

Бегерський Д.Б., к.т.н., зав. кафедри А і ТТ

Опанасюк Є.Г., к.т.н., доц.

Кубрак Ю.О., к.т.н., доц.

Коваль А.О., студ., гр. ААГ-18м

Державний університет «Житомирська політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМОБІЛЯ ШЛЯХОМ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Головна проблема, яку вирішують при розрахунку обтічності автомобіля полягає у зниженні лобового аеродинамічного опору. Роль зниження лобового опору надалі стає все більш чутливою, бо швидкості автомобілів зростають, а лобовий опір повітря зростає зі збільшенням швидкості руху, від практично нульового значення на швидкості в 5 км/год, до досить відчутного при збільшенні швидкості. Відомо, що сила опору повітря має квадратичну залежність від швидкості руху автомобіля, тобто, при збільшенні швидкості з 60 до 120 км/год сила опору повітря зростає у 4 рази.

Сила опору повітря R_w складається із сили тиску зустрічного потоку повітря, сили, створюваної розрідженням за автомобілем, та сили тертя повітря по поверхні автомобіля. Значення сили опору повітря, яка залежить від лобової площі автомобіля, його форми, швидкості руху і густини повітря, визначається по формулі:

$$R_w = F_w K_w V^2, \text{ Н,}$$

де F_w – площа проекції автомобіля на площину, перпендикулярну до його повздовжньої осі (лобова площа автомобіля), м^2 ; K_w – коефіцієнт опору повітря, який залежить від форми автомобіля, якості його лакофарбового покриття та атмосферних умов, кг/м^3 ; V – швидкість руху автомобіля, м/с .

Значення коефіцієнту опору повітря визначається експериментально продувкою автомобіля, або його макету, в аеродинамічній трубі.

Визначити точне значення лобової площі автомобіля доволі складно, бо для цього необхідно виконати заміри автомобіля і викреслити його зовнішній контур, або мати електронну модель автомобіля (комп'ютерне тривимірне моделювання в одній із сучасних систем геометричного моделювання об'єктів проектування). Тому для визначення площі можна використовувати наближені формулами, а саме:

- для вантажних автомобілів:

$$F_w = B H_a, \text{ м}^2;$$

- для легкових автомобілів:

$$F_w = 0,78 B_a H_a, \text{ м}^2,$$

де B – колія автомобіля, м ; B_a – найбільша ширина автомобіля, м ; H_a – найбільша висота автомобіля, м .

Дійсний коефіцієнт опору повітря залежить від густини повітря, тобто від барометричного тиску і температури. Тому часто для розрахунку опору повітря руху автомобіля використовують коефіцієнт обтічності C_x , який характеризує тільки форму автомобіля. Коефіцієнт опору повітря K_w автомобіля пов'язаний з коефіцієнтом обтічності C_x співвідношенням

$$K_w = 0,5 C_x \rho,$$

де ρ – густина повітря в кг/м^3 (для нормальних погодних умов $\rho = 1,25 \text{ кг/м}^3$).

Потужність, необхідна для подолання опору повітря, визначається по формулі:

$$N_w = F_w K_w V^3 / 1000, \text{ кВт.}$$

В наближених розрахунках можна використовувати наступні середні значення лобової площі F_w (в м^2) і коефіцієнта опору повітря K_w (в кг/м^3) (Таблиця 1):

Таблиця 1

Середні значення лобової площі і коефіцієнта опору повітря

	F_w	K_w
Легкові автомобілі з кузовом:	-	-
- закритим	1,6÷2,8	0,2÷0,35
- відкритим	1,5÷2,0	0,4÷0,5
Вантажні автомобілі	3,0÷5,0	0,6÷0,7
Автомобілі з кузовом вагонного типу	4,5÷6,5	0,24÷0,4
Гоночні автомобілі	1,0÷1,3	0,13÷0,15

Визначення сили опору повітря шляхом комп'ютерного моделювання.

Одним із можливих шляхів точного визначення величини сили опору повітря є комп'ютерне моделювання, засноване на системі кінцевих елементів. Прикладами програмного забезпечення, яке використовується для розрахунку потоків є SolidWorks Flow Simulation та Ansys Fluent.

Етапами у розрахунку є:

- Побудова твердотільної моделі (рис. 1);
- Побудова сітки кінцевих елементів
- Додавання моделі у модуль розрахунку;
- Задавання вхідних умов для розрахунку;
- Обробка результатів.

На рис. 1 представлено приклад тривимірної твердотільної моделі легкового автомобіля, виконану у середовищі Ansys Fluent, для подальшого дослідження аеродинамічних характеристик автомобіля.

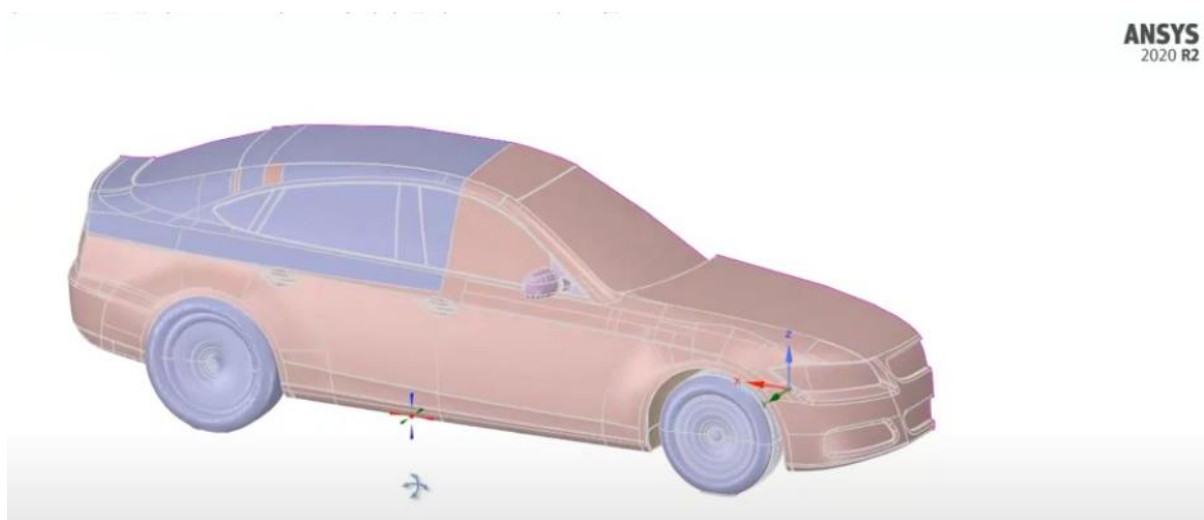


Рис. 1. Тривимірна твердотільна модель легкового автомобіля

На рис. 2 представлено деякі результати моделювання аеродинамічних характеристик автомобіля, проведеного у середовищі Ansys Fluent.

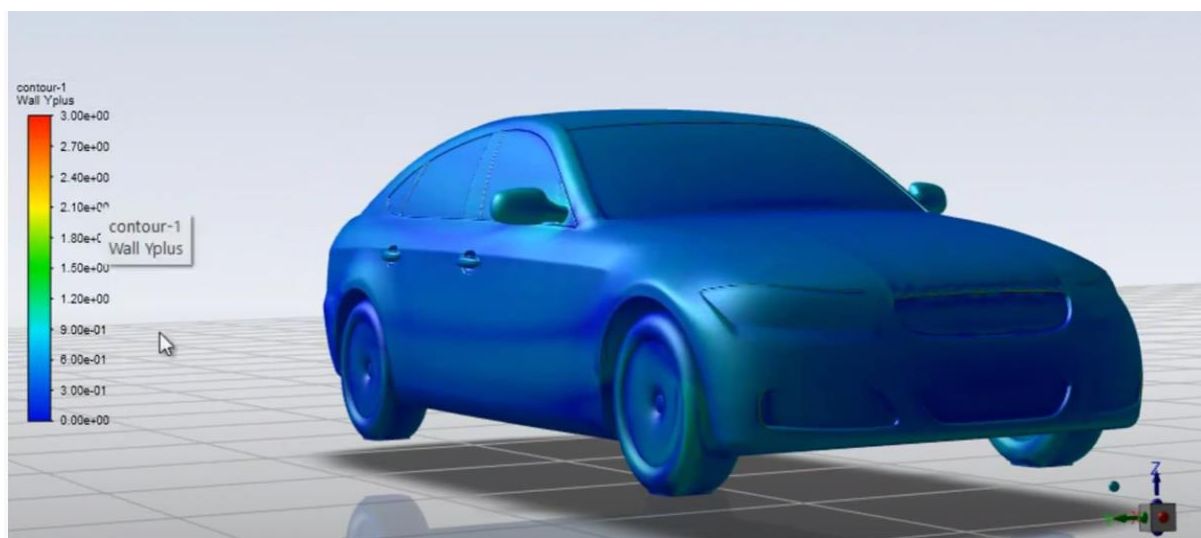


Рис. 2. Аналіз деяких результатів комп'ютерного моделювання аеродинамічних характеристик автомобіля

Комп'ютерне моделювання дозволяє спростити, пришвидшити і здешевити процес розрахунків і проектування моделей завдяки можливості застосовувати нові рішення, без потреби у побудові фізичної моделі та перевірці її у аеродинамічній трубі. Побудову фізичної моделі виконують лише після серії з декількох вдалих досліджень на базі CAD.

АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АВТОМОБІЛЬНОГО ДВИГУНА НА ОСНОВІ ВИЗНАЧЕНОЇ КОМПРЕСІЇ

При загальній високій надійності сучасних автомобільних двигунів базовим елементом, що визначає їх ресурс, залишається циліндропоршнева група. Метод аналізу компресії в циліндрі довгий час був найбільш поширеним методом аналізу стану циліндропоршневої групи. Внаслідок нерівномірності зносу верхньої частини гільз циліндрів з формуванням конусності і еліпсності збільшується витік робочого заряду на такті стиснення через зазор пари «гільза-кільце» і знижується величина ступеня стиснення. Наслідком зменшення фактичного ступеня стиснення є погіршення згоряння робочої суміші і очищення циліндрів від продуктів згоряння, що веде до погіршення роботи двигуна [1, 2]. Крім того, при збільшенні зазорів частина незгорілого палива потрапляє в картер, завдяки чому моторне масло змінює свої властивості, а саме збільшується витрата і знижується тиск масла, збільшуючи знос механізмів двигуна. На такій стадії експлуатації двигун потребує капітального ремонту (рис. 1).

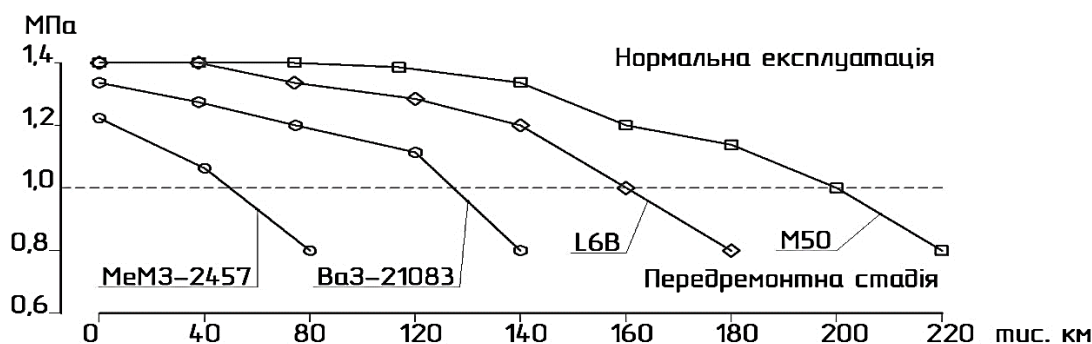


Рис. 1. Результати вимірюваної компресії двигунів (МПа) залежно від пробігу автомобіля (тис. км)

Кількість відпрацьованих мотогодин двигуном залежить від якості його виготовлення і складання, обкатки, режимів, на яких він експлуатувався, від якості палива і моторного масла. Так, наприклад, для більшості бензинових двигунів, що експлуатуються на території України, критичним є значення компресії в циліндрі менше 1 МПа. Ця величина є граничним значенням, при досягненні якого двигун експлуатується з швидким погіршенням всіх робочих параметрів (перевитрата палива, збільшується витрата масла, зниження потужності, підвищення димності і токсичності відпрацьованих газів). Як видно з рис. 1, задовільне значення компресії двигуна (більше 1 МПа) при середньостатистичному пробігу у автомобілів складає: для автомобіля ЗАЗ-1102 «Таврія» з двигуном MeM3-2457 – 40...60 тис.км, для автомобіля ВаЗ-2109 з двигуном ВаЗ-21083 – близько 120 тис.км, для автомобіля FORD SIERRA з двигуном L6B – 160 тис.км, для автомобіля BMW-320i з двигуном M50 – близько 210 тис. км.

Крім того, якщо компресія менше 1 МПа, то в циліндрах зменшується температура, до якої розігрівається паливна суміш при процесі стиснення. Для дизелів цей фактор є критичним, так як поріг самозаймання для дизельного палива складає 300...400 °С і, відповідно, двигун може не запуститися.

Для більшості сучасних бензинових двигунів величина компресії становить 14 атм. При такій компресії температура паливно-повітряної суміші перед її займанням перевищує 180 °С, що сприяє кращому випаровуванню палива (приблизно 90 % палива знаходиться в газоподібному фазі) і забезпечує хороші пускові властивості і кращу повноту згоряння. Таким чином, висока компресія в циліндрах – це бар'єр на шляху потрапляння палива в масло і запорука довголіття двигуна. Зменшення ж компресії хоча б в одному циліндрі нижче критичних значень (менше 10 атм) «запускає» процес руйнування в області двигуна, де раніше моторне масло надійно справлялося зі своїми захисними обов'язками.

Список використаної літератури:

1. Диагностика технического состояния двигателя. URL: <http://stroy-technics.ru/article/diagnostika-tekhnicheskogo-sostoyaniya-dvigatelya> (дата звернення: 19.04.2021).
2. Топливо для карбюраторных двигателей. URL: <http://stroy-technics.ru/article/toplivo-dlya-karbyuratomykh-dvigatelyei> (дата звернення: 19.04.2021).

**Бузун Т.М., к.ф.-м.н., доц., доц. кафедри «Менеджмент»
Сніжко Л.Л., к.е.н., доц., доц. кафедри «Менеджмент»
Разводовська В.О., ст. викл. кафедри «Менеджмент»
Петровська О.М., студ.**

Національний транспортний університет

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПАСАЖИРОПЕРЕВЕЗЕННЯМИ В РЕГІОНІ

Моніторинг діяльності автотранспортних підприємств, що має міжгалузеві ознаки та соціально-економічний аспект, повинен поєднуватись єдиним стандартизованим інформаційним потоком з однаковими умовами для учасників ринку щодо здійснення контролю, регулювання та виявлення сучасного стану об'єктів управління.

Склад учасників пасажирського наземного транспортного обслуговування міського та приміського сполучення формується із споживачів і постачальників послуг, організаторів транспортного обслуговування, науково-дослідних інститутів, контролюючих та регулюючих органів та ін. Поєднання їх в єдину систему здійснюється за рахунок функціональних зв'язків, які проявляються у відносинах.

Для системного опису моделі управління пасажиропереvezеннями в регіоні необхідно визначити її основні функціональні елементи. Спираючись на теорію господарських систем будь-яка система описується за допомогою чотирьох елементів (вхід, функція, процесор, вихід): вхід визначає ресурси (трудові, матеріальні, нематеріальні, фінансові, інформаційні, ін.), які видозмінюються на виході; функція – ціленаправлена діяльність об'єкта; процесор – логічна внутрішня програма, що перетворює ресурси, отриманих від підсистеми “вхід” і характеризується множиною факторів, які в певних умовах забезпечують перетворення ресурсів на виході; вихід – це результат обробки ресурсів після входу за допомогою цільової функції системи.

Для кожного з елементів застосовується вимір (фізичний, динамічний, контрольний, плановий, прогнозний) для специфікації конкретної системи. Таким чином, будь-яка система може бути представлена у спрощеному вигляді у вигляді матриці, що охоплює системні характеристики (4x4).

Якщо такий підхід застосувати до моделювання системи управління автотранспортним комплексом загалом, тоді необхідно сумістити елементи та їх відносини із зовнішнім середовищем і, відтак, матриця системних характеристик повинна бути доповнена характерними елементами функціональних зв'язків. При цьому, такі елементи повинні окреслювати найбільш вагомні компоненти ринкового середовища: цільових споживачів, інфраструктуру транспортного ринку, партнерів, конкурентну і державну стратегію. Потрібно зазначити, що включення партнерів, конкурентів і державне регулювання в системну модель обумовлено, перш за все, зацікавленістю органів влади в організації нормальної роботи та розвитку системи пасажирських автоперевезень, а також прагненням до економічного зростання регіонів та створення кваліфікованих робочих місць. Загальним критерієм ефективності може бути соціально-економічний ефект, що враховує заданий рівень якості транспортних послуг при оптимізації управлінських дій і врахуванням безпеки перевезень до складових надання послуг. Пасажироперевізник незалежно від форм власності підприємства та його розміру обов'язково повинен здійснюватися підготовчий процес відповідно до визначеного стандартизованого регламенту. Сьогодні ці процедури не дуже прозорі, а їх порушення може виявитися тільки постфактум при проведенні відповідних експертиз.

Запропоновану модель системи управління пасажиропереvezеннями в регіоні можна представити у вигляді матриці системних ознак, котра вміщує чотири основні компоненти, які можуть бути описані в розрізі чотирьох основних вимірників: фактичні (статистичні), діагностичні (контрольні), динамічні (тенденції та потенції), прогнозні (корегування та деталізація цілей).

Загальна схема компонентів моделі представлена на рисунку. Необхідно зазначити, що в основу системи покладено класифікацію за ознакою системного вимірювання. В розрізі цього потрібно окреслити типові бізнес-процеси, які притаманні елементам ринку автотранспортного комплексу (керований та управлінський системі) та виділити їх в окремі процеси щодо подальшого групування інтегрованих контрольних показників діяльності для формування бази стандартів для визначення ефективності транспортного управління в місті / регіоні щодо надання послуг з автотранспортних регулярних перевезень, цільових пріоритетів в діяльності як транспортного комплексу загалом, так і окремих його учасників.

Під бізнес-процесами розуміється сукупність взаємозалежних підсистем в межах діяльності пасажироперевізника, що охоплює послідовність функцій та видів діяльності (підпроцесів) під час виробництва і реалізації транспортних послуг, тобто те, що задіяно для досягнення корисності послуги.

Функція вказує на те, чого потрібно досягти на виході без деталізації як це робити, а ціль – це бажаний результат або стан системи.

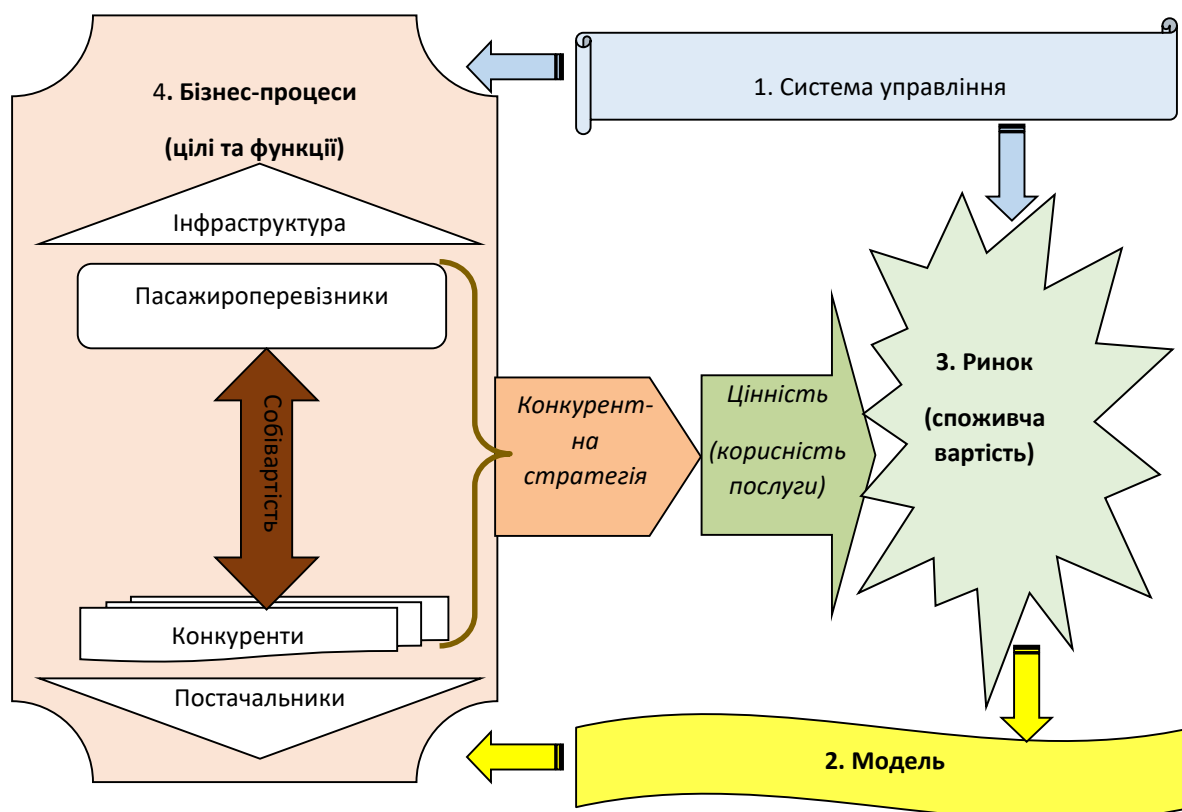


Рис. 1. Принципова схема взаємозв'язку елементів моделі управління пасажироперевезеннями в регіоні

Потрібно зазначити, що при постановці цілі в управлінні діяльністю автотранспортними підприємствами ключовим є балансування інтересів учасників ринку: підтримка необхідного рівня доходу (рівня витрат) підприємств і соціально-економічного розвитку регіону.

Компонент «цінність» описує фактори і характеристики, що пов'язані з корисністю послуги, яка утворюється в конкурентному середовищі. Тут мова йде про якісні характеристики, що пропонуються на ринку, про параметри охоплення та умови надання послуг. Ринок споживачів відмінний за видами і дальністю перевезень.

«Процесор» характеризує підприємницьку діяльність за видами економічної діяльності в даному регіоні (пасажироперевізники і конкуренти, станції технічного обслуговування, логістичні комплекси з продажу автозапчастин, шин та паливно-мастильних матеріалів та ін.). Він поєднує в собі множину внутрішньогалузевих факторів, які висвітлюються в собівартості послуги. Це питання потребує стандартизації і деталізації на державному рівні: повинні бути прописані стандартні бази розподілу витрат, деталізація статей, техніко-економічні коефіцієнти і деталізовані вимоги до зовнішньої звітності, якості пасажироперевезень, що може і повинне бути враховано при участі у конкурсі пасажироперевізників на певних маршрутах не залежно від їх форм власності.

Системний аналіз взаємозв'язків між основними елементами даної моделі може виявити існування ряду проблем, і, перш за все, проблеми її відповідності та стійкості. Оскільки для зовнішнього середовища в цілому притаманні динамічні зміни, то може знадобитися адаптація або за рахунок зміни окремих характеристик елементів бізнес-процесів, або шляхом її зміни в цілому. В умовах динамічних змін зовнішнього середовища сильні і внутрішньо стабільні підприємства можуть проявити слабкість до адаптації зовнішніх змін. В цьому випадку потрібно переглядати та узгоджувати чи оновлювати структуру управління, щоб не втратити позитивний досвід діяльності окремих підприємств. Отже, потрібна періодична перевірка самої моделі управління на предмет її відповідності сучасним вимогам.

Висновок. Застосування представленої у дослідженні моделі системи управління пасажироперевезеннями в регіоні, що базується на стандартизованому інформаційному масиві учасників даного ринку, сприятиме підвищенню ефективності управління транспортом в конкретному регіоні щодо надання послуг з регулярних пасажирських перевезень.

Ліщук В.О., студ., гр. ТРТ-3, ФКІТМР
 Колодницька Р.В., к.т.н., доц. каф. АіТТ
 Державний університет «Житомирська політехніка»

АНАЛІЗ ЗМЕНШЕННЯ ВИКИДІВ ВІД АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ ЗА РАХУНОК ОПТИМІЗАЦІЇ РОБОТИ СВІТЛОФОРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ PTV VISSIM

У швидкозростаючих містах транспортний сектор є основним джерелом викидів забруднювачів повітря, включаючи канцерогени. Поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ) та інші стійкі органічні сполуки викликають серйозне занепокоєння через їх токсичність та серйозні наслідки для здоров'я. В Україні були запроваджені євронорми на шкідливі викиди для транспортних засобів (ТЗ). Першими були прийняті норми «Євро-2», введені в дію відповідним технічним регламентом у 2006 році, «Євро-3» впровадили лише у 2013 році, а «Євро-4» – у 2014; стандарт «Євро-5» набув чинності - у 2016 році [1]. Але, на жаль, ці норми не регламентують канцерогени, які найбільше викидають транспортні засоби, що використовують дизельне паливо. В даній роботі були підраховані шкідливі викиди дизельних транспортних засобів, використовуючи програму COPERT [2].

Річні викиди канцерогенів було розраховано за наступною формулою [3]:

$$E_{ijk|p} = \sum_{j=1}^7 \sum_{k=1}^2 (N_{ijk} \times AVKT_{ijk} \times EF_{jkp}),$$

де індекси i представляють рік; j – відповідна категорія ТЗ;

k – клас відповідності (неконтрольований, Євро-III та Євро-IV) для категорій транспортних засобів j ;

E_{ijk} – річна оцінка викидів від 23 видів канцерогенів (мкг);

N_{ijk} – кількість ТЗ в рік i , категорії j , які відповідають класу відповідності k ;

$AVKT_{ijk}$ – середньорічна пройдена відстань транспортного засобу (км);

EF_{jkp} – коефіцієнт викидів для ТЗ категорії j , що підпадає під клас відповідності k (мкг/км).

В таблиці 1 показані викиди ПАВ для 16 вантажних автомобілів вантажопідйомністю 1,5 т., що розраховані за допомогою програми COPERT (2020 р.).

Таблиця 1

Кількість викидів ПАВ 16 вантажними автомобілями

Поліциклічні ароматичні вуглеводні органічні сполуки [кг]	Абревіатура	Вантажні автомобілі	
		Євро III	Євро IV
Indeno(1,2,3-cd) pyrene	Ind	0,000105	0,004126
Benzo[k]fluoranthene	BkF	0,000458	0,017947
Benzo[b]fluoranthene	BbF	0,00041	0,016061
Benzo[ghi]perylene	BghiP	0,0000579	0,002269
fluoranthene	Fla	0,001608	0,063034
benzo(a)pyrene	BaP	0,0000676	0,002652
pyrene	Py	0,002374	0,093093
perylene	Per	0,000015	0,000589
benzo(b)fluorene	BbFr	0,000795	0,031178
benzo(e)pyrene	BeP	0,000153	0,006012
triphenylene	Trp	0,0000722	0,002829
benzo(j)fluoranthene	BjF	0,000982	0,038516
benzo(a)anthracene	BaA	0,00018	0,007043
fluorene	Fle	0,003006	0,117847
chrysene	Cr	0,001221	0,047858
phenanthrene	PA	0,001729	0,067779
napthalene	Nap	0,004259	0,166971
anthracene	Ant	0,00065	0,025491
coronene	Cor	0,0000113	0,000442
dibenzo(ah)anthracene	DBahA	0,0000256	0,001002

Найбільш токсичним, а також канцерогенним представником серед ПАВ є бензо(а)пірен (benzo(a)pyrene) C₂₀H₁₂, що представляє собою за нормальних умов кристалічну речовину, а у відпрацьованих газах дизельного палива він може знаходитися в рідкому, твердому або ж газоподібному стані. Канцерогенні властивості ПАВ є настільки виражені, що навіть при періодичному контакті шкіри людини з цими вуглеводнями, що знаходяться у паливі відмічені передракові утворення – кератози, папіломи та ін. Бензопірен та інші ПАВ, що містяться у повітрі, разом з опадами потрапляють в землю і

відкладаються у рослинній масі сільськогосподарських культур. Частково найбільші концентрації ПАВ відмічаються у пробах білокачанної капусти. Коли людина використовує цю їжу, ПАВ акумулюються клітинами, поступово накопичуючись до критичних концентрацій.

Найбільше викидів від дизельних транспортних засобів відбувається не під час руху, а саме в режимі холостого ходу. Існують багато причин, через які водії не вимикають двигуни, але одні з основних – це транспортні затори та очікування сигналу світлофора. На рис. 1 зображено перехрестя вулиць Київська-Театральна в м. Житомирі, що змодельоване за допомогою програмного забезпечення PTV Vissim.

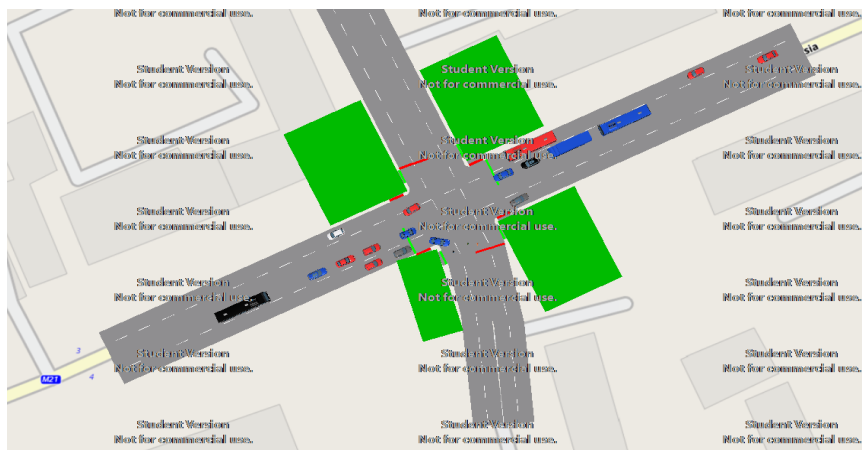


Рис.1. Імітаційна модель перехрестя вулиць Київська-Театральна

Імітаційна мікромодель дозволяє аналізувати пропускну здатність транспортного вузла чи серії вузлів, затримки, швидкість руху та ін. параметри — в залежності від типу перетину доріг, при зміні схем організації дорожнього руху, оптимізації роботи світлофорних об'єктів, взаємодії пішоходів і транспортних засобів.

Під час спостереження виявлено, що цикл роботи світлофорів становить 70 с, 4 с з яких обидва світлофора горять червоним світлом. Тривалість роботи сигналів світлофора показана в таблиці 2.

Таблиця 2

Тривалість сигналів світлофора

Сигнал світлофору	Червоний	Жовтий з червоним	Жовтий	Зелений
Час, с	37	2	4	27

Аналіз таблиці 2 вказує на те, що необхідно провести оптимізацію роботи світлофорів. Можливими критеріями локальної оптимізації перехрестя можуть виступати такі: пропускну здатність перехрестя як в цілому, так і по конкретних напрямках; мінімальна тривалість простою ТЗ як в цілому на перехресті, так і за конкретними напрямками. Збільшення пропускну здатності заданого напрямку перехрестя можливе двома способами: збільшення пропускну здатності напрямку перехрестя за рахунок зменшення пропускну здатності протилежного напрямку перехрестя - даний підхід можливий лише за умови, коли протилежний напрям дозволяє зменшити свою пропускну здатність; збільшення пропускну здатності напрямку перехрестя за рахунок збільшення довжини циклу роботи світлофорного об'єкта. Мінімізація ж тривалості простою ТЗ на перехресті здійснюється шляхом мінімізації довжини циклу роботи світлофорного об'єкта. PTV VISSIM має вбудовані функції для підрахунку викидів ТЗ, враховуючи роботу світлофорів. На жаль використання цих функцій потребує додаткової ліцензії. Отже, подальші дослідження будуть направлені на врахування даних роботи світлофорів, які допоможуть одержати більш точні результати шкідливих викидів ТЗ, ніж ті, що були розраховані у програмі COPERT.

Список використаної літератури:

1. Етапи впровадження в Україні екологічних норм автомобільних викидів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.semesta.lviv.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=1816:-l-5r-l-6r&catid=1:2010-04-18-12-38-13&Itemid=3
2. Колодницька Р.В. Використання програми COPERT для підрахунку викидів автомобільного транспорту [Електронний ресурс]. – <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/11/29.pdf>
3. Ragini Kumari, Arun K. Attri, Bhola R. Gurjar, Impact of CNG on emissions of PAHs and PCDDs/Fs from the road transport in Delhi. *Atmospheric Pollution Research* 2 (2011) 394-399

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ТРОЛЕЙБУСНОГО ТРАНСПОРТУ М. ЖИТОМИР

Останнім часом вчені всього світу приділяють увагу екології, особливо міст, в яких (поряд з ними) розвивається промисловість, сільське господарство, культура, мистецтво тощо. Але такий розвиток неможливий без розвитку транспорту. Спостерігається збільшення пасажиропотоків, змінюється їх характер та навантаження на транспорт як безпосередньо міський, так і приміський. Від якості надання послуг цим транспортом залежить не тільки розвиток всього міста, але й: викиди токсичних речовин в навколишнє середовище (повітря, земля, водні басейни та ґрунтові води тощо), шумове навантаження в місті та на приміських магістралях, затори на дорогах, кількість та наслідки дорожньо-транспортних пригод, самопочуття та здоров'я населення, собівартість перевезень тощо.

На сьогодні в м. Житомир діють 30 автобусних маршрутів та маршрутних таксі з використанням двигунів внутрішнього згоряння, один трамвайний маршрут та 17 тролейбусних маршрутів (з них 4 нічних). Покращити екологічний стан міста пропонується збільшенням числа тролейбусних і, відповідно, зменшенням числа автобусних маршрутів та маршрутних таксі.

Історично склалося так, що Житомир – тролейбусне місто. З 1960-х років починається розвиток цього виду транспорту в місті, відкриваються нові маршрути, закуповуються тролейбуси, відбуваються експерименти з маршрутами (монтуються та демонтуються лінії). За шість десятиліть тролейбусна мережа м. Житомир зазнала багато змін і не завжди в кращий бік. Не одноразово запускались одні і ті ж маршрути. Наприклад, маршрут №15А «Вокзал – Гідропарк» показав свою ефективність лише з третьої спроби впровадження. Пропонувалися в свій час маршрути, які і сьогодні могли би мати економічну та екологічну ефективність, наприклад маршрут №17 «Крошня – Гідропарк». Треба відзначити, що в місті постійно йде пошук нових рішень щодо удосконалення тролейбусних перевезень. Станом на 1 січня 2020 р. загальна довжина тролейбусних ліній м. Житомир становила 100,2 км. Дану мережу обслуговують 11 тягових підстанцій.

Контактна тролейбусна мережа міста розгалужується такими основними вулицями: Київська, Велика Бердичівська, Чуднівська, Перемоги, Покровська, проспект Незалежності, Сергія Параджанова, Корольова, Вітрука, Вокзальна, Селецька, Космонавтів, Івана Гонти, Шевченка, Фещенка-Чопівського, Дмитра Донцова, Мала Бердичівська, Михайла Грушевського, Східна тощо. Принцип, що закладено в маршрутах – це сполучення центра та околиць міста. Історично склалося таким чином, що в основному контактна мережа має радіальне розташування на плані міста.

Рішенням Антимонопольного комітету України від 24.09.20 р. на 2021 р. запланована побудова контактної мережі по вулиці Героїв пожежних (р-н Мальованка) з фінансуванням у 20 млн. грн., та виготовлення проектно-кошторисної документації для будівництва тролейбусної лінії до індустріального парку смт. Глибочиця з фінансуванням 750 тис. грн. Добудова контактної мережі дасть змогу активніше розвивати р-н Мальованки та приєднати до міста смт. Глибочиця, знизивши використання маршрутних таксі.

До тролейбусного парку м. Житомир належать такі моделі тролейбусів: ЗиУ-682В, ЗиУ-682Г, Škoda 14Tr, Škoda 15Tr, ЮМЗ Т1, ЮМЗ Т2, ElectroLAZ-12 (ElectroLAZ E183D1). Очікується завершення надходжень 50 замовлених тролейбусів білоруського виробництва - БКМ321 (табл. 1). Також по місту курсує тролейбус модернізований у 2017 році працівниками трамвайно-тролейбусного управління м. Житомир на базі ЗиУ-682Г. Вартість робіт на той час склала 980 000 грн, що також довело можливість оновлювати дану техніку в місті.

Як кожен вид транспорту, тролейбуси мають переваги та недоліки. До переваг відносяться:

- нульові викиди токсичних речовин в повітря;
- нижча собівартість технічного обслуговування та перевезень в цілому порівняно з автобусами та маршрутними таксі;
- низьке шумове забруднення;
- більший коефіцієнт корисної дії електродвигуна в порівнянні з двигуном внутрішнього згоряння;
- тяговий електродвигун допускає короткочасні, значні за величиною перевантаження.

Основні характеристики тролейбусів м. Житомир

Марка	Кількість	Довжина, м	Місць для сидіння, чол.	Повна місткість, чол.	Потужність електродвигуна, кВт	Система керування
ЗиУ-682В	74	11,6	30	126	110	реостатно-контактна
ЗиУ-682Г (у тому числі модернізований №2049)		11,6	30	126	115	реостатно-контактна
Škoda 14Tr	24	11,34	24	80	100	тиристорно-імпульсна
Škoda 15Tr	8	17,72	45	145	2 × 100	тиристорно-імпульсна
ЮМЗ Т1	5	18,0	37	180	2 × 130	реостатно-контактна
ЮМЗ Т2	5	11,64	26	125	130	реостатно-контактна
ElectroLAZ-12	6	12,0	20	120	140	IGBT-транзисторна

До недоліків належать:

- захащення міст контактною мережею;
- висока вартість побудови нових контактних мереж та тягових підстанцій;
- утруднений (неможливий) рух під час обмерзання контактної мережі;
- неможлива оперативна зміна маршрутів внаслідок прив'язки до контактної мережі з конкретними конструктивними особливостями;
- об'їзд перешкод обмежений можливістю втрати контакту з електромережею.

Останнім часом в містах України все більше використовуються тролейбуси з автономним ходом. Найбільш розповсюджений з них Дніпро Т-203 Південного машинобудівного заводу ім. А.М. Макарова (пасажиромісткість 107 чол., місць для сидіння – 31, відстань руху без використання контактної мережі не менше 15 км).

В м. Житомир на перспективу необхідно обов'язково розглядати, як один з пріоритетних напрямків поліпшення транспортної мережі міста, використання тролейбусів з автономним ходом. Даний вид транспорту дозволив би при наявній мережі покращити міські маршрути без повної прив'язки до існуючої контактної мережі. На перспективу також необхідно планувати подовження контактних мереж міста для живлення даних транспортних засобів на приміських маршрутах.

Якщо припустити, що по м. Житомир курсує лише наявний електротранспорт з використанням тільки існуючої контактної мережі, треба зазначити наступні недоліки:

- завантаженість контактної мережі міста;
- великий інтервал руху;
- маршрути потребують корегування внаслідок активного будівництва міста.

В сучасних тролейбусах з автономним ходом використовують різні види акумуляторних батарей та суперконденсаторів, які по закінченню терміну служби необхідно утилізувати. Треба передбачати заходи та засоби щодо утилізації даних елементів, щоб запобігти шкоди навколишньому середовищу регіону.

Висновки:

1. Контактна тролейбусна контактна мережа м. Житомир потребує удосконалення. Імовірно це дасть можливість збільшувати кількість екологічного громадського транспорту, а також розробляти нові маршрути, адже місто активно розвивається.

2. Важливим напрямком розвитку тролейбусного транспорту в м. Житомир є використання тролейбусів з автономним ходом для створення маршрутів, які дозволять активно реагувати на зміну пасажиропотоків міста та дістатися за допомогою електротранспорту населених пунктів, що розташовано на відстані до 15 км від міста.

ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ СИСТЕМИ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТРОБУСА

Метробус або швидкісний автобус (Bus rapid transit, BRT) – це складна транспортна система швидкісного автобусного сполучення, що включає виділені смуги, фізично відокремлені від решти проїжджої частини; автобусний парк, який зазвичай складається з автобусів підвищеної місткості; системи моніторингу та управління рухом, включаючи можливість надання автобусам переважного права на перетинах доріг; заходи для прискорення посадки і висадки пасажирів, придбання проїзних квитків [1].

Станом на початок 2021 року загалом 177 міст на шести континентах впровадили системи BRT, що складає 5331 км ліній та 34 млн. пасажирів щодня. Найбільше в країнах Латинської Америки до 20,9 млн. пасажирів та 57 міст. Максимальна пасажиромісткість систем метробуса складає 49 тис. пасажирів на годину [2].

До основних переваг метробуса можна віднести:

- невелика вартість та висока швидкість будівництва лінії в порівнянні з рейковим транспортом, зокрема, трамвайним сполученням або метрополітеном;
- висока швидкість рухомого складу при русі по виділених смугах, що дозволяє системі метробуса перевозити велику частину пасажиропотоку та сприяє зменшенню кількості автомобілів на дорогах міста;
- можливість гнучко змінювати пасажиропотік шляхом зміни інтенсивності руху автобусів, в тому числі і використовуючи автобусів у зчепці;
- недорогий проїзд внаслідок високого пасажиропотоку, ефективних платіжних систем та нижчих затрат на експлуатацію рухомого складу;
- можливість частково використовувати лінію метробуса для іншого спецтранспорту, зокрема, екстрених служб, ремонтних бригад тощо;
- можливість мати різні маршрути на одній лінії;
- нижча витрата палива автобусів за рахунок більш раціональних режимів руху та значних (800–1200 м) відстаней між зупинками;
- зменшення забруднення повітря в місті, в тому числі при використанні гібридних автобусів або електробусів.

Недоліками системи метробуса є:

- займає дві смуги дорожнього полотна, які не завжди можливо виділити в умовах існуючої транспортної мережі та забудови;
- для якісної реалізації необхідне будівництво додаткових естакад або тунелів над/під перехрестями, без яких неможливо досягти руху без зупинок перед світлофорними об'єктами і забезпечити високу швидкість.
- потреба у очищенні дороги взимку;
- забруднення повітря викидами відпрацьованих газів, у випадку, якщо використовується рухомий склад з двигунами внутрішнього згоряння;
- обмежена маневреність в умовах міста, і необхідність будівництва великих транспортних розв'язок, а у разі використання трисекційних 25–28 метрових автобусів, не допускається їх робота поза межами BRT-ліній, наприклад, не у годину пік або у вихідні;
- невисока пасажиромісткість автобусів, місткість двосекційного автобуса близька до місткості одного трамвайного вагона (150–180 чоловік), а трисекційні автобуси мають місткість до 250–280 осіб.

Незважаючи на приведені недоліки, система метробуса є перспективним громадським транспортом, особливо там, де неможливе або недоцільне будівництво ліній метрополітену, за рахунок зниження завантаженості дорожньо-транспортної мережі, високої швидкості та невисокої вартості будівництва ліній.

Список використаної літератури:

1. Корпач О.А. Перспективи використання метробуса в м. Києві / О.А. Корпач // Наукові праці Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 90-річчю Харківського автомобільно-дорожнього університету та 90-річчю автомобільного факультету "Сучасні тенденції розвитку автомобільного транспорту та галузевого машинобудування". – Х. : ХНАДУ, 2020. – С. 20-21.
2. Global Bus rapid transit data / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.brtdata.org/>

ПРОГНОЗУВАННЯ КІЛЬКОСТІ ВІДМОВ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ДОДАТКОВИХ ЗМІННИХ В ГІБРИДНІЙ МЕРЕЖІ

При підвищенні точності прогнозування кількості відмов деталей важливу роль грають пробіг, середня швидкість руху, середня витрата палива та інші показники автомобілів. Нейро-нечітка система показала можливість використання нейронних мереж для побудови прогнозів про потрібну кількість запасних частин [1]. В цій роботі розглядається питання щодо гальмівних дисків IVECO STRALIS AT 440S45 [2]. Для врахування усіх особливостей експлуатації даних автомобілів необхідно ввести додаткові вхідні змінні.

Адаптивна система нейро-нечіткого виводу складається з побудови системи і її навчання. Побудова складається з проектування бази знань, яка складається з бази даних, функції приналежності, що зберігає параметри, у вигляді системи нечіткого виводу і бази правил, генерованих на основі бази даних. Проектована система матиме три входи: пробіг (X_1), середню швидкість (X_2) і середню витрату палива (X_3). Виходом мережі буде прогнозована кількість відмов досліджуваної деталі (Y). База правил міститиме в собі зв'язки з чотирьох даних (пробіг, швидкість, витрата палива, відмова).

Використання нечітких логічних рівнянь передбачає наявність функцій приналежності нечітких термів, які входять у базу знань. За визначенням функція приналежності $\mu^{T(u)}$ характеризує суб'єктивну міру (у діапазоні $[0;1]$) упевненості експерта в тому, що чітке значення u відповідає нечіткому терму T .

Для визначення середньої швидкості застосуємо неточні формулювання: «мала швидкість», «середня швидкість», «велика швидкість» автомобіля. В якості області міркувань приймемо діапазон $[0, x_{\max}]$, де $x_{\max}$ – це максимальна швидкість.

Представлені нечіткі множини A , B і C (рис. 1) відповідають приведеним формулюванням. Функція приналежності великої кількості A має тип *zmf*, множини B – тип *trimf*, а множини C – тип *smf*.

У фіксованій точці $x = 40$ км/год, функція приналежності нечіткої множини «мала швидкість» набуває значення 0,5; тобто $\mu_A(40) = 0,5$. Такого ж значення набуває функція приналежності нечіткої множини «середня швидкість», тобто $\mu_B(40) = 0,5$, тоді як $\mu_C(40) = 0$.

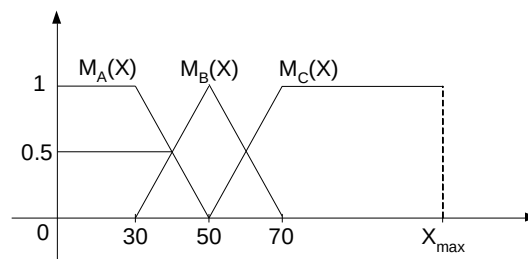


Рис. 1. Функції приналежності нечітких великих кількостей: «мала» – $\mu_A(x)$, «середня» – $\mu_B(x)$, «велика» – $\mu_C(x)$ швидкість автомобіля

Використовуємо модель функції приналежності у вигляді:

$$\mu^T(u) = \frac{1}{1 + \left(\frac{u-b}{c}\right)^2}, \quad (1)$$

де b – координата максимуму функції;

c – коефіцієнт концентрації розтягування функції.

Всі параметри стану системи X_1 , X_2 , X_3 , і управлінську дію U вважатимемо лінгвістичними змінними, які оцінюються за допомогою термів (таблиця 1).

Коефіцієнт середньої витрати пального розраховується за формулою:

$$Kq = \frac{q_{\text{факт}}}{q_H}, \quad (2)$$

де $q_{\text{факт}}$ – фактична витрата палива, л/100 км,

q_H – нормативна витрата палива, л/100 км.

Алгоритм рішення системи можна представити у вигляді блок-схеми (рис. 2).

Таблиця 1

Параметри змінних

Змінна	Терм-множини	Значення	Позначення
Пробіг автомобіля, X_1	До 100 тис. км	[0;100000]	L_1
	До 300 тис. км	[200000; 300000]	L_2
	До 500 тис. км	[400000; 500000]	L_3
	До 900 тис. км	[500000; 900000]	L_4
Середня швидкість, X_2	мала	[0;50]	V_1
	середня	[30;70]	V_2
	велика	[50;110]	V_3
Коефіцієнт середньої витрати пального, X_3	норма	[1;1,2]	Kq_1
	прийнятний	[1,1;1,35]	Kq_2
	завищений	[1,3;1,4]	Kq_3
	великий	[1,4;2]	Kq_4
Прогноз відмов Y	Дуже мало	[0;15]	p_1
	Мало	[15;30]	p_2
	Середньо	[30;60]	p_3
	Багато	[60;100]	p_4

Для функції приналежності $\mu^{d_j}(u)$ змінної u до терма j створені нечіткі логічні рівняння на основі складених правил бази знань, що встановлюють зв'язок між функціями приналежності змінних:

$$\mu^{p_1}(y) = \mu^{L_1}(x_1) \cdot \mu^{V_1}(x_2) \cdot \mu^{Kq_1}(x_3) \vee \mu^{L_1}(x_1) \cdot \mu^{V_2}(x_2) \cdot \mu^{Kq_1}(x_3); \quad (3)$$

$$\mu^{p_2}(y) = \mu^{L_1}(x_1) \cdot \mu^{V_3}(x_2) \cdot \mu^{Kq_1}(x_3) \vee \mu^{L_2}(x_1) \cdot \mu^{V_2}(x_2) \cdot \mu^{Kq_2}(x_3) \vee \mu^{L_2}(x_1) \cdot \mu^{V_3}(x_2) \cdot \mu^{Kq_2}(x_3); \quad (4)$$

$$\mu^{p_3}(y) = \mu^{L_2}(x_1) \cdot \mu^{V_1}(x_2) \cdot \mu^{Kq_1}(x_3) \vee \mu^{L_2}(x_1) \cdot \mu^{V_1}(x_2) \cdot \mu^{Kq_2}(x_3) \vee \mu^{L_2}(x_1) \cdot \mu^{V_2}(x_2) \cdot \mu^{Kq_2}(x_3) \vee \mu^{L_3}(x_1) \cdot \mu^{V_2}(x_2) \cdot \mu^{Kq_1}(x_3) \vee \mu^{L_3}(x_1) \cdot \mu^{V_3}(x_2) \cdot \mu^{Kq_2}(x_3); \quad (5)$$

$$\mu^{p_4}(y) = \mu^{L_2}(x_1) \cdot \mu^{V_1}(x_2) \cdot \mu^{Kq_4}(x_3) \vee \mu^{L_3}(x_1) \cdot \mu^{V_1}(x_2) \cdot \mu^{Kq_3}(x_3) \vee \mu^{L_3}(x_1) \cdot \mu^{V_2}(x_2) \cdot \mu^{Kq_4}(x_3) \vee \mu^{L_2}(x_1) \cdot \mu^{V_1}(x_2) \cdot \mu^{Kq_4}(x_3) \vee \mu^{L_3}(x_1) \cdot \mu^{V_1}(x_2) \cdot \mu^{Kq_4}(x_3) \vee \mu^{L_2}(x_1) \cdot \mu^{V_1}(x_2) \cdot \mu^{Kq_2}(x_3) \vee \mu^{L_2}(x_1) \cdot \mu^{V_3}(x_2) \cdot \mu^{Kq_4}(x_3) \vee \mu^{L_3}(x_1) \cdot \mu^{V_3}(x_2) \cdot \mu^{Kq_4} \vee \mu^{L_4}(x_1) \cdot \mu^{V_3}(x_2) \cdot \mu^{Kq_4} \vee \mu^{L_4}(x_1) \cdot \mu^{V_4}(x_2) \cdot \mu^{Kq_4}. \quad (6)$$

Для набуття кількісного значення Y виконано операцію дефазифікації, тобто переходу від нечіткого терма до чіткого числа. Для виконання цієї операції діапазон зміни змінної Y ділиться на чотири класи:

$$y \in [y, \bar{y}] = \underbrace{[y, y_1]}_{p_1} \cup \underbrace{[y_1, y_2]}_{p_2} \cup \underbrace{[y_2, y_3]}_{p_3} \cup \underbrace{[y_3, \bar{y}]}_{p_4} \quad (7)$$

Чітке значення прогнозу відмов визначається за формулою:

$$y = \frac{y\mu^{p_1}(y) + y_1\mu^{p_2}(y) + y_2\mu^{p_3}(y) + y_3\mu^{p_4}(y)}{\mu^{p_1}(y) + \mu^{p_2}(y) + \mu^{p_3}(y) + \mu^{p_4}(y)}. \quad (8)$$

Модель прогнозування відмов - деталей гальмівної системи автомобілів-тягачів IVECO STRALIS AT 440S45, була реалізована в програмному середовищі MathLab 7.12, використані два інструментальні засоби цієї системи: пакети Neural Networks Toolbox (нейронні мережі) і Fuzzy Logic Toolbox (пакет нечіткої логіки) [3].

Висновок: отримана гібридна мережа, яка дозволила поліпшити прогнози кількості відмов елементів гальмівної системи на заданому пробігу з урахуванням експлуатаційних факторів: пробіг, середня швидкість та витрата пального.

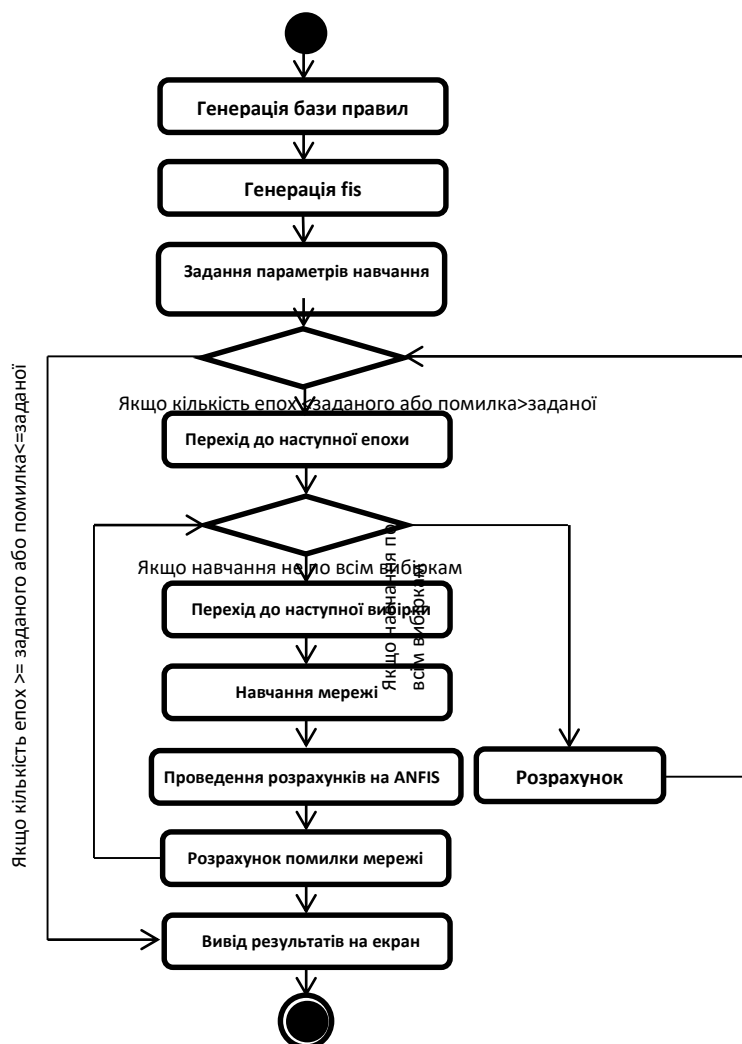


Рис. 2. Алгоритм функціонування мережі

Список використаної літератури:

1. Тенишев В.С. Система прогнозування потреби запасних частин автомобілів-тягачів на основі гібридних нейронних мереж за допомогою статистичних даних / В.С. Тенишев, О.П. Кравченко, Є.А. Верітельник // Інженерна механіка та транспорт: Матеріали III Міжнародної конференції молодих вчених ЕМТ-2013. (21-23 листопада, Львів). - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. - С. 38-41.
2. Левківський О.А. Аналіз технічного стану автомобілів-тягачів IVECO STRALIS AT 440S45 / О.А. Левківський, О.О. Добровінський О.О. // Тези Всеукраїнської науково-практичної on-line конференції аспірантів, молодих учених та студентів, присвяченої Дню науки. – Житомир : «Житомирська політехніка», 2020. – С. 51.
3. Fuzzy Logic Toolbox. User's Guide, Version 2. The MathWorks, Inc., 1999.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ SKODA OCTAVIA

Автомобильный транспорт выбрасывает в окружающую среду более 200 компонентов, большая часть из которых представляет угрозу окружающей среде. Наиболее массовые и опасные концентрации вредных веществ приходятся на выбросы оксида углерода и углеводорода, оксида азота, альдегидов и формальдегидов, оксида серы и сероводорода, бенз(а)пирена.

Для решения экологических проблем необходимо широко использовать системный подход, который построен на интеграции физических и химических процессов с математическим и компьютерным моделированием. Детерминированные методы математического моделирования позволяют оценить нормативный уровень выбросов вредных веществ технически исправного транспортного средства и определить режимы движения машин, соответствующему минимальному воздействию автомобиля на окружающую среду.

Выброс вредных веществ в отработавших газах автомобиля можно определить по следующей формуле [1]:

$$Q'_{\text{вв}} = 0,0548 \cdot M_{\text{вв}} \cdot \rho_T \cdot Q_a \cdot \alpha \cdot X_{\text{вв}} \quad \text{г/км}, \quad (1)$$

где $M_{\text{вв}}$ – молекулярная масса вредного вещества, г/моль; ρ_m – плотность топлива, г/см³; Q – расход топлива, л/100 км; α – коэффициент избытка воздуха; $X_{\text{вв}}$ – концентрация вредного вещества в отработавших газах, %.

Для основных компонентов молекулярная масса вредных веществ можно в расчетах принимать следующие значения:

- для оксида углерода – 28 г/моль;
- для углеводородов – 86 г/моль;
- для оксидов азота – 30 г/моль.

Плотность топлива ρ_T зависит от вида, марки и качества топлива. В расчетах можно принимать для бензинового двигателя – $\rho_T = 0,76$ г/см³.

Коэффициент избытка воздуха, входящий в формулу (1), для бензинового двигателя связан с индикаторным коэффициентом полезного действия соотношением $\eta_i = 0,32 \cdot \alpha$. Тогда $\alpha = 3,2 \cdot \eta_i$.

Концентрация вредного вещества в отработавших газах $X_{\text{вв}}$ зависит от типа двигателя, нагрузочного и скоростного режима работы автомобиля. Приблизительно концентрацию вредного вещества можно рассчитать по эмпирической формуле

$$X_{\text{вв}} = A_2 + B_2 \cdot N_1 + C_2 \cdot N_1^2 \quad \%, \quad (2)$$

где A_2, B_2, C_2 – постоянные коэффициенты; N_1 – процент использования мощности, %.

Значение коэффициентов A_2, B_2, C_2 зависит от вида вредных компонентов и типы топливной системы, которая установлена на автомобиле. Для бензинового двигателя можно принять следующие значения:

- для оксида углерода - $A_2 = 1,63, B_2 = -0,056, C_2 = 0,000477$;
- для углеводородов - $A_2 = 0,041, B_2 = -0,00084, C_2 = 0,0000069$;
- для оксидов азота - $A_2 = 0,309, B_2 = 0,00269, C_2 = -0,000035$.

Процент мощности определяется как отношение мощности двигателя на эксплуатационном нагрузочном режиме, к максимальной мощности двигателя:

$$N_1 = \frac{0,028 \cdot V_a \cdot (G_a \cdot i + 0,077 \cdot kF \cdot V_a + 0,1 \cdot \beta \cdot G_a \cdot \dot{V}_a)}{N_{\text{е max}} \cdot \eta_{\text{mp}} \cdot \eta_k}, \quad \%. \quad (3)$$

Расход топлива автомобиля в л/100км определяется по формуле [1]

$$Q = \frac{1}{\eta_i} \cdot \left[A \cdot i_k + B \cdot i_k^2 \cdot V_a + C \cdot \left(G_a \cdot \psi + 0,077 \cdot kF \cdot V_a^2 \right) \right], \quad (4)$$

Графическая зависимость расхода топлива от скорости автомобиля Skoda Octavia приведена на рис. 1. Тут и далее на графиках сплошной линии обозначены результаты расчета для снаряженной массы автомобиля, а пунктирной – для полной.

По представленным формулам (1–4) была составлена компьютерная модель в среде MathCad 14 [4] и получены результаты моделирования. Графические зависимости результатов расчета выбросов вредных веществ в отработавших газах для автомобиля Skoda Octavia приведены на рис. 2–4.

Исходные данные для расчета выбирались из открытых литературных источников [5] для автомобиля Skoda Octavia 1.8 TSI DSG Laurin&Klement.

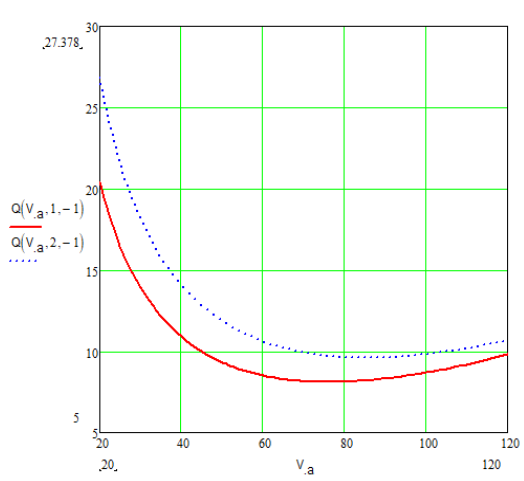


Рис. 1. Расчетные значения расхода топлива для автомобиля Skoda Octavia

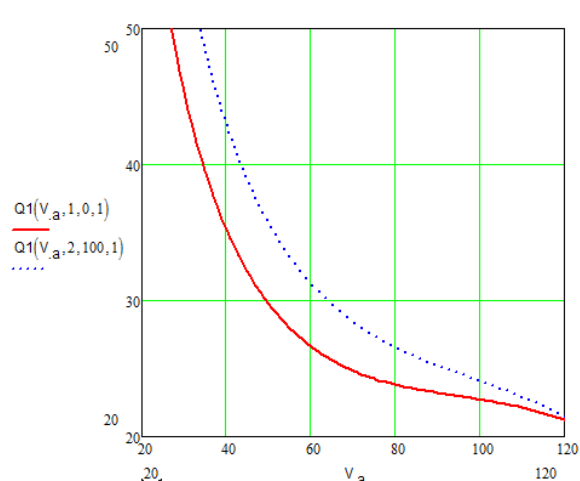


Рис. 2. Расчетные значения выбросов CO для автомобиля Skoda Octavia

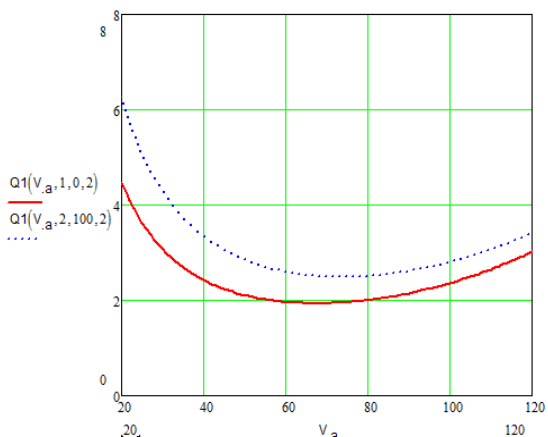


Рис. 3. Расчетные значения выбросов NO для автомобиля Skoda Octavia

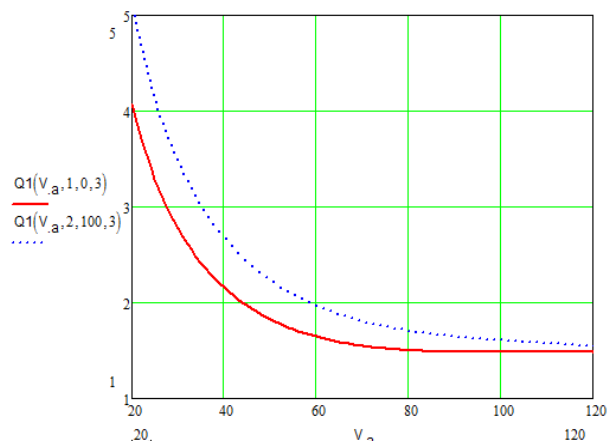


Рис. 4. Расчетные значения выбросов CH для автомобиля Skoda Octavia

Из графиков видно, что с увеличением скорости движения токсичность автомобиля снижается: для CO – в 2.5 раза для порожнего автомобиля и 3.5 раза для грузового автомобиля; для CH – в 2,8 и 3,4 раза, для NO – на 1,8 и 2,1 раза, соответственно. Поэтому одним из путей снижения выбросов вредных веществ на транспорте – это увеличение средней технической скорости.

Список использованной литературы:

1. Говорущенко Н.Я. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта). / Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко. - Харьков: РИО ХГАДТУ, 1998. - 474 с.
2. Говорущенко Н.Я. Новая методика нормирования расхода топлива транспортных машин (метод четырех КПД) / Н.Я. Говорущенко, С.И. Кривошапов. // Автомобильный транспорт : Сб. научн. тр. – 2004. - № 15. – С. 21-25.
3. Кривошапов С.И. Алгоритм расчета КПД транспортных машин / С.И. Кривошапов, Е.Ю. Говорущенко // Весник ХНАДУ. – 2003. - № 20. – С. 34-36
4. Кирьянов Д.В. Mathcad 14 / Д.В. Кирьянов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. - 704 с. - (В подлиннике. Наиболее полное руководство)
5. Skoda Octavia, Skoda Octavia Combi, Skoda RS с 2013г. Книга, руководство по ремонту и эксплуатации. – М.: Третий Рим. – 334 с.

¹ Куба Е., аспірант

¹ Блатніцкий М., к.т.н., доц.

¹ Діжо Я., к.т.н.

¹ Герліці Ю., к.т.н., проф.

² Кравченко О.П., д.т.н., проф.

¹ Кравченко К., к.т.н., доц.

¹ Жилінський університет в Жиліне, Словаччина

² Державний університет «Житомирська політехніка»

ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІІ ЗАХВАТНОГО ПРИСТРОЮ ПРОМИСЛОВОГО РОБОТА В АВТОМОБІЛЕБУДУВАННІ

Основна мета промислової робототехніки в автомобілебудуванні - замінити людей промисловими роботами. На відміну від робітників, робот і маніпулятор працюють цілодобово, сім днів на тиждень, не втрачаючи своєї продуктивності. Промисловий робот пропонує високий рівень управління та продуктивності, а також допомагає досягти високої ефективності та точності виробництва. Виходячи з цих факторів, промисловий маніпулятор є невід'ємною частиною виробничого процесу. При проектуванні роботів значну увагу приділяють елементам нахилу захватних елементів [1, 2, 3].

Кінцевий захоплювач є функціональною частиною промислового маніпулятора, який разом визначає використання механізму дії робота відповідно до вимог програми робота. У більшості випадків захоплювач проектується відповідно до конкретного застосування та технології, в якій він повинен працювати. В науковій роботі розроблена перспективна конструкція універсального захоплювача для роботизованого маніпулятора, який можна використовувати в декількох додатках, що зменшило б вартість проектування пристрою.

Запропонований захватний пристрій промислового робота містить основу 4, пальці 1, 2, 3 для захвату об'єктів, механізм регулювання зазору між пальцями [4] (рис. 1, 2). Пальці захватного механізму забезпечують захват об'єктів прямолинійної або циліндричної форми за рахунок того, що кожен палець через важелі 10, 11 та шарнірні механізми 14 з'єднані із механізмом регулювання зазору між пальцями, який складається з мотору 5 та кульково-гвинтової передачі 15. Два пальці через шарнірні механізми з'єднані із механізмом регулювання пологи пальців в залежності від форми об'єкту захвату, який складається з другого мотору, ремінної передачі 6 та зубчатого механізму 7. Крайні колеса 8, 9 зубчастого механізму через штифт 12 з'єднані із важелями, які при обертанні зубчастих коліс проводять до руху рухливі важелі, які з однієї сторони з'єднані із жорстким блоком заміни пальців, а з другої – до кулькового шарніру шарнірного механізму. Останній з'єднаний з кульково-гвинтової передачею.

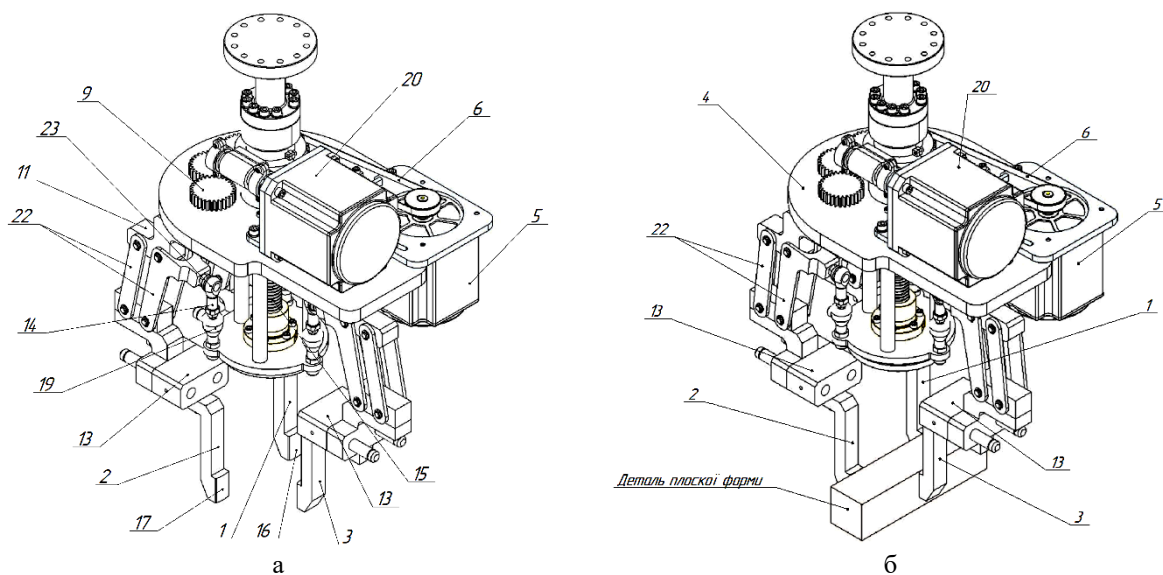


Рис. 1. Захватний пристрій промислового робота:

а – положення захватного пристрою промислового робота для захоплення плоских деталей;

б – захват пристрою промислового робота із захопленням об'єктом плоскої форми

Розроблена конструкція працює наступним чином. В залежності від форми об'єкту, який необхідно захоплювати, налаштовується розташування пальців 1, 2 (палець 3 через систему важелів закріплений на основі 4 жорстко). Для цього вмикається мотор 5, від якого крутний момент через ремінну передачу 6, передається на зубчастий механізм 7. Крайні зубчасті колеса 8, 9 поєднані з важелями 10, 11 через штифти 12. Обертання зубчастих коліс 8, 9 зубчастого механізму 7 забезпечує кутове обертання важелів 10, 11 навколо вертикальної осі зубчастих коліс 8, 9. В залежності від форми об'єкту (рис. 1, б, 2, б) захоплення встановлюється кут α розташування пальців 1, 2, які з'єднані із важелями 10, 11 через жорсткий змінний блок 13 пальців 1, 2, 3 та через шарнірний механізм 14 з кульково-гвинтовою передачею 15.

При захваті об'єкту прямолинійної форми (див. рис. 1) робоча поверхня 16, 17 пальців 1, 2 встановлюється паралельно робочій поверхні 18 пальця 3. При цьому поперечні перерізи важелів 10, 11 також розміщуються паралельно. При захваті об'єкту циліндричної форми важелі 10, 11 (рис. 2) обертаються навколо осей крайніх зубчастих коліс 8, 9 зубчастого механізму 7 в кульовому шарнірі 19. При цьому утворюється кут $\alpha \geq 0$ між поперечними вертикальними перерізами важелів 10, 11, чим забезпечується необхідне розміщення пальців 1, 2 для захвату об'єктів циліндричної форми.

Захват об'єкту обраної форми виконується наступним чином.

Мотором 20 забезпечується рух гвинтової передачі 15, який з'єднаний із рухомими важелями 21, 22 через кульові шарніри 19, 23 шарнірного механізму 14. Обертання рухомих важелів 21, 22 в штифтах 24, 25 призводить до прямолинійного руху пальців 1, 2 та, відповідно, захвату об'єктів необхідної форми.

Мотори 5, 20, зубчастий механізм 7 закріплені на основі 4.

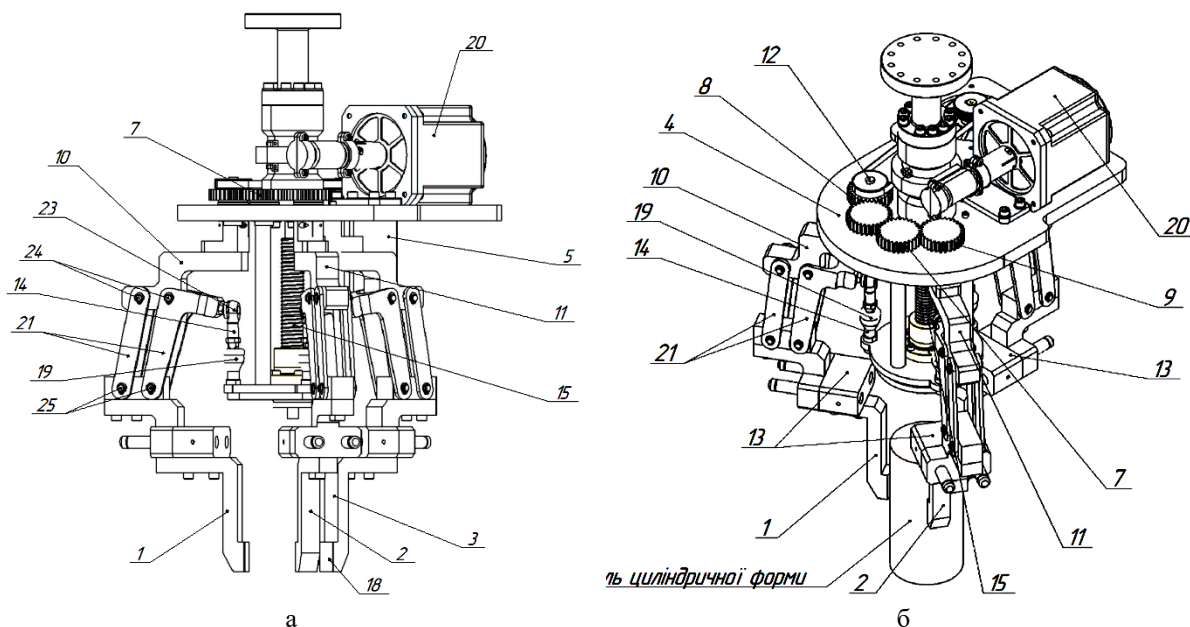


Рис. 2. Захватний пристрій промислового робота:

а – положення хватного пристрою промислового робота для захоплення циліндричних деталей;
б – хват пристрою промислового робота із захопленням об'єктом циліндричної форми

Висновок. Застосування запропонованої конструкції дозволить спростити конструкцію та її роботу, забезпечити захват об'єктів циліндричної та плоскої форми за рахунок автоматичного регулювання положення пальців, що підвищить ефективність роботи робота при технологічних операціях.

Список використаної літератури:

1. Wolf A. Grippers in Motion: The Fascination of Automated Handling Tasks / A. Wolf, R. Steinmann, H. Schunk // Springer, Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 2005. - 248 p.
2. Ceccarelli M. Fundamentals of mechanics of robotic manipulation / M. Ceccarelli // Kluwer/Springer, Dordrecht. - 312 p.
3. Патент Швейцарії СН 642 324 А5 "Apparatus for receiving a cylindrical workpiece by means of two pincer jaws" («Пристрій для захвату циліндричної заготовки за допомогою двох кліщів»), кл. В25J 15/00, 1984.
4. Патент України на корисну модель № 143968. Захватний пристрій промислового робота. Патент опубліковано 25.08.2020, бюл. № 16/2020.

**Kulyev V., Master of Technical Sciences
Mikhalchenko A.A., PhD (Tech.)**
Belarusian State University of Transport (Gomel)

USE OF MULTIMODAL PASSENGER TRANSPORT LOGISTICS IN LONG-DISTANCE CITIES

In urban passenger transportation, a multimodal form of passenger service has recently been used. This is due to the rapid growth of cities. It should be noted that in the modern world, cities are expanding mainly in length. This urban development creates problems in the formation of an urban passenger transport network. In addition to this, the suburban area of cottage settlements is growing. It also requires high-quality transport services for the population. In the twentieth century, the routes of urban passenger transportation were formed according to the principle «the longer, the more efficient». This situation has led to a deterioration in transport services for the urban population. Passenger routes in cities exceed 20-25 km. This has led to an inefficient use of urban buses. At the same time, suburban routes remained with a length of 9–16 km [1]. After each trip, there is a long idle time for the bus. As a result, 7–8 commuter flights are performed during the working period. The labor productivity of commuter drivers is decreasing with their high wages. Losses occur on a large scale. They require subsidies from the state budget.

Specialists of the World Bank drew attention to this problem when they were given the task of reforming the railways in the United States [2]. Reforms were required while expanding the use of various systems for organizing passenger transportation in large cities. Experts came to the conclusion that it is necessary to use mixed (multimodal) passenger transportation. Such schemes were used in the twentieth century for freight transport only.

Using the experience of the United States, pilot projects were carried out in the cities of Turkmenistan and Belarus to combine suburban and urban routes. It should be noted that the suburban road route is 50 km. On the railroad, its length is 150 km. In road transport, passenger transportation is carried out locally. This makes it possible to combine part of the routes of urban and suburban transportation in each settlement. This required the use of multimodal transport. Large interchange hubs have been introduced from the combined routes to the shortened intracity ones, which are carried out by electric transport.

Pilot projects using multimodal passenger transportation in the United States and Latin America have shown their high efficiency. With mass transportation and using only buses in work and leisure areas, the efficiency of urban transportation has increased.

The first experience of organizing multimodal transport in large cities of the United States has shown their high efficiency. Its use in cities of the EU and Belarus has the following ideas [3]. Some of the routes of the urban and suburban passenger network are combined within the boundaries of the bus routes. Inside cities, only electric transport is used between points of mass passenger flow. For the convenience of passengers when using various types of transport in cities, a transport card is being introduced. This makes economic relations between modes of transport independent and removes competition. A system of urban transportation with short routes is used. This makes it possible to carry out passenger transportation with an optimal traffic intensity with different occupancy rates. Transport operates on a ring system. The need for a destination is canceled. The productivity of using public transport is sharply increasing (by 2–3 times). The need for rolling stock is reduced. This is reflected in the tariffs for urban transportation. In most cases, they pay off. In city centers, eliminating the use of commuter buses, the burden on the environment is getting better.

The use of multimodal transport in cities with a large suburban area provides an increase in the volume of passenger traffic. This is due to the convenient form of transport services - on the suburban lines and the initial part of the city route, the occupancy rate is always low. This allows you not to mix different flows of passengers and creates the quality of their transportation.

References:

1. Fundamentals of the theory of transport processes and systems: textbook. allowance /A. A Mikhalchenko [and others]. – Gomel: BSUT, 2017. – 379 p.
2. World Bank, The (2011). Railway Reform: Toolkit for Improving Railway Sector. Performance, The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, Washington D.C.
3. Intermodal Passenger Transport in Europe / the European Commission's Directorate-General for Mobility and Transport DG MOVE. – Brussels. 2019. – 48 p.

IMPROVING MECHANICAL PROPERTIES OF THE UIC TEST BENCH

Brakes are one of the most important components of vehicles. This is due to their function of decelerating, regulating vehicle speed and keeping vehicles stationary. The correct construction, reliability and simplicity of this system guarantees conditions for safe operation and vehicles driving.

In our case, we deal with the brakes of rail vehicles, which are quite heavy weight and have to withstand high speeds. In the case of rolling stock, high energy requirements are placed on the brake system in terms of the kinetic energy into thermal energy conversion. From this point of view, the requirements for the design quality of friction components of the brake system are increasing. Friction component producers are constantly developing new materials that must satisfy relevant standards set by the International Union of Railways (UIC), and must be necessarily tested at specialized certified conditions before putting into operation.

As increasing demands are placed on the development of brake friction components, it is also necessary to constantly improve the measuring line of the UIC test bench. It is important to improve the measurement and data processing, but also mechanical components. We have also examined mechanical properties of such a state in our work. The aim was to determine critical operating modes with a negative impact on the collection, recording and evaluation of measured data. To solve such a problem, it was important to know the mechanical components of the state itself, consisting of: (1) driving electric motor, (2) gearbox, (3) 6 flywheels, (4) axial pin couplings, (5) brake station, (7) air conditioning.

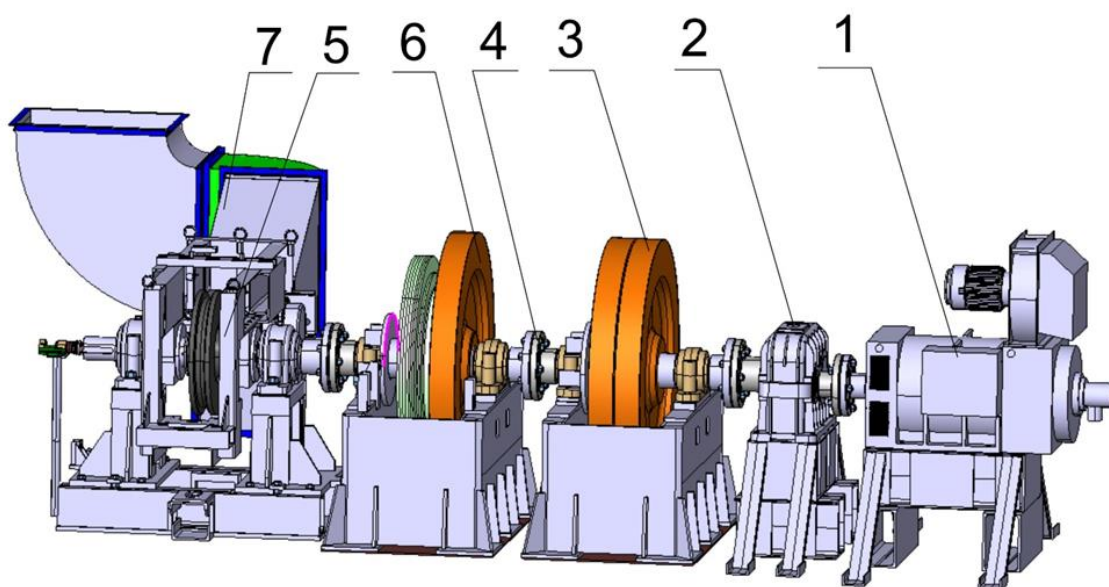


Figure 1. Assembly layout of brake bench

In the next step of the work, we deal with the creation of an equivalent dynamic model in an effort to show the most accurate operating parameters in comparison to the actual system. The solution requires know-how of the system in terms of mass splitting and determination of joints between them. Based on this knowledge, equivalent torsion scheme (Fig. 2) was necessary to create a further construction of a dynamic model in the Simpack software.

Based on the dynamic model, we determined the natural frequencies of the system (Fig. 3), which have a negative impact on the curve of the calculated simulated weight, which is an undesirable phenomenon as there is a requirement for the most constant value of the simulated weight during braking.

In the next steps, the work will focus on the verification of simulations through measurements and design of the elimination of oscillations at undesirable points during the braking process.

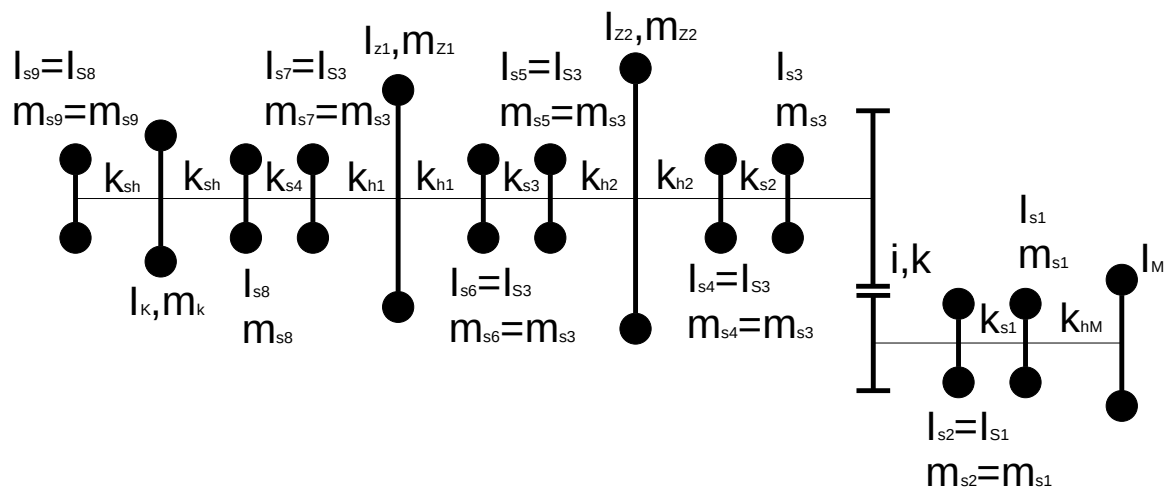


Figure 2. Scheme of equivalent torsion system

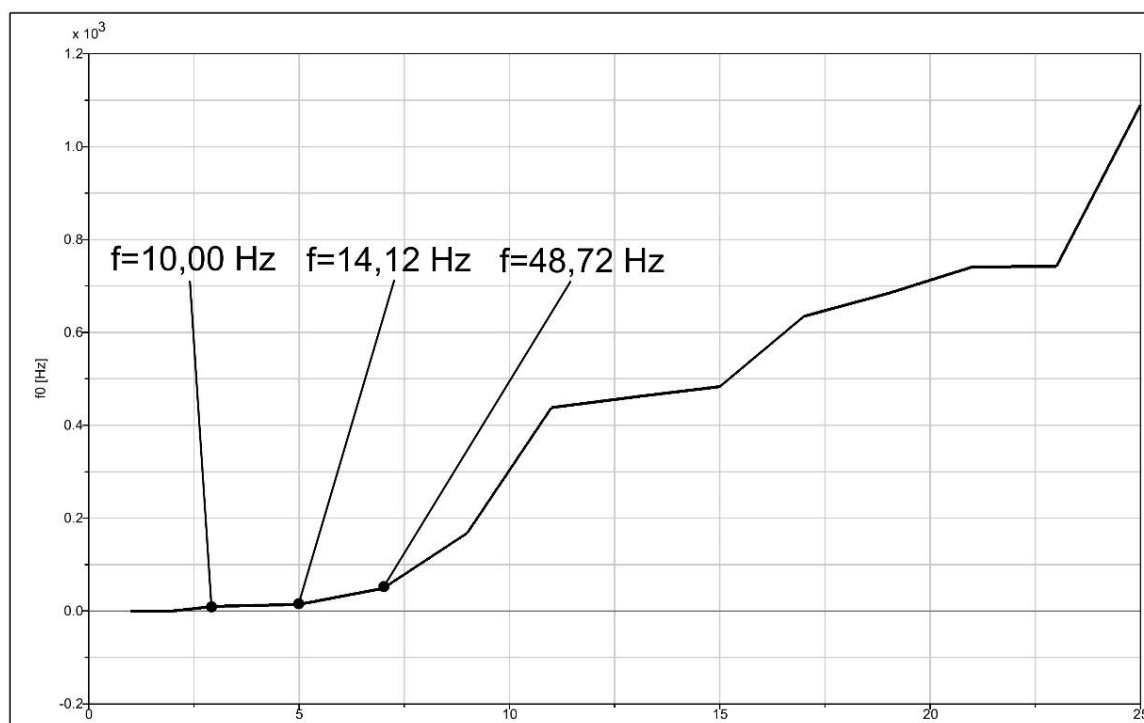


Figure 3. Calculated natural frequencies

References:

1. Řezníček, R. Zkoušky železničních brzdových disků na brzdovém stavu / R. Řezníček, D. Kalinčák, // PRORAIL 2015 : zborník prednášok XXII. medzinárodnej konferencie Súčasné problémy v koľajových vozidlách : Žilina, 16.-18.9.2015, Slovensko. Diel II. - Žilina: Vedeckotechnická spoločnosť pri Žilinskej univerzite, 2015. - S. 165-170.
2. Řezníček, R. Brzdový stav KKVMZ v procese medzinárodnej akreditácie / R. Řezníček, S. Chudík, T. Lack // Súčasné problémy v koľajových vozidlách - PRORAIL '99 : zborník prednášok z 14. medzinárodnej konferencie. Časť 2. - Žilina: Žilinská univerzita. - ISBN 80-71

IMPROVING THE PARAMETERS OF THE MEASURING LINE OF BRAKE BENCH

Rail transport is still a dynamically developing sector in the world and it is full of constant innovation. Increasing efficiency consists of increasing the volume of goods or people transported. In general, this can be achieved in several ways, such as by increasing the transport speed, increasing the payload, reducing the running resistance of the sets, various forms of energy recovery, and reducing production and operating costs. These improvements are being made in order to remain competitive with other types of transport.

As the above-mentioned, increasing demands increase, so do the demands for testing and certification of designed and innovated components, mainly brake systems.

In this paper, I will focus on modifying the parameters of the control program of a single-purpose certification device for friction components of disc and caliper brakes, so it can simulate braking modes according to the current UIC regulation [1].

The plan consists of a measuring program which, based on a request for a measuring procedure with the help of a developed macro, which sends control commands via a communication interface with the support of drivers to the hardware. The hardware converts commands into electrical signals to control actuators. At the same time, the hardware processes the electrical signals from the individual sensors and forwards them to the control program, which cooperates with the associated evaluation program. The evaluation program statistically analyzes the measured data, writes them into tables and graphs. Based on them, test reports are then issued. Some of the signals are also used as control feedback [2].

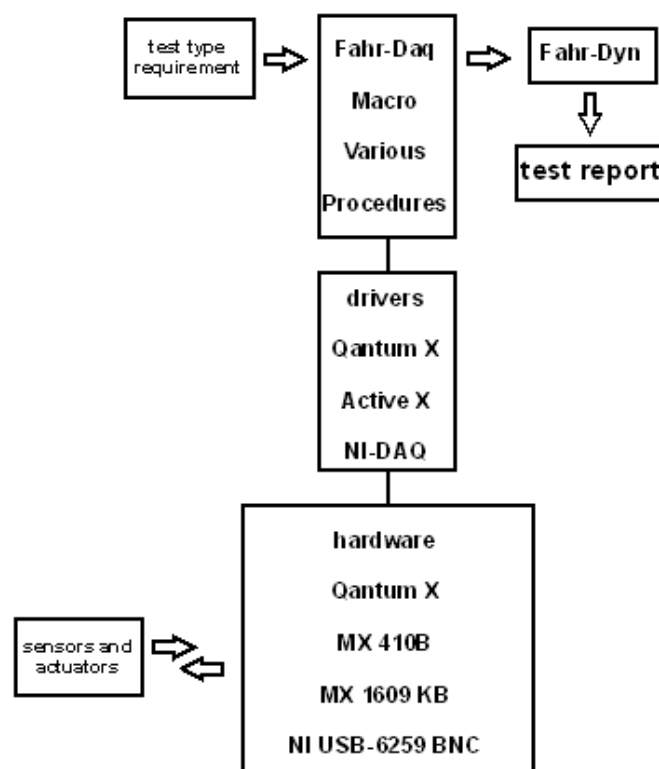


Figure 1. Block diagram of measuring and control line

The proposed improvement consists of operating and tuning the test program for multilevel braking with a precisely defined increase of braking force when the simulated speed is reached, as shown in Figure 2. The requirement is that the control deviation does not exceed the prescribed value.

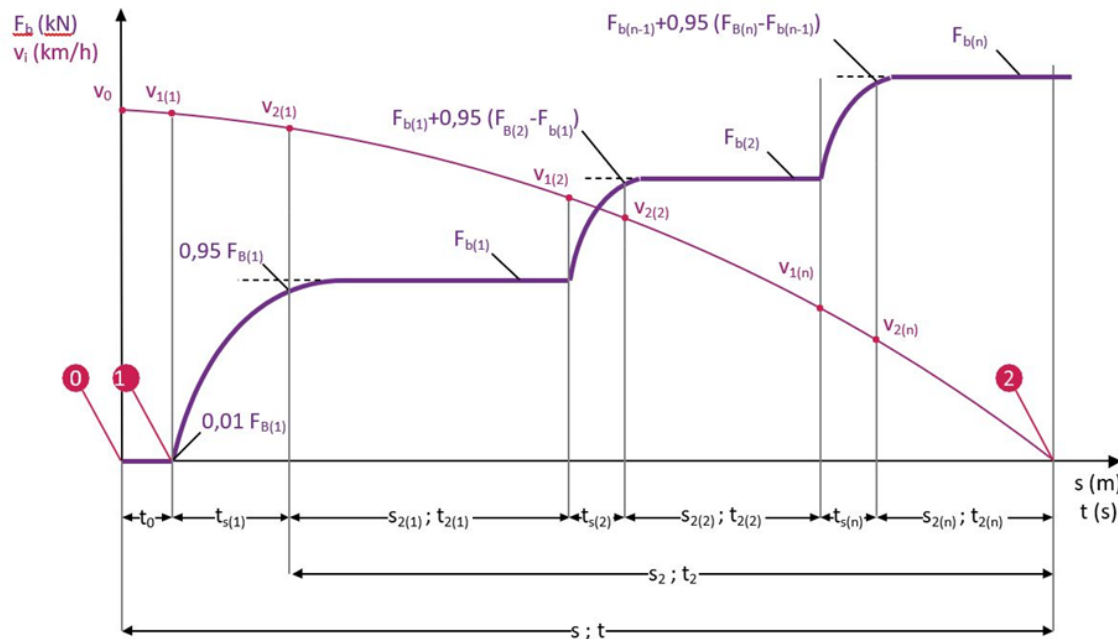


Figure 2. Multilevel braking (UIC 548 3. edition 2018)

Also, one of the requirements that I address in this paper is the extension of the braking program, with the function of automatic change of the simulated weight, when reaching the prescribed travel speed according to Figure 3.

	Disc	Φ640x110	Inner diameter 360			
	Brake radius	243				
	Wheel diameter	920				
	Brake NO.	Speed	Brake mass (kg)	Brake force (kN)	Initial temperature	Braking parameter requirements
Before test						
Bedding in	R1-RX	120	6700	25	20-100	Pads bedding in with minimum 85 % of their surface according to UIC 541-3, weighing Surface roughness of R _z DIN 52744 according to UIC 541-3, 5th Issue 07/2004
Pre-Test	1-5	250	250-170km/h: 6632, 170-0km/h: 6515	250-170km/h: 35.14, 170-0km/h: 39.41	40	
	6-10		250-170km/h: 4397, 170-0km/h: 4335	250-170km/h: 23.35, 170-0km/h: 26.33		
	11-15		250-170km/h: 4397, 170-0km/h: 4335	250-170km/h: 35.14, 170-0km/h: 39.41		
	16-20		250-170km/h: 6632, 170-0km/h: 6515	250-170km/h: 23.35, 170-0km/h: 26.33		

Figure 3. Demonstration of the brake component manufacturer's requirement for variable braked mass

References:

1. UIC CODE 548: Brakes - Requirements of friction test benches for the international certification of brake pads and brake blocks. OR. 3-rd edition, May 2018. Translation.
2. Lack, T, Gerlici, J.: Automatizovaný systém merania na akreditovanom brzdovom stave ŽSR / T. Lack, J. Gerlici // Súčasný problémy v koľajových vozidlách - PRORAIL 2003 - Prorail 2003 : zborník prednášok XVI. medzinárodnej konferencie : Žilina 8.-10. 10. 2003, Slovensko. Diel II. - Žilina: VTS pri ŽU, 2003. - S. 47-54.

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АВТОМОБІЛІВ-ТЯГАЧІВ IVECO STRALIS РІЗНИХ РОКІВ ВИПУСКУ

В Україні на сьогоднішній день триває тенденція до поступової заміни застарілого автопарку вантажівок новим транспортом; однак це не виключає того факту, що в країні кількість машин, вироблених понад 15 років тому продовжує експлуатуватися. Середній вік вантажівок в 2019 році становить від 15 до 20 років, даний показник один з найбільших в Європейських країнах. На ринку України вантажівки не мають обмеження по терміну експлуатації і віку автомобіля. Також вантажівки виготовлені в період СРСР досі можуть експлуатуватися. Старі автомобілі, вік яких понад 20 років, вже рідше можна зустріти в сегменті міжнародних перевезень, так як дані машини ризиково використовувати на далекі відстані і за в'їзд застарілого автомобіля йдуть додаткові виплати при перетині території ЄС. Застарілий транспорт частіше використовується в межах країни, на невеликих відстанях, проте даний сегмент має місце існування і все ще можна зустріти.

Середній вік вантажних автомобілів на Україні становить майже 20 років. При цьому 63 % вантажівок старше 10 років. Парк сидельних тягачів складається в основному з вантажівок з терміном експлуатації більше 10 років, частка більш нових автомобілів (3–5 років) становить тільки 17 % [1].

На сьогоднішній день ринок вантажних автомобілів України активно розвивається. Це обумовлено не тільки необхідністю оновлення парку автотранспортних засобів, зважаючи на високий рівень зносу, але і в зв'язку з розвитком економіки країни, промисловості і галузі вантажоперевезень. У лютому 2021 року на друге місце в рейтингу вантажівок, що мають найвищий показник продажів на ринку в Україні вийшла компанія IVECO, якій вдалося переконати в своїх перевагах 15,4 % покупців. IVECO стала лідером в сегменті 3,6–8 т (частка ринку 29 %), зайняла № 2 в сегменті 8–16 т (24 % в даному класі) і стала № 2 (частка ринку 11,5 %) у важкому сегменті вантажівок більше 16 т [2].

IVECO – найбільший європейський виробник вантажної автомобільної техніки, який випускає повну гамму вантажних машин всіх відомих класів – від розвізних фургонів та мікроавтобусів легкої лінії IVECO Daily до середньотонажних вантажівок IVECO EuroCargo, важких магістральних тягачів IVECO Stralis та самоскидів IVECO Trakker.

В Україні компанія IVECO представлена дилерською та сервісною мережею. В Житомирській області сервісна мережа IVECO представлена компанією ТОВ ДЕЙВ ЕКСПРЕС. Основним видом діяльності компанії являються міжнародні вантажоперевезення та перевезення по Україні. Автопарк компанії нараховує більше 20 автомобілів, які представлені в більшості автомобілями-тягачами IVECO STRALIS (рис. 1).



Рис. 1. Важкий магістральний тягач IVECO Stralis

Проведено дослідження надійності автомобілів-тягачів IVECO STRALIS AT 440S45 в кількості 11 одиниць із середнім пробігом 980 тис. км (випуск 2008р.) та 10 одиниць із середнім пробігом 680 тис. км

(випуск 2011 р.). За сім років експлуатації виявлено 1605 порушень працездатності автомобілів 2008 року випуску та 764 порушення працездатності автомобілів 2011 року випуску. Характерними порушеннями працездатності є: несправність двигуна, трансмісії, відмови або порушення роботи ходової частини, несправності електричного та електронного обладнання, часто зустрічаються порушення працездатності системи опалення та підйому кабіни (табл. 1).

Значна частина порушень працездатності відноситься до систем забезпечення безпеки руху: відмови гальмівної системи і рульового управління, що безпосередньо відповідають за керуваність та стійкість руху автопоїзда.

Таблиця 1

Кількісний розподіл порушень працездатності агрегатів і систем автомобілів

Найменування елемента автомобіля	2008 рік випуску		2011 рік випуску	
	Кількість		Кількість	
	од.	%	од.	%
ДВЗ	374	23,30	95	12,43
Електрообладнання	372	23,18	238	31,15
Ходова частина	203	12,65	83	10,86
Гальмівна система	182	11,34	94	12,30
Рульове керування	82	5,11	65	8,51
Трансмісія	81	5,05	33	4,32
Інше	311	19,38	156	20,42
Всього	1605	100	764	100

Аналіз статистичних даних показав, що найбільша кількість ремонтних робіт в двигуні відноситься до заміни комплексу прокладок (45,72 % в автомобілях 2008 року випуску і 37,89 % – в автомобілях 2011 року випуску), патрубків (відповідно 3,21 % і 2,11 %), форсунок (8,56 % в автомобілях 2008 року випуску), форсунки AdBlue (відповідно 5,88 % та 7,37 %), турбіни (відповідно 3,21 % та 14,74 %) та клапана керування турбіною (відповідно 5,08 % та 11,58 %), а також радіатора в автомобілях 2008 року випуску (4,01 %). Серед відмов електрообладнання поширеними являються: відмова лампочок (відповідно 40,59 % та 37,39 %), генератора (відповідно 7,26 % та 2,52 %), підшипників генератора (відповідно 7,26 % та 15,13 %), вимикача маси (відповідно 2,15 % та 0,42 %), стартера (відповідно 4,3 % та 2,1 %).

Найслабшими елементами ходової частини є: сайлентблоки (відповідно 30,05 % та 7,23 %), втулки (відповідно 26,6 % та 4,82 %), пневморесори (відповідно 16,75 % та 16,87 %), амортизатори (відповідно 10,34 % та 15,66 %), сальники маточини (відповідно 5,42 % та 19,28 %) та датчики рівня підлоги (відповідно 3,94 % та 1,2 %). Виявлено 182 відмови гальмівної системи автомобілів 2008 року випуску та 94 відмови в автомобілях 2011 року випуску, серед яких: супорт (відповідно 20,33 % та 17,02 %), диск гальмівний (відповідно 17,58 % та 36,17 %), енергоакумулятор (відповідно 14,29 % та 12,77 %), датчик ABS (відповідно 6,59 % та 8,51 %).

Порушення працездатності трансмісії мають: пневмогідравлічний підсилювач зчеплення (відповідно 12,35 % та 12,12 %), сальник хвостовика КПП (відповідно 12,35 % та 30,3 %), диск зчеплення (9,88 % та 9,09 %), важіль перемикачів передач (відповідно 9,88 % та 3,03 %), вижимний підшипник (відповідно 4,94 % та 9,09 %). До відмов у рульовому керуванні відносяться: накінецьник поперечної рульової тяги (відповідно 46,34 % та 64,62 %), накінецьник повдовжньої рульової тяги (відповідно 19,51 % та 32,31 %). В автомобілях 2008 року виробництва тяга повдовжня (14,63 %), шкворень (6,1 %), гідропідсилювач керма (3,66 %). До інших порушень працездатності відносяться в основному елементи кабіни: втулка підвіски кабіни (відповідно 20,26 % та 8,92 %), сайлентблоки кабіни (відповідно 8,36 % та 17,83 %), амортизатор кабіни (8,04 % та 2,55 %).

Висновки. Проведений аналіз дозволив зробити висновки про надійність вузлів і агрегатів автомобілів-тягачів IVECO STRALIS AT 440S45, виявити більш слабкі місця у надійності розглянутої групи автомобілів, визначити кількісні характеристики необхідності зберігання запасних частин на складі підприємства, раціонально організувати технічне обслуговування автомобілів для зменшення простою автомобільного парку і підвищення ефективності його роботи.

Список використаної літератури:

1. Ринок СТО вантажних автомобілів в Україні. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://investure.com.ua/analytics/investments/rynok-sto-gruzovyh-avtomobilej-v-ukraine>
2. Системний перелом: Как IVECO стала №2 на украинском авторынке. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://autoconsulting.ua/article.php?sid=48478>

Опанасюк Є.Г., к.т.н., доц.
Бегерський Д.Б., к.т.н., доц.
Ткачук І.Р., студ., гр. АГК-28, ФКІТМіР
Державний університет «Житомирська політехніка»

АНАЛІЗ СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ БЕНЗИНОВИХ ДВИГУНІВ

Головними напрямками розвитку світового автомобілебудування є підвищення безпеки використання, рівня екологічної безпеки та економічності транспортних засобів. В той же час на токсичність викидів автомобільних ДВЗ найбільший вплив здійснюють досконалість конструкції та функціональний рівень систем живлення та запалювання (для двигунів із примусовим запалюванням, якими є двигуни, що використовують в якості палива бензин, або інше легке рідке паливо). В даному випадку метою роботи є аналіз розвитку конструкцій і ефективності використання різних систем живлення автомобільних бензинових двигунів.

Система живлення ДВЗ покликана виконувати наступні функції: зберігання певного запасу палива та його очищення перед приготуванням горючої суміші, очищення повітря, приготування суміші певного складу та його зміни в залежності від режиму роботи двигуна та відведення відпрацьованих газів (бажано з елементами зниження їх токсичності) в атмосферу. Таким чином система живлення може бути поділена (за виконуваними функціями) на кілька взаємопов'язаних між собою підсистем:

- зберігання, очищення та подачі палива;
- очищення та подачі повітря (можливо із додатковим наддувом, охолодженням повітря);
- приготування горючої суміші із системою регулювання її складу (залежно від режиму роботи двигуна) та подачі її до місця згорання;
- відведення відпрацьованих газів (з елементами зниження рівня шуму та токсичності викидів).

Слід відмітити, що з усіх перелічених підсистем, найбільший вплив на показники роботи двигуна здійснює підсистема, що здійснює приготування горючої суміші необхідного складу залежно від частоти обертання колінчастого валу, ступеня навантаженості двигуна та режиму роботи автомобіля.

З початку використання в автомобілях двигунів внутрішнього згорання з примусовим запалюванням в якості складової системи живлення для приготування горючої суміші використовувались такі типи карбюраторів:

- барботажний, принцип дії якого заснований на випаровуванні палива з його поверхні і за рахунок продування повітрям подачі суміші до циліндрів двигуна;
- гнітовий (фітильний), що являє собою паливну ємність в кришці якої розташований гніт, верхній кінець якого виходить до впускного тракту двигуна;
- мембранно-голчастий, що складається із кількох камер, поділених мембранами, що жорстко пов'язані між собою штоком, до якого приєднана голка, що є частиною клапана регулювання подавання палива до змішувальної камери;
- поплавцевий, основними частинами якого є поплавева камера із поплавцем та голчастим клапаном, змішувальна камера із дифузорами та заслінками, система паливних каналів із жиклерами і клапанами різних систем із засобами регулювання (пуску, холостого ходу та ін.), прискорювальний насос та приводи заслінок (повітряної та дросельної). Горюча суміш утворюється в змішувальній камері при розпиленні палива, що надходить до жиклерів із поплавцевої камери за рахунок ежекції.

Нескладно помітити із навіть простого опису конструкцій систем приготування горючої суміші (карбюраторів), що з часом конструкція і принцип дії цих систем постійно ускладнювалася, а барботажна та гнітова системи створення горючої суміші взагалі залишилися у минулому. Мембранно-голчасті карбюратори внаслідок відносної складності регулювань, низької стабільності в роботі, вузького діапазону зміни складу суміші та значної інерційності в системах живлення автомобільних двигунів не використовуються. Такі карбюратори використовуються в двигунах, які за умовами роботи не мають визначеного просторового положення. Найбільш досконалими і прийнятними для використання в автомобільних двигунах з примусовим запалюванням виявилися поплавцеві карбюратори.

Під час руху автомобіля параметри роботи двигуна змінюються в широких межах: частота обертання колінчастого валу змінюється від значення, що відповідає частоті холостого ходу, до максимальної; потужність - в межах від нуля до максимального значення в залежності від умов та заданого режиму руху автомобіля. Крім того, для доведення двигуна до робочого режиму необхідно здійснити його запуск та прогріти на холостому ходу до робочої температури. Для забезпечення приготування горючої суміші необхідного складу для забезпечення роботи двигуна в такому широкому діапазоні навантажень і частот обертання колінчастого валу карбюратори обладнувались наступними системами: система пуску; система холостого ходу з перехідною системою та система вентиляції картера; головна дозуюча система; економайзери та еконостати; насос прискорювач; система рециркуляції відпрацьованих газів.

Наявність і розширення переліку цих систем суттєво ускладнило конструкцію, що призвело до зниження надійності та збільшення вартості, але так і не забезпечило точного приготування суміші необхідного складу для роботи двигуна на всіх режимах внаслідок відсутності ефективних систем регулювання зі зворотнім зв'язком і нечіткої залежності навантаженості двигуна від розрідження у змішувальній камері. Однією із останніх спроб продовження використання карбюраторів стало створення карбюраторів з електронним керуванням (наприклад Rochester Quadrajet E-серії) дозуючими елементами, що дозволяло точне дозування кількості повітря і палива за допомогою електронного блоку керування зі зворотнім зв'язком на основі інформації від встановлених на двигуні датчиків, зокрема лямбда-зонда. Однак в експлуатації такі карбюратори не виправдали сподівань і були витіснені системами впорскування палива, перші зразки яких були розроблені в 30-х роках минулого століття і використовувались в авіації, але за відсутності необхідних технологій подальшого розповсюдження не отримало. Через 20 років була розроблена і впроваджена система впорскування, яка базувалась на механічних контролерах і лише з 80-х років разом із розвитком електронних систем керування почалася масова розробка і впровадження інжекторних систем живлення автомобільних двигунів різних типів:

- моноінжектор (центральне впорскування або однокочкове впорскування) – одна форсунка на всі циліндри, яка розташована, як правило, на місці карбюратора;
- розподілене впорскування або багатоточкове впорскування – форсунки встановлюються у впускному колекторі перед впускним клапаном;
- безпосереднє впорскування – впорскування палива безпосередньо у камеру згоряння.

Для керування системами подавання повітря і палива в сучасних інжекторних системах живлення використовуються спеціальні мікроконтролери, який зветься електронним і працює з урахуванням сигналів від датчиків про наступні параметри:

- положення і частоту обертання колінчастого валу;
- масову витрату повітря та положення дросельної заслінки;
- температуру охолоджуючої рідини і повітря, що надходить;
- положення дросельної заслінки;
- вміст кисню у відрацьованих газах (в системі зі зворотнім зв'язком);
- наявність детонації в двигуні;
- напругу в бортовій мережі автомобіля;
- швидкість автомобіля;
- положення розподільного валу (в системі з послідовним розподіленим впорскуванням);
- запит на включення кондиціонера (при його наявності);
- нерівності на дорозі (датчик нерівної дороги).

Після обробки отриманої інформації контролер подає керуючі сигнали на прилади: подачі палива (форсунки та електробензонасос); системи запалювання; регулятор холостого ходу; адсорбер систем вловлювання парів бензину; вентилятор системи охолодження двигуна; муфту компресора кондиціонера (якщо він є на автомобілі); системи діагностування.

Використання інжекторних систем живлення з електронним блоком керування дозволяє отримати наступні переваги за рахунок автоматизації роботи системи зі зворотнім зв'язком та отримання можливості роботи двигуна на стехіометричних сумішах:

- суттєве зменшення витрати палива (порівняно із карбюраторними до 2 разів);
- значне зростання потужності (особливо при низьких обертах) і полегшення запуску двигуна;
- автоматичну стабілізацію обертів холостого ходу;
- розширення можливості двигуном та його пристосованості;
- відсутність залежності від атмосферного тиску та положення у просторі (нахилів автомобіля);
- розширення можливостей для самодіагностування та автоматичного саморегулювання та ін.

Висновок. Аналіз конструкції та показників роботи бензинових двигунів показав, що інжекторні системи живлення забезпечують кращі показники економічності, зниження токсичності відпрацьованих газів та підвищення потужності та пристосованості роботи силових установок до умов руху автомобіля, що необхідно враховувати при виборі рухомого складу для виконання вантажних або пасажирських перевезень.

ВІБРОХВИЛЬОВІ ПРОЦЕСИ В ПРОЦЕСАХ РЕМОНТУ МАШИН

Ремонтне виробництво, як відомо, характеризується значним обсягом розбиральних і мийно-очищувальних робіт, складним дефектуванням деталей, різноманітними технологічними рішеннями ремонту деталей одного найменування, нестабільністю технічного стану об'єктів, що надходять в ремонт, необхідністю його технічного приймання і транспортування до місця ремонту. Важливим етапом ремонту будь-яких машин є розбиральний процес, який багато в чому визначає можливість отримання заданих показників якості виробу для подальшого його використання і виконання всіх дій на усунення різних дефектів. Найважливішим завданням при цьому є забезпечення збереженості спряжених деталей при зниженні зусиль розбирання за оптимальний час. Під час розбирання спряження потрібно уникати: 1) втрати щільності та жорсткості з'єднань, що може призвести до порушення герметичності в з'єднаннях або викликати динамічні навантаження, що призводять до прискореного зношення деталей; 2) порушення посадки, що характеризується збільшенням зазорів в рухомих з'єднаннях або зменшенням натягу в нерухомих з'єднаннях; 3) відхилення форм і взаємного розташування поверхонь окремих деталей, що призводить до втрати співвісності, взаємних паралельності чи перпендикулярності осей деталей, утворення некруглості тощо; 4) порушення контакту спряжених поверхонь, причиною чого є зміна площі прилягання.

У забезпеченні таких завдань важлива роль відводиться розробці та вдосконаленню методів розбирання різьбових і пресових з'єднань. Так, перспективним напрямом вдосконалення розбиральних процесів є введення коливань в зону контакту деталей, коли основним рухам, передбаченим схемою розбирання, додатково надають низькочастотні коливання. Віб्राційна технологія [1], вирішуючи відомі завдання, істотно відрізняється від традиційних методів. Це дозволяє створювати нові технологічні процеси, які характеризуються високими інтенсивністю і продуктивністю, новими якісними показниками, які сприяють розробці ресурсозберігаючих технологій. Нові можливості в організації та проведенні процесів розбирання, поліпшенні функціональних параметрів з'єднань відкриває використання фізико-технологічних особливостей віброхвильового впливу деталі та складальні одиниці. Метод є одним з ефективних способів зниження необхідного зусилля для роз'єднання елементів з'єднання та зменшення трудомісткості розбирання.

Розбирання з'єднання після віброхвильового навантаження здійснюється в умовах дискретної і динамічної взаємодії поверхонь. Отже, зростають (або знижуються) фактичні контактні значення тиску, знижуються сили тертя і опір пластичної деформації, що веде до зменшення зусиль розбирання. І хоча фактичний натяг в з'єднанні дещо знижується, втрат його міцності не відбувається.

Для підтвердження вищесказаного виконано ряд експериментів за схемою віброхвильового навантаження в спектрі гармонійних коливань частотою 15...25 Гц і кутовою амплітудою 2...7 мм. Обробка проводилася «навалом» в робочій камері віброустановки, в якій поміщалися пари «болт – гайка» різного ступеня забрудненості. Так, для частини зразків штучно створювалися умови прискореної корозії з'єднання зволоженням водою. Як робоче середовище використовувалися природний абразив «Байкаліт», абразив формований типу ПТС та сталіні гартовані кульки діаметром 2...5 мм. Ефективність обробки оцінювалася по моменту розбирання, який відповідає початку розгвинчування.

Проаналізувавши отримані результати, можна відзначити:

1) збільшення тривалості віброхвильового впливу супроводжується послабленням затягування різьбового з'єднання і зниженням моменту його рознімання. При цьому віброхвильовий вплив виявляється більш інтенсивно в початковий етап, натомість продовження такого впливу викликає відносно невеликі зміни моменту розбирання;

2) час віброхвильової дії робочого середовища помітно змінює момент для роз'єднання з'єднання до певного мінімального значення, при якому тривалість процесу оптимальна. Подальша обробка дає лише відносно незначну зміну моменту розбирання;

3) металографічні дослідження контактних поверхонь розібраних з'єднань без віброхвильового навантаження показують певну відмінність щодо поверхонь розібраних з'єднань з накладенням такого впливу. У першому випадку помітні сліди поверхневої взаємодії і відносно великі розміри мікрочастинок металу у впадинах різьбових поверхонь деталей. Очевидно, це є наслідком зростання крутного моменту розбирання і додатковими зусиллями між поверхнями деталей, які виникають для видалення відносно великих мікростружок.

Список використаної літератури:

1. Бабичев А.П. Применение вибрационных технологий для повышения качества поверхности и эксплуатационных свойств деталей / А.П. Бабичев, П.Д. Мотренко и др. - Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2006. – 215 с.

¹Прібілінець Ф., асп.,¹Фоміна Ю., асп.,¹Герліці Ю., к.т.н., проф.,²Кравченко О.П., д.т.н., проф.,¹Кравченко К. к.т.н., доц.¹Жилінський університет в Жиліні, Словаччина²Державний університет «Житомирська політехніка»

ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ТУРБОНАДДУВАННЯ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

У сучасному світі двигун внутрішнього згоряння став одним з найважливіших механізмів, що служить приводом різних машин. Починаючи з оригінальних патентів самого двигуна внутрішнього згоряння і до теперішнього часу, цей компонент зазнав величезних удосконалень під впливом наукового прогресу [1, 2].

Ідея наддуву двигуна внутрішнього згоряння майже така ж стара, як і сам двигун. З початку випробувань можливостей двигунів внутрішнього згоряння знали, що літрова потужність двигуна, серед інших параметрів, суттєво впливає на кількість повітря, що подається в камеру згоряння. В науковій роботі розглядається питання турбонаддува. Пропонується вдосконалення системи турбонаддування двигуна внутрішнього згоряння за рахунок того, що турбокомпресор першого ступеня стиснення повітря та турбокомпресор другого ступеня стиснення повітря встановлені на спільній осі з можливістю обертання валів турбокомпресорів незалежно один від одного та з можливістю контролю тиску наповнення окремих ступенів незалежно один від одного [3].

Працює дана система наступним чином. Відпрацьований газ ($p_{вг}$) з випускної труби ВТ приводить в дію турбіну другого ступеня ТК2 (рис. 1), і турбінний газ ($p_{т2}$), який виходить з турбіни другого ступеня, все ще має достатню енергію та приводить в дію турбіну першого ступеня ТК1. Компресор КК1 з'єднаний з валом (Вал 1) турбіни ТК1 і стискає повітря до тиску після компресора першого ступеня ($p_{н1}$). Стиснуте повітря проходить через повітропровід, в якому може бути додатково включений проміжний охолоджувач О до нагнітача КК2, який з'єднаний з турбіною ТК2 за допомогою порожнистого валу (Вал 2). В компресорі КК2 повітря знову стискається до тиску $p_{н2}$. Далі воно поступає до проміжного охолоджувача О.

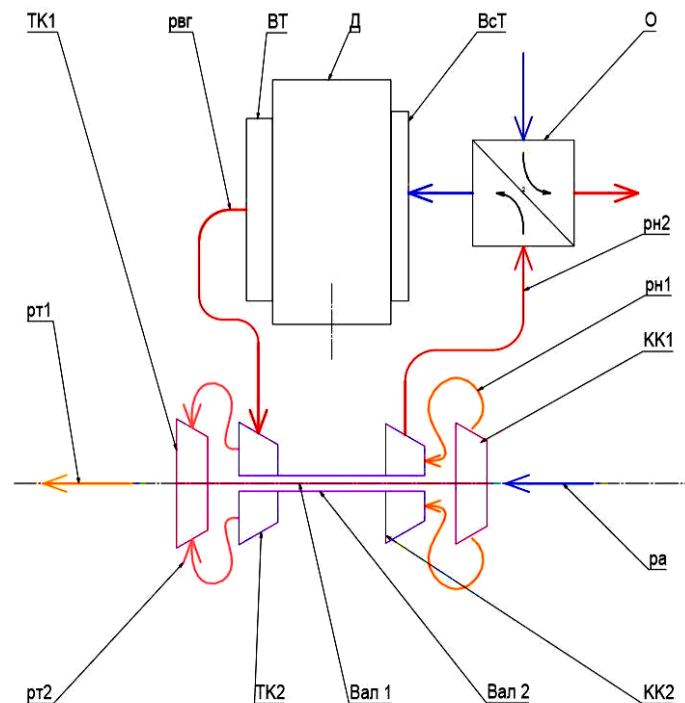


Рис. 1. Схема з'єднання системи турбонаддування

Змащування радіального і двох осьових підшипників на стороні нагнітача забезпечується мастилом під тиском, що відбирається з системи змащування двигуна внутрішнього згоряння. Мастило надходить

через канал 1 і проходить через розподільний канал 2 до елементів підшипника (рис. 2, а, б). Небажане проникнення мастила в компресорний простір в основному забезпечується плаваючими розширювальними кільцями (6, 7, 8). Поршневі кільця на осьових накладках також допомагають запобігти проникненню мастила. Мастило, що виходить з підшипника, зливається самопливом і повертається в масляний піддон через канал (3).

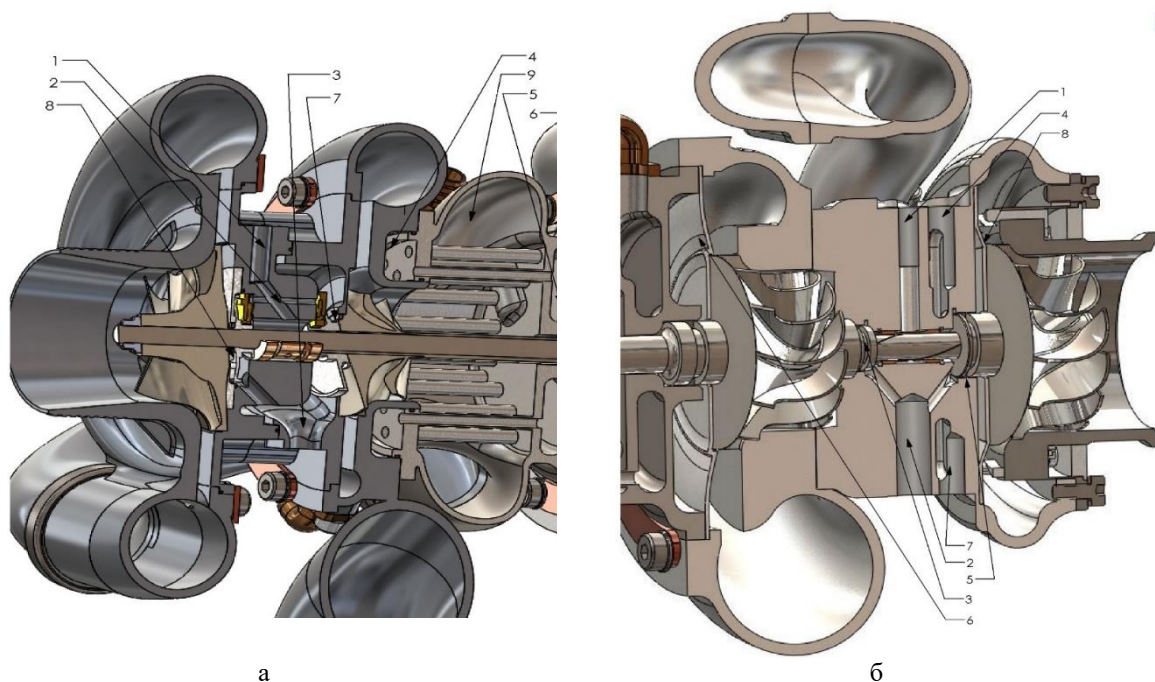


Рис. 2. Система турбонаддування двигуна внутрішнього згоряння:
а – перетин компресорних секцій; б – перетин турбінних секцій

Ця конфігурація включає в себе потужний проміжний охолоджувач системи вода-повітря 9, який в разі потреби оснащений алюмінієвими ребрами для поліпшення відведення тепла. Вода надходить до теплообмінника з боку компресора через камеру 4, проходить через теплообмінник і виходить через камеру 5. У той же час тепло відводиться рідиною з корпусу секції турбіни, що дозволяє уникнути небажаного перегріву.

Змащення радіального підшипника на стороні турбіни забезпечується другим впускним каналом 1 (рис. 2, а, б). Транспортування масла під тиском у цю ділянку не може бути забезпечене розподілом каналів. Небажаному витоку масла з системи в турбіну запобігають плаваючі розширювальні кільця 3, 5. Відведення масла також забезпечується додатковим зливним каналом 2. Корпус підшипника від перегріву захищений за допомогою теплоізоляції 6, 8 і додаткового водяного охолодження, також окремим входом і виходом 4, 7.

Висновок. Запропонована система турбонаддування двигуна внутрішнього згоряння дозволить регулювати тиск наддування незалежно на окремих ступенях. Окрім цього система надає можливість додатково використовувати енергію вихлопних газів для приводу турбін обох ступенів. Розроблена система дозволяє підвищити ефективність турбін і компресорів, зменшити втрати тиску, покращити реакцію турбокомпресора з точки зору зменшення робочої довжини трубопроводу між ступенями, також з точки зору зменшення розмірів і ваги мас, що обертаються.

Список використаної літератури:

1. Trnka J. Spařovací motory / J. Trnka, J. Urban // Bratislava: Alfa, 1992. - 563 s.
2. Kalinčák D. Dopravný prostriedok výpočtové metody / D. Kalinčák, J. Gerlici, P. Kukuča, J. Lábaj, T. Lack, O. Polách, M. Sága, Žilina, EDIS – Vydavateľstvo Žilinskej univerzity, 2005. - 402 s.
3. Патент України на корисну модель № 141915. Система турбонаддування двигуна внутрішнього згоряння. Патент опубліковано 27.04.2020, бюл. № 8/2020.

Разбойніков О.О., асист. кафедри «Автомобілі»
Поляков В.М., к.т.н., доц., проф. кафедри «Автомобілі»
Шарай С.М., к.т.н., доц., проф.
кафедри «Міжнародні перевезення та митний контроль»
Національний транспортний університет

ДО ВИЗНАЧЕННЯ ТАНГЕНЦІАЛЬНИХ РЕАКЦІЙ НЕРІВНОСТЕЙ ДОРОГИ НА КОЛЕСА АВТОМОБІЛЯ

В реальних умовах дорожнє покриття з часом руйнується, а на деяких ділянках воно взагалі відсутнє. Разом з тим рух автомобіля по нерівній дорозі супроводжується динамічними навантаженнями, що діють в контактні автомобільного колеса з нерівною поверхнею дороги. Зазначені процеси можуть призвести до зміни курсового кута автомобіля та його поперечного відхилення від заданої траєкторії руху, що в кінцевому результаті може призвести до виходу його габаритів за межі коридору безпеки. Аналіз інформаційних джерел показує, що найбільший збурюючий вплив на зміну напрямку руху автомобіля чинять нерівності мікропрофілю довжиною від 1 м до 2 м на шляху коліс одного з бортів автомобіля, що рухається на середніх швидкостях з вільним рульовим колесом.

Сили, що діють на транспортний засіб (керуючі та збурюючі, за винятком аеродинамічних) генеруються в плямі контакту шини з опорною поверхнею дороги, розміром з долоню людини. Тому знання процесів, що відбуваються в контактній шини з нерівною поверхнею дороги є важливим аспектом розуміння динаміки руху автомобіля в цілому. Під дією динамічних навантажень, що виникають в контактні автомобільного колеса з нерівною поверхнею дороги, еластична шина деформується не тільки в радіальному напрямку (радіальна жорсткість шини), але й в тангенціальному (тангенціальна жорсткість шини) та бічному (бічна жорсткість шини), крім того, шина може закручуватись в плямі контакту (кутова жорсткість шини). Звісно ці процеси супроводжуються силами і моментами, що обмежені силами зчеплення, і діють через жорсткий обід, диск та маточину на систему рульового керування автомобіля та його підвіску.

Відомо, що при русі автомобіля по нерівній дорозі змінюються нормальні реакції в плямі контакту коліс з опорною поверхнею, їх зміщення по відношенню до вертикальної осі та кутове відхилення від неї. Тому відбувається зміна як коефіцієнту опору коченню, так і повздовжніх сил. При русі автомобіля по нерівній дорозі (навіть з постійною швидкістю) його колеса можуть зазнавати впливу кутових прискорень. Це буде супроводжуватися дією інерційних моментів, які впливають на тангенціальні реакції дороги.

Метою роботи є розробка методики щодо визначення тангенціальних реакцій нерівностей дороги на колеса автомобіля.

На автомобільне колесо, окрім внутрішніх (інерційних) сил та моментів з одного боку, діють сили та моменти, що генеруються в елементах шасі автомобіля, а з іншого – реакції опорної поверхні. Під дією зазначених сил та моментів формується характер його (колеса) руху, що впливає на рух автомобіля в цілому. Зв'язок центру колеса автомобіля (точки V) з опорною поверхнею дороги здійснюється через жорстке колесо (диск та обід) та еластичну шину, що в площині обертання колеса характеризується радіальною жорсткістю $C_{\text{ш}}^r$ і коефіцієнтом окружної жорсткості $C_{\text{ш}}^o$, а також коефіцієнтом демпфування $k_{\text{ш}}$ (рис. 1). В свою чергу, опорна поверхня дороги характеризується кутом атаки нерівності β в центрі контакту шини з поверхнею дороги (точка Q) та її повздовжньою (Q_x) та вертикальною (Q_z) координатами. Замінивши взаємодію елементів конструкції ходової частини автомобіля силами взаємозв'язку (рис.), складено рівняння обертального руху колеса

$$J_{\text{к}} \cdot \dot{\omega}_{\text{к}} = M_{\text{к}} - R_{\text{н}} \cdot a_{\text{ш}} - R_{\text{т}} \cdot r_{\text{д}}, \quad (1)$$

де $J_{\text{к}}$ – моменти інерції колеса автомобіля відносно осі його обертання, кг/м^2 ; $\omega_{\text{к}}$ – кутова швидкість обертання колеса автомобіля, рад/с ; $M_{\text{к}}$ – крутний момент на колесі, $\text{Н}\cdot\text{м}$; $R_{\text{н}}$ – нормальна реакція опорної поверхні на колесо автомобіля, Н ; $a_{\text{ш}}$ – знос нормальної реакції $R_{\text{н}}$, м ; $R_{\text{т}}$ – тангенціальна реакція опорної поверхні на колесо автомобіля, Н ; $r_{\text{д}}$ – динамічний радіус колеса автомобіля, м .

З одного боку, радіус кочення колеса ($r_{\text{к}}$) залежить від кінематичних параметрів руху ($r_{\text{к}} = v_{\text{к}}/\omega_{\text{к}}$). Кутова швидкість обертання колеса ($\omega_{\text{к}}$) визначається з рівняння (1), а його поступальна швидкість ($v_{\text{к}}$) – геометричною сумою проєкцій швидкості його центру (V). З іншого боку, зміна радіуса кочення ($r_{\text{к}}$) залежить від тангенціальної реакції дороги ($R_{\text{т}}$) або моменту на колесі ($M_{\text{к}}$) [4].

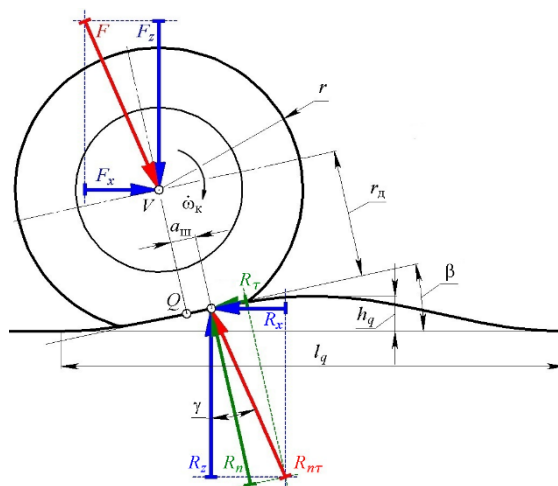


Рис. 1. Схема сил, що діють на колесо автомобіля при його коченні по нерівності гармонічного профілю

Зазначені залежності записано

$$r_k = r_k^0 + \lambda_\tau \cdot R_\tau; \quad r_k = r_k^0 + \lambda_M \cdot M_k, \quad (2)$$

де r_k^0 - радіус кочення колеса у вільному режимі, м; λ_τ , λ_M - коефіцієнт тангенціальної еластичності шини відповідно по силі (м/Н) і по моменту (м/(Н·м)).

В наукових джерелах також використовується коефіцієнт окружної жорсткості шини, який для легкових автомобілів знаходиться в межах від 70000 Н·м/м до 100000 Н·м/м, а радіус кочення записаний як $r_k = r_k^0 - M_k / c_\text{ш}^0$.

З урахуванням рекомендацій професора А.С. Литвинова: «... зміна радіуса кочення слід пов'язувати не з величиною і напрямком моменту, прикладеного до колеса, а з величиною і напрямком дотичної реакції ...», тангенціальну реакцію дороги запишемо як $R_\tau = c_\text{ш}^0 \cdot (r_k^0 - r_k) / r_d$.

Слід зазначити, що отримане рівняння справедливо лише в умовах відсутності ковзання шини щодо дороги. Відомо, що максимальне значення (по модулю) тангенціальної реакції дороги на шину обмежується силою зчеплення, тобто $|R_\tau| \leq |\varphi_x| \cdot R_n$. Поточне значення коефіцієнта поздовжнього зчеплення шини з дорогою (φ_x) може бути визначено моделлю методів парабол, яка є однією з найбільш точних.

З урахуванням вище викладеного, тангенціальну реакцію дороги на колесо автомобіля в загальному вигляді запишемо

$$R_\tau = \begin{cases} c_\text{ш}^0 \cdot \frac{r_k^0 - r_k}{r_d}, & \text{если } \left| c_\text{ш}^0 \cdot \frac{r_k^0 - r_k}{r_d} \right| \leq |\varphi_x| \cdot R_n \\ \varphi_x \cdot R_n, & \text{если } \left| c_\text{ш}^0 \cdot \frac{r_k^0 - r_k}{r_d} \right| > |\varphi_x| \cdot R_n \end{cases} \quad (3)$$

Рівняння (3) дозволяє визначити тангенціальну реакцію опорної поверхні дороги на еластичну шину з урахуванням її ковзання і відриву від опорної поверхні. Воно може бути використано як при дослідженнях руху автомобіля по рівних дорогах, так і по дорогах з нерівностями.

Висновок. Запропоновано методику визначення тангенціальних реакцій нерівній дороги на колеса автомобіля, що враховує коефіцієнти окружної жорсткості шин, зміну їх радіусів кочення, а також поточні значення коефіцієнтів зчеплення шин з дорогою і значення її нормальних реакцій на колеса автомобіля.

Титаренко В.Є., к.т.н., доц.
Ліщук В.О., студ., гр. ТРТ-3, ФКІТМР
Романько Д.В., студ., гр. ТРТ-4, ФКІТМР
Державний університет «Житомирська політехніка»

ОЦІНКА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ВОДІЯ

Відомо, що система «людина – знаряддя праці – предмет праці – виробниче середовище» є класичною ергономічною системою, вивчення якої дозволяє підвищити надійність і ефективність роботи людини. Якщо ця система застосовується до автомобіля, то в ній: людина-водій, знаряддя - транспортний засіб, об'єкт праці – перевезення вантажів або пасажирів, виробниче середовище – дорога з інфраструктурою і навколишнім середовищем.

Науковими дослідженнями встановлено, що на надійність водія значно впливає його фізичний стан, який, у свою чергу, залежить від параметрів транспортного засобу та навколишнього середовища.

Умови дорожнього руху характеризуються кількістю, розташуванням і транспортно-експлуатаційним рівнем доріг. Від них залежать основні показники транспортних потоків: інтенсивність, щільність, швидкість руху, а також пропускна здатність доріг і вартість перевезень. Багаторічні дослідження показують, що несприятливі умови водіння є одним з основних факторів впливу на функціональний стан водія, а відповідно і на безпеку дорожнього руху.

До умов, що впливають на водія під час руху відносять: дорожні елементи, що мають безпосередній вплив на керування автомобілем; дорожні умови (погодні умови; транспортні засоби, що рухаються в зустрічному і попутному напрямках); об'єкти, на які водій звертає увагу, але вони не мають прямого відношення до руху транспорту (будівлі та споруди, дерева, літальні апарати та ін).

Для оцінки функціонального стану водія нами застосовано метод тестування за параметром зміни частоти серцевих скорочень. Дослідження зміни частоти серцевих скорочень водія від впливу різних факторів проведені в реальних дорожніх умовах. Суть методу полягає у встановленні ступеня небезпеки умов руху через зміну фізіологічних параметрів водія при певних показниках та умовах взаємодії системи "людина-автомобіль" і її компонентів з дорогою в процесі руху. Під показниками взаємодії розуміють: ймовірність підтримки заданої швидкості руху, швидкість процесів управління і характеристики маневреності автомобіля. Ймовірність підтримки заданої швидкості за методикою встановлюється пробними заїздами ходової лабораторії по маршруту. Задана швидкість руху автомобіля за методикою складає 80 км / год. Для оцінки зміни функціонального стану організму водія за умовою методики здійснювалась безперервна реєстрація частоти серцевих скорочень, що виконувалось приладом моделі Mi band 4. Фітнес-трекер характеризується невеликими розмірами, низьким споживанням енергії. Він дуже простий і зручний у використанні. Передбачена функція контролю частоти серцевих скорочень, цілодобового контролю серцевого ритму, частоти серцевих скорочень в стані спокою, діаграми серцевого ритму. Відстеження зміни частоти пульсу здійснюється за рахунок світла. Коли дана опція стає активною, то на задній частині корпусу загоряються в проблемному режимі зеленим кольором два світлодіоди. Надалі на шкіру постійно посиляється світловий імпульс, який відбивається від шкірного покриву, в результаті чого і фіксуються всі дані.

Обробка результатів реєстрації визначає найпростішу характеристику функціонального стану водія, а саме відносний зсув частоти серцебиття, що в свою чергу дозволяє оцінити умови руху за цим параметром (безпечні, мало небезпечні, небезпечні або дуже небезпечні).

Відносний зсув частоти серцебиття розраховують за формулою (1):

$$F = \frac{f - f_0}{f} * 100, \quad (1)$$

де, f, f_0 – частота серцевих скорочень при русі та в стані спокою, уд./хв.

Для визначення впливу на функціональний стан водія зміни дорожніх умов від складних до простої монотонної роботи, нами були проведені дослідження на різних ділянках доріг в місті Коростень та за його межами на легковому автомобілі Chevrolet Aveo з одним і тим же водієм.

Було проведено ряд досліджень, результати яких за середніми значеннями частоти серцевих скорочень приведені в таблиці 1. Для розрахунку параметра відносного зсуву частоти серцевих скорочень кількість ударів серця в стані спокою була прийнята рівною 65 ударам за хвилину. Умови руху в населених пунктах та за їх межами відрізняються значною мірою. Так, наприклад, водій на міських вулицях може фіксувати дорожню обстановку, яка відбувається перед ним у зоні 50-100 м, а на відкритій місцевості — до 600 м. Це зумовлено тим, що органи сприйняття людини у кожний момент часу можуть опрацювати обмежену кількість інформації. Часто в населених пунктах забудова створює у водія відчуття замкнутого простору, а надмірний потік інформації від рекламних засобів створює умови, в яких складно зосередитися на технічних засобах дорожнього руху.

Таблиця 1

Результати експериментальних досліджень частоти серцевих скорочень за різних умов руху

Місце та час досліджень	Показники частоти серцевих скорочень, удари / хв (середні значення)
В населеному пункті вдень	70–80 (75)
В населеному пункті в час пік	80–95 (87)
В населеному пункті ввечері	75–85 (80)
В населеному пункті ввечері в час пік	85–100 (92)
Поза населеним пунктом вдень	68–77 (73)
Поза населеним пунктом ввечері	79–88 (84)
Монотонія вдень	110–115 (113)

Аналізуючи результати досліджень (табл. 1) бачимо, що найменші показники частоти серцевих скорочень у водія були виявлені в населеному пункті та поза населеним пунктом вдень, а найбільші значення були в часи пік, як вдень так і ввечері, і особливо за умов монотонії, що звісно впливає на безпеку руху. На цю зміну значною мірою впливають сигнали світлофорів, поява пішоходів, які не завжди переходять дорогу у відведених для цього місцях, пішохідних переходів, велосипедистів, тварин на дорозі та перехресть. Як показують результати дослідження частота серцевих скорочень водія зазнає змін, що в свою чергу впливає на безпеку руху за певних умов. Результати дослідження показали, що через монотонність руху у водія виникав дрімотний стан, під час якого він не оперативно реагував на те, що відбувається із-за втрати на малі проміжки часу контролю над ситуацією. За вибраною методикою були виконані розрахунки параметрів відносного зсуву частоти серцевих скорочень (%) у водія в залежності від умов дорожнього руху. Результати розрахунків приведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Оцінка функціонального стану водія за параметрами відносного зсуву частоти серцебиття

Місце та час досліджень	Відносний зсув частоти серцебиття, %
В населеному пункті вдень	13
В населеному пункті (час пік)	25
В населеному пункті ввечері	18
В населеному пункті ввечері (час пік)	29
Поза населеним пунктом вдень	11
Поза населеним пунктом ввечері	22
Монотонія вдень	42

Внаслідок появи різкої перешкоди на дорозі (пішохода, тварини або велосипедиста) у водія спостерігається різке збудження. Коли знову беручись за кермо, перейшовши від дрімотного стану в стан бадьорості, він намагався за максимально короткий час проаналізувати обстановку на дорозі, а також параметри руху, то це в свою чергу викликало хвилювання і підвищене серцебиття.

Аналізуючи результати проведених (табл. 2) розрахунків бачимо, що рух в населеному пункті та поза ним вдень можна вважати мало небезпечним. До небезпечних умов відносимо рух в населеному пункті ввечері. Тепер, що стосується дуже небезпечних умов, то до них входять: рух в час пік (як вдень так і в вечірній час), рух поза населеним пунктом вночі, а також найбільший за значенням показник отриманий при монотонному русі, що є вкрай небезпечним для всіх учасників дорожнього руху.

В узагальнюючому підсумку слід зазначити:

1. Швидкісний режим руху має значний психологічний вплив на функціональний стан водія, що виражається відносним зсувом частоти серцевих скорочень в межах (8–45) %.

2. Встановлено, що в складних дорожніх умовах (>7000 авто. / добу) оцінка функціонального стану водія за параметром відносного зсуву частоти серцевих скорочень складає (18–29) %, що вказує на небезпечні умови руху.

3. Встановлено, що монотонний режим руху (<3000 авто. / добу) несе приховану небезпеку у зв'язку з погіршенням рівня уваги, а відповідно і надійності водія та характеризується відносним зсувом частоти серцевих скорочень (42 %), що вказує на дуже небезпечні умови руху.

Тімков О.М., к.т.н., доц., доц. кафедри автомобілів
 Яценко Д.М., к.т.н., доц. кафедри автомобілів
 Босенко В.М., к.т.н., асист. кафедри автомобілів
 Національний транспортний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ КРИВОЛІНІЙНОГО РУХУ АВТОПОЇЗДА ПІД ЧАС ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ КОЛІС ВІЗКА НАПІВПРИЧЕПА БЕЗПОСЕРЕДНЬОЇ ДІЇ

Основними системами управління колесами напівпричепа є системи управління безпосередньої дії, для яких поворот керованих коліс напівпричепа здійснюється в залежності від кута складання автопоїзда і швидкості руху. Ця залежність носить досить складний характер, бо при маневруванні автопоїзда з малою швидкістю колеса напівпричепа повертаються убік, протилежний повороту коліс автомобіля-тягача, причому кут їхнього повороту тим більше, чим менше швидкість руху. Зі збільшенням швидкості руху кут повороту керованих коліс напівпричепа зменшується і при досягненні певної швидкості взагалі стає рівним нулю. Пояснити такий закон повороту керованих коліс напівпричепа і зв'язати його з гальмуванням коліс одного борту без всебічного аналізу складно, хоча деякі причини очевидні. Проте сказати заздалегідь, як поворот коліс напівпричепа і гальмування коліс одного борту вплине на керованість і стійкість автопоїзда в експлуатаційних умовах, не виконав відповідних досліджень, неможливо. Крім того, при складанні диференціальних рівнянь руху автопоїзда слід знаходити компроміс між двома суперечними обставинами: по-перше математична модель повинна, по можливості, найбільше повно і детально враховувати особливості реального автопоїзда; по-друге, складність моделі не повинна бути дуже високою, тому що це значно знижує потенційні можливості її аналізу.

Стійкість руху автопоїзда при гальмуванні, поряд з ефективністю дії гальмівної системи, має досить важливе значення. При нормальному русі автопоїзда й правильному його гальмуванні, коли на всіх колесах створюються гальмівні сили, що відповідають зчпній масі, що приходить на них, без доведення коліс до повного блокування, рух відбувається досить стійко. Порушення стійкості автопоїзда звичайно пов'язане з настанням заносу однієї з осей автомобіля або причепа, найбільш частою причиною якого є блокування коліс, що гальмують. Водночас слід помітити, що ковзання (рух юзом) коліс окремих осей автопоїзда ще не викликає обов'язкового порушення стійкості, тому що за певних умов можливе збереження прямолінійного руху з невеликими коливаннями загасаючого характеру. У випадку неправильного гальмування, коли гальмування коліс окремих осей тягового автомобіля й причепа здійснюються не строго одночасно або власні сповільнення тягового автомобіля й причепа виявляються неоднаковими, відбувається стиск або розтягання пружини тягово-зчпного пристрою. Автопоїзд починає рухатися в напруженому стані, маючи запас внутрішньої енергії. У такому стані з появою бічних сил, що збуджують, порушується стійкість руху автопоїзда, і він починає здійснювати коливальні рухи.

При правильному гальмуванні автопоїзд рухається стійко як при гальмуванні на прямій, так і на повороті (рис. 1, а).

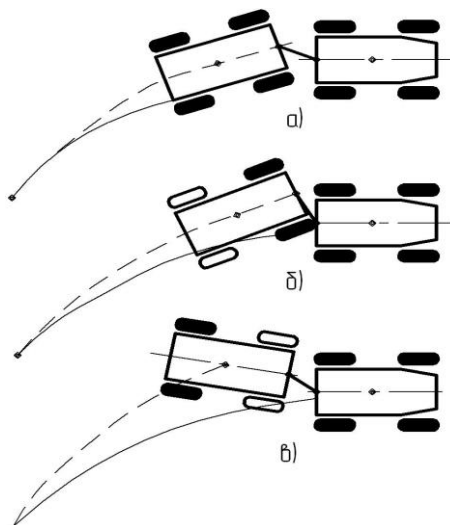


Рис 1. Схема положення моделей при гальмуванні коліс різних осей автопоїзда (чорним показані колеса, що гальмуються ефективно)

Якщо передня вісь причепа гальмується інтенсивніше за задню, то причіп рухається нестійко й виникає занос його передньої осі вбік (рис. 1, б). Якщо інтенсивніше гальмується задня вісь причепа, то спостерігається занос причепа й відбувається «складання» автопоїзда (рис. 1, в).

При гальмуванні автопоїзда ефективність використання колісних гальмівних механізмів автомобіля–тягача й причепа може бути різною, що обумовлено більшою кількістю факторів, в числі яких перерозподіл нормальних реакцій при гальмуванні, значення коефіцієнта розподілу гальмівних моментів, наявність регуляторів (РГМ або АБС).

Основними наслідками порушення стійкості у випадку прикладення тимчасово діючої бічної сили, що збурює, прикладеної до тієї або іншої осі автопоїзда, є занос цієї осі. Якщо коливання носять згасаючий характер, рух автопоїзда триває нормально. Якщо ж коливання в процесі руху зростають, рух автопоїзда стає нестійким.

Величина початкової швидкості регулюється нахилом і довжиною розгінної площадки. Управління включенням і інтенсивністю дії гальм автопоїзда здійснюється електричним струмом по проводах, підвішеним над моделями. Описаним методом вдається встановити деякі положення без того, щоб наражати на небезпеку дослідників.

Ing. Yuliia Fomina, PhD. student
prof. Dr. Ing. Juraj Gerlici
doc. Ing. Kateryna Kravchenko, PhD.
University of Žilina, Slovakia

THE TARGET FUNCTION FOR THE TRIBOLOGICAL PROCESSES MANAGEMENT IN THE CONTACT OF THE BRAKE ELEMENTS

The increase in temperature in the «pad-wheel» contact and the associated adverse factors is an inevitable process. However, the use of rolling stock reserves allows temperature stabilization and prevents the formation of brake pads with critical temperatures in the tribocontact, which leads to the change in the structure of the material, and to increased wear and noise.

The reserve for the use of rolling stock is understood as follows.

In a multi-axle vehicle the maximum braking force is limited by the adhesion force of the limited, skid-prone axis, which first goes into excess slip mode, while the other wheel pairs do not reach their gripping maximums, that is, their braking capabilities, and as a result the whole vehicle capabilities are underutilized. This is due to uneven wear of wheel pairs, the difference in wheel diameters and static loads such as weight distribution, redistribution of loads from the wheel pair to the rails during braking, contact conditions, the difference of coefficients in the vertical and horizontal dynamics for each wheel pair, etc [1]. The high braking force of some wheel pairs also leads to skidding, an increase in contact temperature, a decrease in safety and an increase in noise. At minimization of all unfavorable factors the reserve of braking force use by rail rolling stock will be maximum.

To estimate the braking system reserves, the target function is designed to minimize the difference between the braking force and the adhesion force of each wheel pair:

$$C_b = \sum_{i=1}^n (P_i \varphi_{i_max} - B_i f_i) \rightarrow \min, \quad (1)$$

where P_i is the vertical load from the i -th wheel pair to the rails, [kN], φ_{i_max} is the coefficient of adhesion of the wheel to the rail, [dimensionless value], B_i is the force of pressing of a brake pad to a wheel, [kN], f_i is the coefficient of pad friction, [dimensionless value].

The physical meaning of the target function is that, depending on the vertical load (P_i) and the physical and mechanical properties of the «wheel-rail» contact (φ_{i_max}), it is necessary to adjust the force of pressing the brake pads (B_i), to stabilize the coefficient of friction in the "wheel-pad" contact (f_i) for account of the temperature regulation in this contact.

Innovative proposals for stabilizing the coefficient of friction (of temperature) in tribocontacts:

1. An effective solution for the uniform distribution of loads from wheel pairs to rails is the use of loading devices. This solution can be used not only for braking, but also for traction [2].

2. Stabilization and increase of the adhesion coefficient is achieved due to the supply of sand into the contact of the wheel with the rail.

3. It is advisable to stabilize the coefficient of friction by controlling the temperature in the contact of the wheel with the pad and removing heat from it. An analysis of promising solutions for removing heat from the friction surface and stabilizing the temperature is carried out: forced air supply with the possibility of temperature control; the use of pads with porophore inserts; the use of pads with cooling fins; the use of brake linings whose outer surface is made of heat-dissipating material; local effect of external chemical elements (ozone, foaming agents, ionized air, etc.) on tribo-elements; the use of inserts from materials with thermal phase transitions in the construction of the pads [3].

References:

1. Kravchenko K.A. Justification the reserves for increasing the traction qualities of the locomotive and their implementation control slide in the system of wheel with a rail / K.A. Kravchenko // Abstract of dis. ... candidate of technical Sciences: 05.22.07.Lugansk 2010. - 23 p.
2. Gorbunov N.I., Y. Increased traction properties of the locomotive by improving the relations of the body with the trucks / N.I. Gorbunov, Y.A. Kravchenko, S.G. Grishchenko, Yu.Yu. Osenin // Collection of scientific papers of the VIII International conference "TRIBOLOGY and RELIABILITY", Saint-Petersburg 2008. P. 18 – 29.
3. Gerlici J. Analysis of innovative methods for modern rolling stock brake systems efficiency increase / J. Gerlici, M. Gorbunov, K. Kravchenko, O. Prosvirova, T. Lack, V. Hauser// SBORNÍK PŘÍSPĚVKŮ Z mezinárodní vědecké konference pro mladé vědecké pracovníky "Experimentální a výpočtové metody v inženýrství" Usti nad Labem, Czech Republic

Шумляківський В.П., к.т.н., доц.

Бака О.М., ст. викл.

Барицька Д.В., студ., гр. ТРТ-2, ФКІТМР

Державний університет «Житомирська політехніка»

УДОСКОНАЛЕННЯ ЯКОСТІ СИСТЕМИ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ ІТС В МІСТІ ЖИТОМИРІ

Будь-яке сучасне місто неможливо уявити без розвинутого міського транспорту, що забезпечує життєдіяльність всієї міської системи. Житомир, як і багато інших міст України зіткнулися з проблемою надання якісних транспортних послуг. Впровадження інтелектуальних транспортних систем у нашому місті надало можливість відслідковувати роботу громадського пасажирського транспорту в реальному часі, сприяє підвищенню якості надання транспортних послуг, забезпечує створення комфортних умов пересадки пасажирів в межах транспортно-пересадочних вузлів та дозволяє більш ефективно використовувати наявний транспорт.

Питання удосконалення системи міських транспортних перевезень є актуальним і потребує пошуку нових шляхів у вирішенні існуючих проблем та вдосконалення функціонування існуючого механізму міських перевезень міста Житомир. Впровадження та використання інформаційних технологій на транспорті забезпечує спостереження за місцезнаходженням і станом транспортних засобів, часом руху міського транспорту та його перебування на маршруті і зупинках за рахунок використання бортових комп'ютерних систем і GPS-технологій. А також забезпечує безпосередню участь клієнта в діяльності транспортного підприємства, внаслідок оперативного доступу до інформації у ході контакту з клієнтом. До найважливіших показників якості належать: наповнення салонів транспортних засобів, насиченість міської території транспортними маршрутами, економія витрат часу при користуванні транспортом, забезпеченість міста транспортними засобами, рівень тарифів та їх стабільність, регулярність руху транспортних засобів і його відповідність розкладу, рівень безпеки та комфорту перевезень для пасажирів при їх користуванні громадським транспортом. Діяльність міського транспорту досліджували науковці В.В. Рудзінський, С.О. Засуха, А.М. Шостачук, О.Я. Ніканов, В.Й. Разводовський та ін.

Вихідні дані для аналізу ефективності роботи громадського транспорту в місті Житомирі були отримані при обстеженнях пасажиропотоків, які проводились викладачами та студентами кафедри автомобілів і транспортних технологій Державного університету «Житомирська політехніка» в 2016 та 2018 роках: «Обстеження пасажиропотоків на пасажирському транспорті загального користування в місті Житомирі» (договір №39 від 07.04.2016 р., номер державної реєстрації 0116U005484); «Комплексне обстеження пасажиропотоків на маршрутах пасажирського транспорту загального користування в місті Житомирі» (номер державної реєстрації 0118U006160, 2018 р.); проєктів Темпус 517374-1-2011-1-RU-JPCR «Комунікаційні і інформаційні технології для забезпечення безпеки і ефективності транспортних потоків: європейсько-російсько-українська магістерська і докторська програми з інтелектуальних транспортних систем», Еразмус+/КА 2585832-EPP-1-2017-1-IT-EPPKA2-SBHE-JP «Магістерська програма з смарт транспорту і міської логістики».

Це дало змогу оптимізувати маршрутну мережу міського транспорту та зменшило дублювання маршрутів, забезпечило розподіл транспортних засобів на маршрутах з урахуванням пропускної здатності доріг та швидкості руху відповідно до потреб. На основі отриманих даних в місті змінили частину маршрутів та запустили додаткові одиниці транспорту в ранкові та вечірні години. Транспорт Житомира обладнаний GPS-трекерами, що дає можливість відстежувати виконання графіка руху та дотримання маршруту водіями, фіксувати швидкість руху транспортного засобу, відслідковувати номер транспортного засобу. Розповсюджена інструкція для SMS-скарг від пасажирів і запущена система зворотного зв'язку через онлайн-сервіс оцінки якості обслуговування Revizion. Кожні два тижні перевізники подають звіт з підтвердженням із GPS-трекера про те, скільки кілометрів наїздили. Громадський транспорт почав їздити частіше, але потреби населення забезпеченні не повністю, що підтверджено анкетуванням.

Достовірна та детальна інформація про зміни пасажиропотоків у просторі та часі дає змогу організувати рух транспорту на маршрутах із урахуванням якості перевезення, ефективно використовувати рухомий склад, здійснювати поточне та перспективне планування, коригування маршрутної схеми та вибір відповідного типу рухомого складу для роботи на маршруті, визначати кількість фактично перевезених пасажирів пільгових категорій, а також підвищувати рентабельність роботи маршруту й обґрунтовано визначати тариф на перевезення пасажирів. Одним із найважливіших питань організації перевезень є систематичне вивчення характеристик пасажиропотоків шляхом ІТ-моніторингу, що дає змогу: коригувати діючі мережі маршрутів; задовольняти попит населення на перевезення; ефективно використовувати транспорт, визначаючи найприйнятніший інтервал руху на маршруті й розраховувати ефективний розклад руху; впроваджувати науково-обґрунтовані тарифи для

сплати за проїзд і визначати обсяги компенсації перевізникам із міського бюджету за перевезення пасажирів пільгових категорій; укладати договори з перевізниками, в яких узгоджуються і економічні інтереси, і права пасажирів.

Протягом січня-березня 2020 року нами досліджено рух громадського транспорту в місті Житомир, зокрема, маршрутних автобусів № 4 та № 110, тролейбуса № 4, які мають спільну ділянку маршруту по вул. Покровській з використанням програми «Dozor», системи відеоспостереження «Безпечне місто». Було здійснено моніторинг транспорту на основі систем супутникової навігації, обладнання та технологій стільникового та радіозв'язку, обчислювальної техніки та цифрових карт міської транспортної мережі. Під час моніторингу проводилися заміри часу перебування автобусів на маршрутах, часу руху транспортних засобів та дотримання графіків руху на проміжних зупинках у різні періоди часу доби. Робота проводилась по робочих днях тижня у години «пік»: ранкові (з 7:00 до 9:00), у денний час (з 11:00 до 15:00) та у вечірні години «пік» (з 17:00 до 19:00). Під час спостережень чітко прослідковувалося недотримання інтервалу руху транспорту в сторону зменшення в ранковий та вечірній час та збільшення інтервалу у денний час. В години «пік» рух транспорту від початкової до кінцевої становить від 10 до 20 хвилин, а в денний – 30–40 хвилин, часто прибуття маршрутки і тролейбуса співпадають. Все це часто відбувається з порушенням графіка, і становить 3 хвилини між транспортом одного перевізника. У вихідні дні графік руху міського транспорту сформований з інтервалами руху, який перевищує 10–15 хвилин, а іноді спостерігається інтервал руху транспорту більше 40 хвилин.

Обробка та аналіз отриманої інформації проводився окремо для різних напрямів руху. За відправну точку взято район Крошня. Важливою ділянкою в межах нашого дослідження є вулиця Покровська, яку я моніторили за допомогою системи «Безпечне місто». Система моніторингу допомагає візуально визначати ступінь наповненості транспорту, контролювати кількість пасажирів та транспорту на маршруті. Рух транспорту по маршрутам автобуса № 110, № 4 та тролейбуса № 4 здійснюється в обох напрямках. Рух на автобусних маршрутах здійснюється з однаковою технічною швидкістю, тоді як технічна швидкість руху тролейбуса майже вдвічі нижча. Дослідження показали недотримання графіків руху як автобусами, так і тролейбусами, що призводило до нераціонального використання пасажиромісткості транспортних засобів, збільшення часу очікування пасажирями на зупинках, недотримання інтервалів руху між машинами одного маршруту і з різних маршрутів. Пасажири не завжди сідають у переповненні маршрутки, часто чекають дешевшого електротранспорту з великою пасажиромісткістю, особливо у вихідні дні.

З метою об'єктивного визначення основних недоліків надання транспортних послуг та подальшої розробки відповідних заходів був використаний метод анкетування. На основі розроблених анкет, проведене опитування населення м. Житомира у віці від 10 до 65 років. Даний віковий інтервал був обраний таким чином, щоб врахувати думку населення, яке було розподілене за категоріями: школяр, студент, робітник, пенсіонер. Проаналізувавши вибір автобусних та тролейбусних маршрутів, які було досліджено, стає зрозумілим, що більшість респондентів обирають рух більш швидкісним видом транспорту – автобусним, менше – тролейбусним. Найбільша їх кількість користується маршрутами № 110, № 4, № 25. Автобус використовують більше по робочим дням, а тролейбусами користуються більше по вихідним. Пенсіонери переміщуються переважно тролейбусним транспортом, перевагу надають таким маршрутам, як № 2, № 3, № 4, № 15, № 5А, № 1А. Найбільше задоволені якістю послуг пасажири, які пересуваються на маршрутах № 110 та № 4, де оновленні автобуси з впровадженням компонентів ІТС. Вони задоволені комфортом, швидкістю, наявністю валідаторів, тривалістю рухів маршруток, можливістю безконтактної оплати, наявністю е-квитка. Велика кількість респондентів, що проживають в інших районах міста, не задоволені якістю транспортного обслуговування та вказують на ряд проблем: відсутність кондиціонерів, грубість водіїв, переповненість та застарілість транспорту, бруд, шум, не у всіх маршрутках наявні валідатори та треки, неузгодженість руху транспортних засобів.

Висновок. З розвитком сучасної транспортної мережі міста Житомира дедалі важливішу роль відіграють інформаційні транспортні та GPS-технології, які уже сьогодні дають можливість забезпечити безпосередніх учасників дорожнього руху та всі ланки керування транспортною системою міста необхідною оперативною та якісною просторово-часовою інформацією, забезпечують дотримання графіків та безпеку руху транспорту, а також відображають реальні інтереси пасажирів та суспільства. Для удосконалення системи громадського транспорту необхідно здійснювати комплексний контроль за діяльністю міського транспорту. Такий контроль має бути заснований з широким використанням сучасних інтелектуальних транспортних систем. Про рівень якості послуг можна, певною мірою, судити за кількістю та змістом скарг і пропозицій, що надходять від пасажирів. До мінімально необхідних сервісних послуг можна віднести: інформування пасажирів про зміну часу відправлення або часу прибуття, інформація про відправлення та прибуття, надання інформації про умови перевезення, тощо. При організації транспортного сервісу необхідна систематична робота зі збору та обробки інформації щодо виявлення запитів пасажирів, їх вимог до рівня обслуговування, також забезпечення зворотного зв'язку із пасажирами. При цьому необхідно забезпечити своєчасне реагування на зауваження та пропозиції, що були висловлені з обов'язковим повідомленням пасажирів про вжиті заходи.

Шумляківський В.П., к.т.н., доц.
Масан А.О., студ., гр. ТРТ-2, ФКІТМР
Державний університет «Житомирська політехніка»

ТРАНСФОРМАЦІЯ СИСТЕМИ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ГРОМАДСЬКИМ ТРАНСПОРТОМ В ЖИТОМИРІ

Транспортна система міста Житомира кількісно перенасичена транспортними засобами, які перебувають вже тривалий термін в експлуатації та не відповідають сучасним вимогам щодо комфорту та безпеки пасажироперевезень, потребує реформування, оновлення парку транспортних засобів, вдосконалення маршрутної мережі громадського транспорту та підвищення якості надання транспортних послуг. Актуальним є проведення аналізу трансформації стану системи міського пасажирського транспорту в Житомирі з урахуванням змін, які відбулись за результатами проведених досліджень пасажиропотоків з 2016 по 2018 роки, спрямованих на задоволення потреб міського населення в перевезеннях. Житомир – це одне з міст, де місцева влада намагається бути у тренді сучасних технологій. Одним із напрямлень роботи місцевої влади вибрано реформування транспортної системи міста із залучення різних джерел консультативної та фінансової підтримки європейських інституцій. Початком реформи транспортної системи Житомира стала розробка стратегії, яка спрямована на оновлення комунального транспорту та зменшення кількості транспорту приватних перевізників.

Діагностика поточного стану мобільності населення міста показала, що велика частка поїздок здійснюється за рахунок громадського транспорту (45 %) та пересування пішки (37,8 %). Розподіл поїздок немоторизованим та моторизованим транспортом складає відповідно 39 % та 61 %. Система громадського транспорту у місті характеризується високим рівнем покриття населених територій (96,14 % населення міста Житомир проживають у 500-метровій зоні доступності до громадського транспорту) та добре розвиненою системою міського електричного транспорту, проте інфраструктура потребує значного покращення та оновлення. За останні 5 років кількість автобусів зменшилась з 230 до 160 одиниць транспорту. Станом на 2021 рік функціонує 23 автобусних маршрутів, що обслуговуються приватними перевізниками, та 2 муніципальних автобусних маршрути, що експлуатуються КП «ЖТТУ» та які були запущені у червні 2018 року після придбання 17 нових автобусів МАЗ. Також для уникнення дублювання маршрутів планується зменшити їх кількість до 18 автобусних маршрутів.

Важливим елементом системи громадського транспорту міста Житомир є наявність розвиненого міського електричного транспорту, що представлений 14 тролейбусними та 1 трамвайним маршрутом. З червня 2018 року містом курсують 5 нічних тролейбусних маршрутів, що з'єднують між собою майдан Перемоги та усі мікрорайони міста. Також до 2022 року планується ввести в експлуатацію новий тролейбусний маршрут.

Щоденно на лінії виходить 81 тролейбус, більша частина з них – нові. Станом на квітень 2021 року в експлуатацію введено 50 нових тролейбусів виробництва «Белкоммунмаш». Нові одиниці електротранспорту оснащені пандусами, функцією автономного ходу на випадок об'їзду аварійних ділянок, зарядкою USB для гаджетів, електронною інформаційною системою та ін. Серед переваг – безпечність для пасажирів, економність та зручність для маломобільних груп населення.

Рухомий склад надходив у місто партіями, перша з яких прибула в останні дні червня минулого року. Кардинальне оновлення рухомого складу тролейбусного парку підприємства здійснюється в рамках співпраці з ЄБРР. Загальна вартість проекту «Модернізація тролейбусного парку КП «ЖТТУ» становить 12 млн євро, з яких 2 млн – грантових коштів. Проект включає закупівлю тролейбусів, будівництво лінії в район Мальованки та будівництво нового мийного комплексу для щоденного обслуговування.

На сьогодні в трамвайно-тролейбусному управлінні працюють близько 40 контролерів. З 1 квітня працівників планують перевести до іншої комунальної установи задля покращення ефективності контролю за пасажирськими перевезеннями. Таким чином, у місті з'явиться нова служба контролю громадського транспорту. У Житомирі встановлять 50 програмно-технічних комплексів самообслуговування для поповнення «єдиного квитка», Якщо буде вирішуватися питання щодо разового квитка, один з варіантів – розглядається питання щодо продажу через ці термінали й разових квитків.

Крім поповнення планується розробка системи, в якій пасажир придбає квиток на зупинці і зможе провалідувати його у транспорті. Кінцевою метою реалізації даного проекту є перехід на безготівкову оплату проїзду та отримання достовірного підрахунку кількості перевезених пасажирів на кожній одиниці громадського транспорту.

Висновок. Транспортна система пасажирських перевезень громадським транспортом у місті Житомир має позитивні зміни, суттєво оновлено рухомий склад, впроваджуються інформаційно-комунікаційні технології, на черзі вирішення питання оптимізації маршрутної мережі, забезпечення якості послуг.

Шумлянський В.А, магістрант
Шумляківський В.П., к.т.н., доц.
Державний Університет «Житомирська політехніка»

СТВОРЕННЯ СИСТЕМ ON-LINE МОНІТОРИНГУ ЗА ДОТРИМАННЯ НОРМ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ЗАПОБІГАННЯ НЕЩАСНИМ ВИПАДКАМ І ПРОФЕСІЙНИМ ЗАХВОРЮВАННЯМ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АВТОМОБІЛЬНОЇ ГАЛУЗІ

Актуальність: контроль за станом охорони праці традиційними методами не дає належних результатів, що виражається у високому рівні виробничого травматизму з причин порушення вимог нормативних документів з охорони праці.

Мета: розробка концепції інтелектуальної системи он-лайн моніторингу дотримання норм охорони праці та автоматичної фіксації порушень вимог нормативних документів з охорони праці.

Чинне законодавство в Україні покладає організацію та контроль за дотриманням працівниками технологічних процесів, правил поведінки з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, використанням засобів колективного та індивідуального захисту, виконанням робіт відповідно до вимог з охорони праці на роботодавця [1]. Внаслідок такого підпорядкування системи управління охороною праці (СУОП) є недостатньо ефективними.

Служба охорони праці, яка слідкує за виконанням діючих норм та у рамках загальної системи управління, підпорядкована власнику підприємства, у реальності не здатна (та і не зацікавлена) ефективно протидіяти певним порушенням. Тому цілком природно, що сучасна система управління охороною праці з її значною інерційністю та можливою помилковістю, як наслідок прямої дії «людського фактору», не може бути достатньо ефективною та гармонійно інтегруватись у інтелектуальні технічні системи, які стрімко впроваджуються у сучасному промисловому комплексі [2].

Відповідно шляхи удосконалення СУОП повинні здійснюватися за двома основними напрямками:

1. Створення та закріплення за кожним підприємством, служби охорони праці, яка буде підпорядковуватись, виключно органу, який реалізує державну політику у сфері охорони праці.

2. Інтегруванням в СУОП інтелектуальної системи автоматизованого контролю за умовами праці на робочих місцях і управління санітарно-гігієнічними параметрами виробничого середовища (АСКУ) [2].

Реалізація першого напрямку, повинна передбачати заміну існуючої служби охорони праці, яка підпорядкована роботодавцю, на нову. Фінансування даної служби в повному обсязі (заробітна платня тощо) повинно здійснювати підприємство шляхом перерахування коштів державній установі (Держпраці). Таким чином буде досягнута фінансова та адміністративна незалежність співробітника служби охорони праці від конкретного роботодавця (підприємця). Повинні бути введені прогресивні коефіцієнти до заробітної плати держслужбовця: заохочувальні, у разі поліпшення стану охорони праці на підприємстві (за результатами незалежної перевірки), та штрафні – за умов погіршення такого стану. Водночас, необхідно ввести солідарну відповідальність (адміністративну чи кримінальну) представників служби охорони праці та роботодавця за неналежний стан безпеки праці на підприємстві [2].

Інтегрування в систему управління охороною праці, системи автоматизованого контролю за умовами праці на робочих місцях і управління санітарно-гігієнічними параметрами виробничого середовища (АСКУ) дозволить:

- знизити витрати підприємства на проведення обов'язкової атестації робочих місць за умовами праці та підвищити ефективність цього процесу;
- дати змогу на основі даних оперативного контролю підтримувати нормовані значення санітарно гігієнічних показників у робочій зоні;
- вести оперативне відеоспостереження (ОВ) за робочими місцями;
- зменшити професійні ризики, шляхом зниження певних проявів «людського фактору» на робочому місті [2].

При системному підході виявлення порушень можна виявити одночасне порушення кількох правил. Підтвердженням даної тези є нещасний випадок зі смертельним наслідком, що стався у грудні 2020 року з водієм одного з Житомирських підприємств. В ході розслідування даного випадку встановлено три порушення, які стали причиною нещасного випадку, які можуть виявлятися автоматизованими системами:

- транспортний засіб не був загальмований стоянковим гальмом [3];
- при стоянці на уклоні, не були встановлені під колеса упорні колодки [3];
- при стоянці на уклоні автомобіль не був встановлений під кутом до краю проїжджої частини [3].

З метою визначення конкретних дій або бездіяльності, які необхідно виявляти, проведено збір інформації про типові порушення вимог нормативних документів з охорони праці, що пов'язані з

господарською діяльністю з виробництва, проведення ремонту та експлуатації автотранспортних засобів та їх компонентів у м. Житомирі. Для максимальної об'єктивності отриманих результатів, застосовано три підходи:

- збір та аналіз інформації про нещасні випадки на виробництві та професійні захворювання на відповідних підприємствах з метою виявлення найбільш типових порушень нормативних документів з охорони праці, які стали причиною нещасного випадку;
- збір та аналіз інформації про виявлені Управлінням Держпраці у Житомирській області під час перевірок порушення вимог нормативних документів з охорони праці на відповідних підприємствах з метою виявлення найбільш типових порушень нормативних документів з охорони праці на відповідних підприємствах;
- вивчення досвіду виявлення порушень посадовими особами, відповідальними за стан охорони праці, відповідних підприємств.

На підставі отриманих даних встановлюється перелік найбільш численних порушень нормативних документів з охорони праці на підприємствах автомобільної галузі, в розрізі типів порушень.

Для найбільш типових порушень, на базі аналізу наукових робіт з тематики створення автоматизованих систем контролю за дотриманням правил внутрішнього розпорядку, виробничої дисципліни, охорони праці, інших правил безпеки на підприємствах, контролю за транспортними засобами, визначаються методи автоматичної фіксації.

Наявність таких даних дозволить:

- провести аналіз доцільності використання відповідних систем підприємствами для підвищення ефективності роботи, а також як комплексу державного нагляду у сфері охорони праці;
- визначити перелік нормативних документів з охорони праці, які потребують змін для запровадження автоматичної фіксації відповідних порушень, та описано які саме норми необхідно змінювати.

Список використаної літератури:

1. Закон України "Про охорону праці" від 14.10.1992 № 2694-ХІІ.
2. Бочковский А.П. Пріоритетні напрямки удосконалення системи управління охороною праці на підприємствах
3. Правила охорони праці на автомобільному транспорті, затверджені наказом МНС України від 09.07.2012 № 964.