дієвими. Так, великий поет, письменник, філософ і вчений Й.-В. Гете писав, що на його розвиток вплинули цілеспрямовані та повні енергії студенти, з якими він безпосередньо взаємодіяв. Олександр Македонський, який завоював найбільшу імперію свого часу, казав, що поважає батька за можливість існування сина, а свого вчителя Арістотеля – за високий рівень свого життя [1].

Мета передмови – висвітлити сутність запропонованих в практикумі робіт та звернути увагу на розгляд автомобільного колеса, яке є найбільш прогресивною та інноваційною системою. На сьогоднішній день, автомобільне колесо не розглядається таким негативним джерелом впливу на навколишнє середовище, як наприклад, двигун внутрішнього згоряння [2]. Тому даний компонент автомобіля постійно розвивається та стає все більш інтелектуальним.

Нижче наведений опис практичних і лабораторно-практичних робіт:

- перша практична робота надає інформацію про спектр можливих змін технічного стану існуючих шин, які використовував рухомий склад колісних транспортних засобів, що переміщується на теперішніх дорогах; магістранту потрібно виконати аналіз отриманого рисунка недосконалого рушія і сформувати версію про процеси, що могли зумовити існуючий вигляд об'єкта;

- в наступній роботі магістрант навчається пізнавати системи автомобіля, які мають, натепер, найбільшу інтенсивність розвитку (в даному випадку розглянуто швидкий прогрес еластичних рушіїв, а не «занепад» двигунів внутрішнього згоряння – магістрант навчається здійснювати пошук інноваційної інформації, що є новою для автомобілів). Далі потрібно сформувати у магістранта здібність генерувати нові технічні рішення для автомобільного транспорту: створити діагностичний засіб, установку для ремонту тощо;

- третя практична робота закріплює знання про ретроспективний

аналіз причин незадовільного технічного стану елементів електрообладнання на прикладі автомобільних свічок запалювання;

- на наступних етапах формування здібностей магістранта застосовуються лабораторно-практичні роботи, які поглиблюють формування знання про технічний стан еластичних рушіїв та контрольні-діагностичні роботи з шинних і гальмівних систем, що є визначальними для оцінювання ефективності та прогнозування дії системи «колесо – дорога».

Кожна інформація для практичної або лабораторно-практичної роботи містить стисле викладення теоретичного і довідкового матеріалу, які уможливають розв'язання поставлених завдань.

Запропоновані в роботах напрями і методики направлені на забезпечення найбільш цінного остаточного результату багаторічного навчання в університеті – формуванню випускової кваліфікаційної роботи. Адже важливим є не проходження «терен» сукупності тестів, а вистраждана, створена і презентована самим магістрантом випускова кваліфікаційна робота, з досягненнями якої він займе життєву позицію, де його знання будуть потрібні у великому спектрі динамічної діяльності транспорту (часто в умовах невизначеності). Під час презентації та захисту випускової роботи автору потрібно перетворити надрукований текст на абетку з психологічним впливом мови, яка «пробуджує» та зворушує слухачів на середині слів, що висвітлюють «пучок» сутностей проведеного аналізу. Після пізнання логічної та «веселої» істини наук, магістрант вступить в життя з його «жагучою і злою» мудрістю [1].

ВСТУП

Задачами дисципліни «Сучасні системи управління роботоздатністю транспортних засобів» (далі – ССУРТЗ) є вивчення:

- сучасних тенденцій розвитку систем автомобіля, які є «локомотивами» вирішення прогресу колісних транспортних засобів в цілому;
- технічної експлуатації означених сучасних систем;
- можливих технічних впливів, що дозволяють управляти роботоздатністю теперішніх транспортних засобів.

Потрібно набути практичних навичок розв'язання варіантів дії різних процесів на зміну структури елементів або компонентів КТЗ за зовнішнім виглядом або результатами діагностування.

Важливим є зв'язок дисципліни ССУРТЗ з дисциплінами: «Організація наукових досліджень в галузі транспорту», «Виробничі процеси та процедури надання послуг в автосервісі», «Економічне обґрунтування інноваційних рішень в галузі транспорту», «Прогресивні методи та технології експлуатації та сервісу автомобілів».

Дисципліна ССУРТЗ є однією з базових, за якими здійснюється цикл підготовки магістранта зі спеціальності 274 – «Автомобільний транспорт». Вона має остаточно сформувати особистість магістранта, який буде в змозі виконати магістерську кваліфікаційну роботу (МКР), прилюдно презентувати її спеціалістам та присутнім при захисті МКР так, щоб вони були зацікавленими задавати питання, на які здобувач має докладно та вдало відповідати, створюючи піднесену атмосферу «народження» нового дієвого магістра.

Використання практикуму направлено на формування у магістрантів ВНТУ компетентностей з прийняття сміливих і нестандартні рішень, що дозволить випускникам бути цінним і привабливим активом університету в змаганні з іншими закладами освіти. В процесі навчання означеному формуванню можуть сприяти такі складові:

- прилюдне надання самостійно розробленої навчальної або наукової інформації перед слухачами, яких потрібно зацікавити;
- жорстка логіка компактного викладення суті проблеми та її розв'язання;
- емоційність та образність викладання інформації за спеціальністю;
- миттєва й доцільна реакція магістранта, що захищає свою точку зору, відповідаючи на контраргументи слухачів;
- авторитетний висновок викладача.

Таким чином, в процесі виконання робіт відбувається поглиблення теоретичних знань і зростання інтелекту магістранта, які дозволяють змагатися з іншими амбіційними претендентами за перемогу в розв'язанні певної складної технічної ситуації.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1
АНАЛІЗ ЧИННИКІВ НЕРОБОТОЗДАТНОСТІ ШИНИ ТА
ОЦІНЮВАННЯ МОЖЛИВОСТІ ПОДАЛЬШОЇ
ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛАСТИЧНОГО РУШІЯ

Мета роботи: формування дослідницького підходу магістранта до визначення технічного стану шини та можливості відновлення роботоздатності еластичного рушія транспортного засобу.

1.1 Характеристика об'єкта та методів дослідження

Об'єкт дослідження – пневматична шина.

Перед формулюванням поняття пневматичної шини доцільно спочатку проаналізувати важливість та особливість автомобільних коліс.

Колеса автомобілів, які рухаються по опорній поверхні планети, є важливими елементами транспортних засобів, що здійснюють раціональне переміщення в просторі пасажирів та матеріальних об'єктів. В системі «коле-со – дорога» розв'язується значуща технічна проблема – формування силової взаємодії поверхні оболонки кола еластичного колеса з розгорнутою у просторі лінійною поверхнею дороги. Таке завдання чомусь не вирішувала (або не вирішила) геніальна майстриня дійсності – первинна природа Землі. За гігантський період часу свого розвитку, вона з великим терпінням створила нескінченну кількість досконалих об'єктів. Але витончена ускладненість природи не дозволила їй оснастити колесами для руху жодне з її творінь. Тільки людина розв'язала завдання руху на колесах.

Є інформація, що в середині ХІХ-го століття, почали використовувати еластичні оболонки, які закріплялися на зовнішньому колі коліс кінських екіпажів. Означене технічне рішення дозволило поліпшити зчеплення рушія з опорною поверхнею, що зумовило можливість формування силового поля у контакті колеса з дорогою. Надалі, були створені основи керованості та стійкості руху автомобілів на пневматичних шинах.

Пневматична еластична шина – це рушій автомобіля, що має форму увігнутого еластичного кільця з бічними краями, які закріплюються на диску колеса для формування внутрішньої порожнини, що заповнюється стисненим повітрям. Пружне кільце має композитну структуру, що містить гуму, металеві та штучні елементи.

Внутрішній тиск повітря пневматичної шини визначає геометрію і пружність колеса [3]. Саме повітря є складовою невіднесеною шини, що швидко обертається. Наведені позитивні властивості використання стисненого повітря зумовили довгий життєвий цикл пневматичної шини. До того ж, атмосферне повітря в довікллі, поки що, є безкоштовним.

8.7 Питання для самоконтролю

1. Наведіть характеристику впливу внутрішнього тиску повітря в шині легкового автомобіля на площу контакту еластичного рушія з опорною поверхнею.
2. Назвіть два параметри пневматичної шини, які можуть змінити площу її контакту з дорогою.
3. Які вимоги можуть бути до майданчика, що призначений для вимірювання основних статичних характеристик пневматичних шин?
4. Яка модель використовується для експерименту?
5. Охарактеризуйте основні компоненти проїзного стенда для діагностування тиску повітря в шині за параметрами площі контакту з опорною поверхнею.
6. Яке обладнання можна використати для вимірювання площі контакту колеса з опорною поверхнею?
7. Чому для експерименту обирається легковий автомобіль?
8. Які вимоги висуваються до місця проведення експерименту?
9. Яким чином отримуються відбитки плями контакту шини з поверхнею?
10. Як обгрунтовується кількість вимірювань в експерименті?
11. Охарактеризуйте сутність проведення дисперсійного аналізу.
12. Як розраховується число ступенів вільності для факторів експерименту та для помилки?
13. Дайте характеристики основним рівням входних факторів в матриці експерименту.
14. Якою лінійною моделлю подані результати експерименту для двох факторів?
15. Як подані результати дисперсійного аналізу?
16. Вплив якого фактору визначено значущим?
17. Поясніть аналіз відмінності середніх значень рівнів значущих факторів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Макаров В. А. Про можливі шляхи до підготовки спеціалістів з вищою технічною освітою для сучасного автотранспортного комплексу. Вісник машинобудування та транспорту Вінницького національного технічного університету. 2017. Вип. № 2 (6). С. 105–109.
2. Rudolph F. Verkehrswende für Deutschland. Der Weg zu CO2-freier Mobilität bis 2035 / F. Rudolph, T. Koska, C. Schneiderю – Wuppertal Institut, 2017. – 88 S.
3. Балабин И. В., Макаров В. А., Писанец А. А. Внутреннее давление воздуха в шине как силовой фактор, определяющий несущую способность автомобильного колеса. Вісник Донецької академії автомобільного транспорту. 2012. № 3. С. 64–68.
4. Макаров В. А. Особливості експлуатації та випробування еластичної шини автомобіля : монографія. Донецьк : ДААТ, 2010. 152 с.
5. Макаров В. А. Наукові основи поліпшення курсової стійкості руху легкового автомобіля : дис. ... док-ра техн. наук : 05.22.02 / Національний транспортний університет. Київ, 2011. 341 с.
6. Вербицький В. Г., Макаров В. А., Костенко А. В. До питання про вплив розташування шин із жорсткісною неоднорідністю на курсову стійкість руху легкового автомобіля. Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту. 2007. № 2. С. 7–15.
7. How the MICHELIN X Tweel Airless Radial Tire Works. URL : <https://www.michelintweel.com/aboutTweel.html>.
8. Шина Goodyear Oxygene виробляє електрику і очищує повітря. Новини IT. 2018. URL : <https://root-nation.com/news-ua/it-news-ua/ua-shina-goodyear-oxygene/>.
9. Макарова Т. В., Оринський І. А., Коновалов М. Д. Аналіз сучасних аспектів розвитку безповітряних шин. Матеріали XLIX науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ : електрон. вид. 2020. URL : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2020/paper/view/9149>.
10. Goodyear представила концепцію шин, способных трансформироваться в воздушные винты. URL : <https://itc.ua/blogs/goodyear-predstavila-kontseptsiyu-shin-sposobnyih-transformirovatsya-v-vozdushnyie-vintyi/>.
11. Сверхфутуристичная шина Kumho Maxplo с изменяющимся протектором. URL: <https://xexe.mirtesen.ru/blog/43330379671/Sverhfuturistichnaya-shina-Kumho-Maxplo-s-izmenyayuschimsya-prot>.
12. Zündkerzenbild / Gesicht der Zündkerze : веб-сайт. URL : <https://www.bosch24.de/zuendkerzen-richig-deuten/> (дата звернення: 22.04.2021).

13. ДСТУ 3649:2010. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання. [Чинний від 2011–07–01]. Київ, 2011. 30 с.
14. Правила технічної експлуатації коліс та пневматичних шин колісних транспортних засобів категорій L, M, N, O та спеціальних машин, виконаних на їх шасі : Наказ Міністерства інфраструктури України від 26.07.2013 р. № 549. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1452-13#Text>.
15. Експлуатаційні норми середнього ресурсу пневматичних шин колісних транспортних засобів і спеціальних машин, виконаних на колісних шасі : Наказ Міністерства транспорту та зв'язку України від 20.05.2006 р. № 488. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0712-06#Text>.
16. Макаров В. А., Хребет В. Г., Дугельний В. М. Про один підхід до оцінки впливу жорсткісної неоднорідності еластичної пневматичної шини на стійкість руху дорожнього транспортного засобу. Вісник Центрального наукового центру Транспортної академії України. 2000. Вип. 3. С. 95–96.
17. Fahrsicherheitssysteme. BOSCH. [E. Siegert, H. Geisler, A. van Zanten, R. Becker und andere.] ; red. Horst Bauer. – [2. – aktualisierte und erw.]. – Braunschweig, Wiesbaden : Vieweg, 1998. – 249 S.
18. Über DEKRA. URL: <https://www.dekra.de/de/ueber-dekra/>.
19. Устройство для диагностирования пневматических шин колесных транспортных средств : а.с. № 687356 СССР. Открытия. Изобретения. 1979. №35.
20. Шеффе Г. Дисперсионный анализ. / Шеффе Г. – М., 1980.

ДОДАТКИ

Навчальне видання

**Макаров Володимир Андрійович
Макарова Тамара Володимирівна
Цимбал Сергій Володимирович**

**«СУЧАСНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ
РОБОТОЗДАТНІСТЮ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ»
ЕЛАСТИЧНІ РУШІЇ**

Практикум

Рукопис оформив *В. Макаров*

Редактор *В. Дружиніна*

Оригінал-макет виготовила *О. Кушнір*

Підписано до друку 02.09.2021 р.
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Друк різнографічний. Ум. друк. арк.
Наклад 40 (1-й запуск 1–21) пр. Зам. № 2021-083.

Видавець та виготовлювач
Вінницький національний технічний університет,
інформаційний редакційно-видавничий центр.
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Хмельницьке шосе, 95,
м. Вінниця, 21021.
Тел. (0432) 65-18-06.
press.vntu.edu.ua;
E-mail: kivc.vntu@gmail.com.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01. 07.2009 р.